

RANCANG BANGUN MESIN CNC ROUTER

Khaidir Ma'arif¹, Muhammad Yusril², Muhtar³, Alang Sunding⁴, Nanang Roni Wibowo⁵

Mahasiswa prodi perawatan perbaikan mesin Politeknik Bosowa, Makassar¹

Mahasiswa prodi perawatan perbaikan mesin Politeknik Bosowa, Makassar²

Mahasiswa prodi perawatan perbaikan mesin Politeknik Bosowa, Makassar³

Dosen prodi perawatan perbaikan mesin Politeknik Bosowa, Makassar⁴

Dosen prodi Teknik Mekatronika Politeknik Bosowa, Makassar⁵

Kontak Person:

Muh. yusril 081779424770

Jalan kapasa Raya No.23 Kapasa Kecamatan Tamalanrea,
Daya, Kec Biringkanaya, kota Makassar, Sulawesi selatan 90245

Abstrak

Mesin CNC (computer Numerical Control) router merupakan penggabungan teknologi CNC dan mesin router, CNC difungsikan untuk mengontrol pergerakan proses pemotongan dan router yang difungsikan sebagai pemutar alat potong, mesin ini memanfaatkan putaran mata potong yang berputar pada sumbu untuk melakukan pekerjaan menggali (milling), mengukir (engraving) dan memotong (cutting). Penelitian ini bertujuan untuk membuat produk yang mempunyai nilai jual yang dapat bersaing dan kualitas dapat diterima dengan kegunaan membuat produk. Langkah kerja penelitian yaitu reverse engineering lengan robot Kartesian Fanuc dan pembuatan desain menggunakan software Computer Aided Design. Selanjutnya persiapan alat dan pemilihan bahan berupa hardware sistem kontrol dan software sistem kontrol, pengecekan fungsi dan kesesuaian komponen yang telah dikumpulkan, pembuatan dan perakitan alat mesin CNC router, pengambilan data dan pengujian alat dengan menggunakan mode gerakan tiga axis seperti kalibrasi meja, MDI, dan sumbu ketiga otomatis X, Y, dan Z. Hasil yang diperoleh menunjukkan kepresisian dari tiap sumbu X, Y, dan Z sesuai dengan nilai toleransi yang diinginkan yaitu masing-masing 0,01 mm dan kontur ukiran pada benda kerja tidak menunjukkan penyimpangan, hasil produk dari mesin CNC ini berupa gantungan kunci dari bahan dasar akrilik dengan ukuran 47 mm x 50 mm dengan tebal pemakanan sebesar 0,2 mm dengan waktu pengerjaan 28 menit, untuk papan nama dari bahan dasar ACP (aluminium composite panel) dengan dimensi pengerjaan 310 mm x 35 mm dan kedalaman pemotongan 5 mm dengan waktu 8.51 menit dan kayu dengan dimensi pengerjaan 89,4 mm x 64,1 mm dan waktu pengerjaan 3.35 menit.

1. Pendahuluan

Kemajuan inovasi saat ini begitu pesat dalam berbagai bidang, mengingat untuk bidang permesinan. Perlengkapan produksi merupakan faktor utama untuk membangun kecukupan, ketepatan, kenyamanan dan keamanan dalam berkreasi. Salah satu ilustrasi dampak dari kemajuan inovasi mesin adalah pemanfaatan kerangka kendali terprogram yang memanfaatkan PC sebagai media kendali seperti mesin CNC, mesin ini digunakan untuk mempermudah pekerjaan produksi dengan sistem otomatisasi. Oleh karena itu, harus ada jawaban, termasuk membuat mesin CNC router yang memanfaatkan alat mekanik dari salah satu bagian pada sistem robot Kartesian merek Fanuc hibah dari PT. CNC Controller Indonesia.

