

MODIFIKASI SISTEM ERETAN PADA EMCO COMPACT 5-PC CNC LATHE

Christian Jacob Rego Pakasi¹⁾, Romels Lumintang²⁾, Irvan Rondonuwu³⁾,

Charles Punuhsingon⁴⁾

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sam Ratulangi

Jl. Kampus Unsrat Bahu, Manado

Email: christianpakasi99@gmail.com;

ABSTRAK

Mesin EMCO Compact 5-PC CNC *Lathe* buatan Austria yang berada di Laboratorium Jurusan Teknik Mesin Universitas Sam Ratulangi sudah tidak beroperasi akibat penggunaan dan perawatan mesin yang sudah berlangsung selama bertahun-tahun sehingga tidak terawat dan tidak bisa dioperasikan lagi. Agar dapat dioperasikan kembali, mesin tersebut perlu diperbaiki dan dimodifikasi. Tujuan penelitian ini adalah modifikasi sistem eretan pada EMCO Compact 5-PC CNC *Lathe* dengan menambahkan sistem transmisi sabuk dan melakukan kalibrasi terhadap motor *stepper* menggunakan komputer, sehingga bisa dihasilkan produk yang lebih presisi.

Modifikasi sistem eretan EMCO Compact 5-PC CNC *Lathe* telah berhasil. Proses modifikasi EMCO Compact 5-PC CNC *Lathe* yang dilakukan adalah penggantian komponen lama dengan komponen yang baru dan merakit komponen sistem eretan berdasarkan gambar CAD yang telah dibuat. Kemudian mesin dihubungkan ke komputer/laptop untuk dilakukan kalibrasi dan pengaturan kecepatan dari motor *stepper* pada sumbu X, sumbu Y, dan sumbu Z melalui *Software GRBL Controller* agar pergerakan yang dihasilkan sama dengan yang diprogram.

Kata Kunci: Modifikasi, CNC *Lathe*, CAD, Kalibrasi, Motor *Stepper*, GRBL, Mikrokontroler Arduino

ABSTRACT

The EMCO Compact 5-PC CNC Lathe engine made in Austria in the laboratory majoring in Mechanical Engineering, Sam Ratulangi University has not been operating due to the use and maintenance of machines that have been lasted for years so that they are not maintained and cannot be operated anymore. In order to be operated again, the machine needs to be repaired and modified. The purpose of this study is the modification of the eretan system in the EMCO Compact 5-PC CNC Lathe by adding a belt transmission system and

calibrating the motor stepper using a computer, so that a more precise product can be produced.

Modification of the EMCO Compact 5-PC CNC Lathe eretan system has been successful. The Modification Process of EMCO Compact 5-PC CNC Lathe carried out is the replacement of old components with new components and assembling the grade system components based on the CAD image that has been created. Then the machine is connected to a computer/laptop to calibrate and adjust the speed of the stepper motor on the X axis, Y axis, and Z axis through the GRBL Controller Software so that the resulting movements are the same as those programmed.

Keywords: *Modification, CNC Lathe, CAD, Calibration, Stepper Motor, GRBL, Arduino Microcontroller*

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring dengan perkembangan Zaman saat ini, peran mesin perkakas CNC sangat dibutuhkan untuk menghadapi tantangan yang semakin berat di bidang industri saat ini khususnya pada industri permesinan.

EMCO Compact 5-PC CNC Lathe buatan Austria di Laboratorium Jurusan Teknik Mesin Universitas Sam Ratulangi (Gambar 1.1), sudah tidak beroperasi akibat penggunaan yang berlangsung lama dan sudah tidak terawat sehingga mesin ini tidak bisa dioperasikan lagi. Maka dari itu perlu dilakukan modifikasi pada mesin agar dapat digunakan kembali, kegiatan modifikasi yang akan dilakukan meliputi pergantian komponen lama dengan komponen yang baru dan merancang komponen-komponen tambahan pada bagian sistem eretan agar dapat terkalibrasi sehingga bisa lebih

presisi dan terhubung melalui sistem operasi *windows*.



Gambar 1.1 EMCO Compact 5-PC CNC Lathe di Jurusan Teknik Mesin Unsrat

1.2 Rumusan Masalah

Penelitian ini dilakukan dengan cara memodifikasi dari segi motor dan sistem eretan pada EMCO Compact 5-PC CNC Lathe agar dapat digunakan kembali sebagai sarana pelatihan mahasiswa, dengan

beberapa pengembangan yang dianggap perlu.