Mesin CNC merupakan mesin yang dibatasi PC yang memanfaatkan bahasa numerik (informasi pemesanan dengan kode angka, huruf dan gambar) sesuai norma [1]. Pada dasarnya mesin CNC merupakan instrumen mesin terprogram yang bekerja bergantung pada desain benda kerja yang pertama kali direncanakan melalui produk seperti AutoCAD [2]. Sehingga disimpulkan bahwa mesin CNC merupakan mesin perkakas otomatis yang dioperasikan melalui komputer yang menggunakan input berupa *numeric* dan mesin ini digunakan dalam proses manufaktur yang menggunakan kontrol terkomputerisasi dan peralatan mesin.

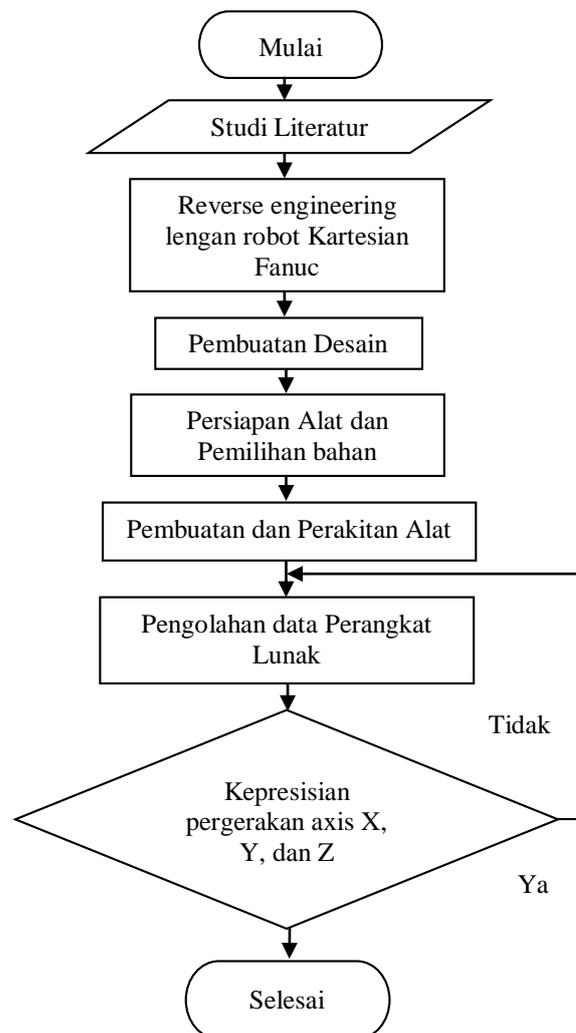
Mesin router adalah mesin yang digunakan untuk memberikan sentuhan seni dalam profil yang dapat berbentuk melengkung, lurus atau lingkaran yang baik dan indah [3]. Mesin Router pada awalnya dibuat untuk memotong bentuk profil langsung pada kayu secara manual. Penggunaan pisau pengiris dapat diubah sesuai dengan bahan yang akan digunakan digunakan [4]. Mesin Router selain membuat profil dan menghias benda kerja kayu, juga dapat digunakan untuk membentuk sisi tebal kayu, membuat alur, membuat tisu, membuat pelapis malam (formika), membuat alur dan berbagai karya lainnya dengan peralatan yang luar biasa [5]. Selain untuk profil mesin router digunakan sebagai *spindle* utama pada mesin CNC.

Mesin CNC Router adalah pergabungan teknologi CNC dan mesin Router, CNC difungsikan untuk mengontrol pergerakan proses pemotongan dan router yang difungsikan sebagai pemutar alat potong, mesin ini memanfaatkan putaran mata potong yang berputar pada sumbunya untuk melakukan pekerjaan menggali (*milling*), mengukir (*engraving*) dan memotong (*cutting*).

Untuk mengurangi kesalahan pemotongan pada proses pembuatan produk maka dirancang sebuah mesin CNC router. Alat ini memiliki 3 axis pergerakan mata potong yang dikontrol oleh intruksi program langsung dari komputer dengan input *numerik* sehingga mesin CNC router ini dapat melakukan pemotongan ke berbagai arah.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan selama enam bulan, dari bulan Maret 2021 sampai bulan Agustus 2021. Tempat pengerjaan di *workshop* kampus Politeknik Bosowa Makassar.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

1. Studi literatur

Studi literatur meliputi kegiatan mengumpulkan informasi dari referensi-referensi terkait mengenai mesin CNC router. Studi literatur diperoleh dari berbagai referensi seperti tugas akhir, penelitian yang berkaitan, dan media internet.

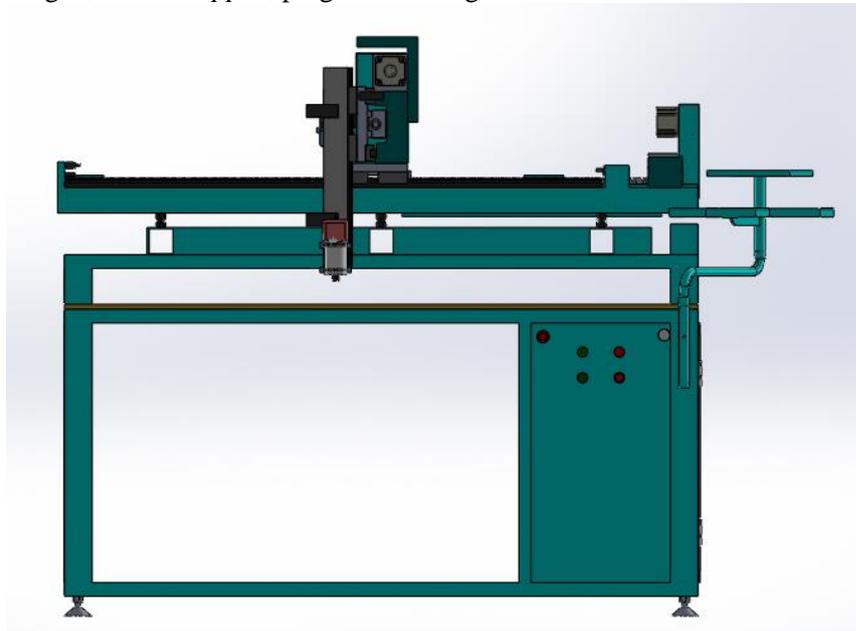
2. Reverse engineering lengan robot kartesian *fanuc*

Pemanfaatan alat mekanik dari bekas robot mesin CNC *fanuc*, alat ini akan digunakan pemanfaatan alat mekanik dari bekas robot mesin CNC *fanuc*, alat ini akan digunakan sebagai sumbu X, Y dan Z, yang menggunakan *motor stepper* nema 34 yang sebelumnya menggunakan motor *fanuc* model 5S

3. Pembuatan desain

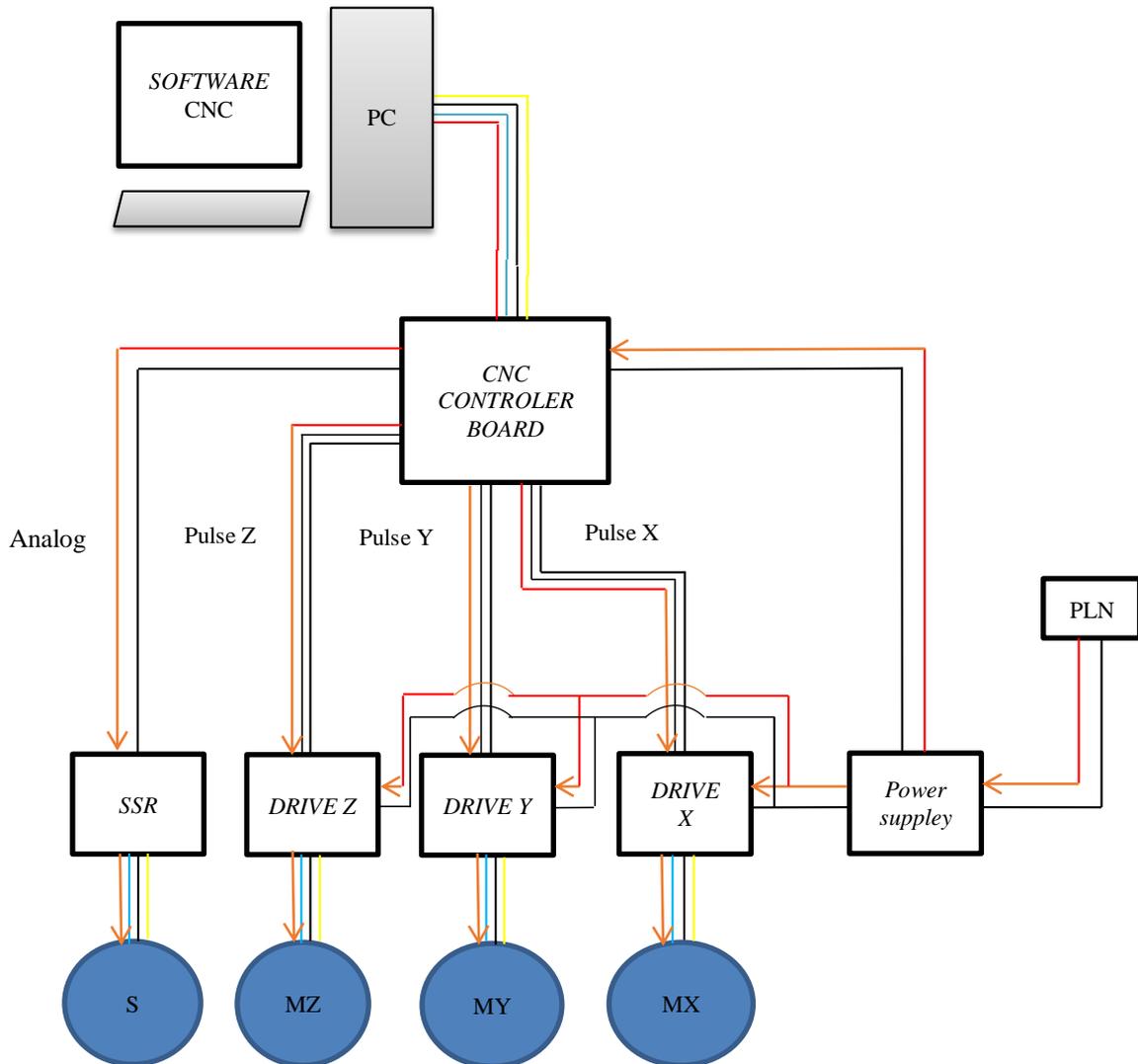
a. Desain rancang bangun mesin CNC router

Desain rancang bangun mesin CNC router dibuat menggunakan *software Computer Aided Design (CAD)*, dimana ditentukan dimensi dan bahan yang akan digunakan. Desain alat ini dibuat berupa rangka, *motor stepper*, pergerakan ketiga axis.



Gambar 2. Desain Mesin CNC Router

b. Skematik Rangkaian Kontrol Mesin CNC Router



Gambar 3. Rangkaian Kontrol Mesin CNC Router

Keterangan :

- MX adalah *motor stepper* nema 34 axis X
- MY adalah *motor stepper* nema 34 axis Y
- MZ adalah *motor stepper* nema 34 axis Z
- S adalah *motor profil kayu (spindle)*
- Drive X adalah *drive motor stepper* axis X
- Drive Y adalah *drive motor stepper* axis Y
- Drive Z adalah *drive motor stepper* axis Z

4. Persiapan alat dan pemilihan bahan

Proses ini dilakukan pembelian alat dan bahan

a. Sirkuit Kerangka Kontrol

CNC adalah kerangka kerja yang secara mendasar mengubah bahasa pemrograman G-Code (Kode Perhitungan) menjadi pengembangan pivot pada mesin. Kerangka kendali matematis pada mesin CNC dapat berjalan karena sekumpulan bagian kerangka kendali yang membantu aktivitas mesin, misalnya engine stepper, engine driver, breakout board control, power supply dan lain-lain. Beban bagian ini kemudian dikonsolidasikan sedemikian rupa dengan tautan untuk meringkai gadget elektronik tertentu [6].

- Mesin *Stepper*

Mesin *stepper* adalah sekelompok *gadget elektromekanis* yang bekerja mengubah pulse elektronik menjadi perkembangan mekanis diskrit. Mesin *stepper* bergerak sesuai pengaturan pulse yang diberikan ke mesin. Akibatnya, untuk menggerakkan mesin *stepper*, diperlukan pengatur *stepper motor* yang menciptakan pulse seperti *driver motor*.

- Papan Breakout

Breakout board (Bounce) adalah kartu elektronik yang dapat menghubungkan sinyal informasi dari PC baik informasi maupun hasil ke aktuator. Sway adalah bagian utama dari kerangka kontrol yang berfungsi sebagai otak dari CNC. Bounce memiliki beberapa port yang akan dihubungkan dengan masing-masing port, misalnya ke PC, mesin *stepper* 3 pivot, *gadget input*, konektor usb, dan sumber daya.

- *Driver Engine*

Driver motor adalah bagian yang berfungsi menghubungkan kontroler dengan aktuator dan mengintensifkan sinyal keluaran dari kontroler.

- *Power Supply*

Power supply merupakan alat yang berfungsi sebagai pemasok utama tegangan DC untuk regulator CNC, mesin *stepper*, dan peralatan/poros.

- Mesin Router

Mesin Router sangat penting untuk mesin yang akan mengubah perkembangan mutakhir dan pembentuk pada poros Z.

- Sakelar Pemutusan dan Pemberhentian Darurat

Sakelar pemutus adalah jenis sakelar yang dilengkapi dengan katup yang berfungsi untuk menggantikan tombol.

b. Bahan pembuatan mesin CNC router

- Besi UNP (*U channel steel*)

Besi UNP digunakan untuk membuat kerangka mesin CNC router.

- Besi siku

Besi siku digunakan untuk membuat dudukan computer, pintu dan *box panel*.

- Besi plat

Besi plat digunakan untuk membuat *box panel*.

c. Pemrograman Kerangka Kontrol

Pemrograman pada kerangka kendali adalah pemrograman (program PC) yang digunakan untuk mengendalikan mesin CNC 3 hub. Produk kemudian akan, pada saat itu, diperkenalkan pada PC dan digunakan sebagai antarmuka. Antarmuka adalah pemrograman yang mampu menyampaikan semua pesanan dari klien akhir sehingga dapat digunakan dengan baik oleh semua peralatan. Mesin CNC bergerak sesuai program yang baru saja direncanakan. Dalam review ini digunakan pemrograman Mach3 sebagai interface, yang merupakan pemrograman kontrol yang dibuat oleh ArtSoft USA.

5. Pembuatan dan perakitan

Pembuatan kerangka dan perakitan alat mekanik dari bekas legan robot kartesian *fanuc* dengan cara menyambungkan *part* dari komponen satu ke komponen lainnya dan memasang *motor stepper* pada tiap dudukannya.

6. Pengolahan data perangkat lunak

Memasukkan data Mach3 pada PC dan menyesuaikan *input* sinyal dengan *Breakout Board*. Mach3 merupakan program yang dibuat sebagai pengontrol alat seperti mesin bubut, penggiling, plasma, dan router.

7. Kepresisian kerataan meja dan pergerakan sumbu X, Y, dan Z



Gambar 4. Proses kalibrasi

a. Langkah kalibrasi

Alat dan bahan :

- Dial indikator wipro dengan ketelitian 0,01 mm
- Axis X, Y, Z dengan *motor stepper* Leadshine nema 34, *Drive* DM556 dengan pulse/Rev 25.000
- Komputer atau laptop
- *Software mach3*

Metode kalibrasi

- Menempatkan dial indikator di sumbu yang akan dikalibrasi, memposisikan jarum *dial indikator* ke posisi nol, dan memasukan kode pergerakan pada *software*.
- Membuka *software* Mach3Mill
- Pilih *setting* pada *menu bar*
- Pilih *Set Steps per Unit*
- Tentukan sumbu yang akan dikalibrasi
- Masukkan *input* pergerakan yang diinginkan.

b. Kalibrasi kerataan meja mesin CNC router

Alat dan bahan :

- Dial indikator
- Axis X, Y, Z
- Komputer atau laptop
- *Software mach3*

Metode kalibrasi

- Menempatkan dial indikator di sumbu yang akan dikalibrasi, memposisikan jarum *dial indikator* ke posisi nol, dan memasukan kode pergerakan pada *software*.
- Membuka *software Mach3Mill*
- Pilih *setting* pada *menu bar*
- Pilih *Set Steps per Unit*
- Tentukan sumbu yang akan dikalibrasi
- Masukkan *input* pergerakan yang diinginkan.

Kalibrasi ini dilakukan untuk meratakan permukaan meja agar dapat mencapai hasil pengerjaan yang lebih presisi.

Tabel 1 Kalibrasi kerataan meja mesin CNC router

Axis	Kalibrasi	Penyimpangan (mm)
X	Sebelum	2,60
	Setelah	0,60
Y	Sebelum	1,52
	Setelah	0,12

c. Uji Pengembangan dalam Mode MDI

Pengujian dengan mode MDI dilakukan beberapa kali, untuk lebih spesifiknya poros yang dipindahkan mirip dengan 0,01 mm, 0,10 mm, 1,00 mm, 3,00 mm, dan 5,00 mm.

Tabel 2 Pegujian pergerakan metode MDI sebelum kalibrasi

Axis		Pengujian					Feedrate
		1	2	3	4	5	
X	Input	0,01	0,10	1,00	3,00	5,00	2500
	Nilai Pergerakan sumbu	0,01	0,13	1,28	3,84	6,41	2500
	Penyimpangan	0	0,03	0,28	0,84	1,41	2500
Y	Input	0,01	0,10	1,0	3,00	5,00	2500
	Nilai Pergerakan sumbu	0,01	0,08	0,8	2,38	4,02	2500
	Penyimpangan	0	0,02	0,2	0,62	0,98	2500
Z	Input	0,01	0,10	1,00	3,00	5,00	2500
	Nilai Pergerakan sumbu	0	0,6	0,63	1,91	3,19	2500
	Penyimpangan	0,01	0,4	0,32	1,09	1,81	2500

Tabel 3 Pegujian pergerakan metode MDI setelah kalibrasi

Axis		Pengujian				
		1	2	3	4	5
X	Input	0,01	0,10	1,00	3,00	5,00
	Nilai Pergerakan sumbu	0,01	0,10	1,00	3,00	5,00
Y	Input	0,01	0,10	1,00	3,00	5,00
	Nilai Pergerakan sumbu	0,01	0,10	1,00	3,00	5,00
Z	Input	0,01	0,10	1,00	3,00	5,00
	Nilai Pergerakan sumbu	0,01	0,10	1,00	3,00	5,00

Penyimpangan terbanyak sebelum dikalibrasi pada sumbu X yaitu 1,41 mm, sedangkan pada sumbu Y penyimpangan terbanyak adalah 0,98 mm, dan axis Z penyimpangan terbanyak adalah 1,81 mm.

8. Produk

Membuat produk jadi seperti plakat, papan nama, dan gantungan kunci, material benda kerja yang digunakan adalah ACP, akrilik, dan kayu.

- Aluminium *composite* panel (ACP)

Pengerjaan dengan bahan dasar ACP dengan dimensi pengerjaan 310 mm x 35 mm dan kedalaman pemotongan 5 mm dengan waktu 8.51 menit.



Gambar 5. Hasil produk dari ACP

- Akrilik

Proses pengerjaan yang dilakukan untuk pelakat berukuran 146 mm x 220 mm dengan tebal pemakanan sebesar 0,2 mm dan waktu pengerjaan 150 menit. Untuk pembuatan gantungan kunci dari bahan dasar dari akrilik dengan ukuran 47 mm x 50 mm dengan tebal pemakanan sebesar 0,2 mm dengan waktu pengerjaan 28 menit.



Gambar 6. Produk dari akrilik

- Kayu
Proses pengerjaan dengan bahan dasar kayu dengan dimensi pengerjaan 89,4 mm x 64,1 mm dengan waktu pengerjaan 3.35 menit.



Gambar 7. Produk dari bahan dasar kayu

4. Kesimpulan

4.1 Kesimpulan

1. Menjalankan kerangka kontrol, penting untuk memanfaatkan kerangka kerja *interface* aplikasi berbasis program Mach3. Untuk mengubah gadget kontrol saat ini, dan membuat pengaturan informasi port dan tanda pada antarmuka, sehingga semua pesanan yang datang dari PC dibaca dengan tepat oleh aktuator.
2. Kerangka mekanis dan elektronik yang diperkenalkan pada mesin sakelar CNC telah dicoba dengan menggunakan bahan seperti akrilik, ACP, multipleks dan telah dibuat sesuai dengan kerangka kontrol Mach3 pada kerangka program mesin.
3. Pada ketiga axis memiliki tingkat akurasi sebesar 0,01 mm. Pengukuran menggunakan Wipro Dial Pointer dengan presisi 0,01 mm.

4.2 Saran

1. Operator
 - Memastikan sumber listrik tidak putus secara tiba-tiba yang dapat mengakibatkan kerusakan benda kerja.
 - Memperhatikan SOP (*Standard Operasional Procedure*) dan K3 (Kesehatan dan Keselamatan Kerja) pada saat menggunakan mesin CNC router.
2. Peneliti selanjutnya
 - Menambah dimensi pergerakan sumbu Y sehingga pergerakan semakin luas
 - Menambah VFD (*Variable Frequency Drive*) untuk mengatur kecepatan *spindle*
 - Menambahkan MDI untuk memudahkan saat melakukan pergerakan manual
 - Menambahkan *electromagnetic Brake* sumbu Z untuk membatasi pergerakan pada kondisi mesin OFF.
3. Kampus
 - Memanfaatkan mesin CNC router sebagai media pembelajaran.
 - Memperhatikan dan merawat mesin CNC router.

UCAPAN TERIMA KASIH

Tim pelaksana mengucapkan terima kasih kepada pihak dari Politeknik Bosowa, yang telah memberikan bantuan berupa alat dan izin penggunaan fasilitas yang sangat mendukung kegiatan penelitian ini. Terima kasih juga disampaikan kepada Direktur Politeknik Bosowa, Ketua Prodi Perawatan dan Perbaikan Mesin, dan dosen Pembimbing.

Daftar pustaka

- [1] M. Amala and S. Widyanto, “Pengembangan Perangkat Lunak Sistem Operasi Mesin Milling Cnc Trainer,” *J. Tek. Mesin*, vol. 2, no. 3, pp. 204–210, 2014.
- [2] M. Jufrizaldy, I. Ilyas, and M. Marzuki, “Rancang Bangun Mesin Cnc Milling Menggunakan System Kontrol Grbl Untuk Pembuatan Layout Pcb,” *J. Mesin Sains Terap.*, vol. 4, no. 1, p. 37, 2020, doi: 10.30811/jmst.v4i1.1743.
- [3] T. N. Industri and K. Mebel, : “(1) dapat meningkat (kualitas.”
- [4] A. Nugroho and S. Sujadi, “Pengaruh Penggunaan Mesin Cnc Router Terhadap Waktu Standar Pengerjaan Ornamen Desain Interior,” *J. Rekayasa Sist. Ind.*, vol. 4, no. 2, p. 86, 2019, doi: 10.33884/jrsi.v4i2.1272.
- [5] A. Hutagalung, Habibi . *Chemie Int. Ed.* kusenmahoni.blogspot.co.id/ 6(11), 951–952., pp. 5–24, 1967.
- [6] I. Syukran Harrizal, Syafri, and A. Prayitno, “Rancang Bangun Sistem Kontrol Mesin CNC Milling 3 Axis Menggunakan Close Loop System,” *Jom Fteknik*, vol. 4, p. 1, 2017.