1.3 Batasan Masalah

1. Mesin yang dimodifikasi adalah mesin EMCO Compact 5-PC CNC *Lathe*.
2. Modifikasi ini hanya dilakukan pada bagian sistem eretan mesin bubut.
3. Tidak melakukan pengembangan perangkat lunak.
4. Tidak melakukan pengembangan *firmware*.

1.4 Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah modifikasi sistem eretan pada EMCO Compact 5-PC CNC *Lathe* dengan menambahkan sistem transmisi sabuk dan melakukan kalibrasi terhadap motor *stepper* menggunakan perangkat lunak, sehingga bisa dihasilkan produk yang lebih presisi.

1.5 Manfaat

Manfaat yang diperoleh dari melakukan modifikasi mesin CNC tersebut adalah agar mesin tersebut dapat beroperasi kembali dan dapat digunakan oleh mahasiswa jurusan teknik mesin sebagai pelatihan menggunakan mesin CNC di Laboratorium Jurusan Teknik Mesin Unsrat.

II. LANDASAN TEORI

2.1 Pengertian Modifikasi

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) arti dari kata modifikasi yaitu melakukan perubahan. Modifikasi adalah cara merubah bentuk sebuah barang dari yang kurang menarik menjadi lebih menarik tanpa menghilangkan fungsi aslinya, serta menampilkan bentuk yang lebih bagus dari aslinya. Modifikasi dapat diartikan sebagai upaya melakukan perubahan dengan penyesuaian baik dalam segi fisik material maupun dalam tujuan dan cara penilaian.

2.2 EMCO Compact 5-PC CNC Lathe

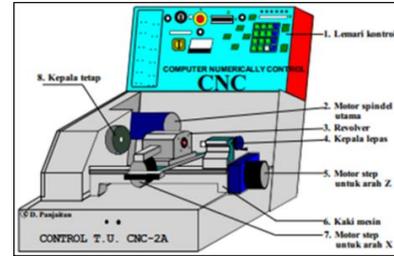
EMCO Compact 5-PC *Lathe* (Gambar 2.1), adalah mesin perkakas yang diproduksi pada tahun 1990 di Austria. Mesin ini menggunakan teknik pengerjaan secara otomatis yang dikontrol menggunakan komputer, yaitu melalui instruksi menggunakan bahasa numerik yang dinyatakan dalam suatu kode atau program.



Gambar 2.1 EMCO Compact 5-PC *Lathe*

2.3 Sejarah CNC

Awal lahirnya mesin CNC bermula dari tahun 1952 yang dikembangkan oleh John Parson dari *Institut Teknologi Massachusetts*, atas nama Angkatan Udara Amerika Serikat.



Gambar 2.2 Bagian-Bagian Utama Mesin Bubut CNC (GurupujaZ, 2019)

2.4 Pengertian Mesin Bubut CNC

Secara garis besar pengertian mesin bubut CNC (*Computer Numerically Control*) adalah pembaruan mesin bubut yang dikontrol oleh komputer dengan menggunakan bahasa numerik. CNC merupakan sistem otomatisasi mesin perkakas yang dioperasikan oleh perintah dan diprogram secara abstrak dan disimpan melalui media penyimpanan, hal ini berlawanan dengan kebiasaan mesin bubut konvensional, dimana mesin bubut konvensional biasanya dikontrol dengan putaran tangan atau otomatisasi sederhana.

2.5 Bagian-Bagian Utama Mesin Bubut CNC

Bagian-bagian utama mesin bubut CNC, terdiri dari: Kepala Tetap; Kepala Lepas; Meja Mesin; Cekam; Motor Pengerak Sumbu Utama; Motor Pengerak Eretan

2.6 Pengenalan Sistem dan Cara Kerja Eretan pada Mesin Bubut

Eretan adalah suatu rangkaian komponen pada mesin bubut yang berfungsi untuk mengatur arah penyayatan saat melakukan pembubutan atau dengan kata lain untuk menghantarkan pahat dalam melakukan penyayatan.

2.7 Motor Stepper

Motor *Stepper* adalah jenis motor yang putarannya berdasarkan langkah (*step*).



Gambar 2.3 Motor Stepper

2.8 Transmisi Sabuk

Transmisi sabuk adalah sistem transmisi tenaga dari poros yang satu ke poros yang lain melalui sabuk yang melingkar pada puli yang terpasang pada poros-poros tersebut.

2.9 Sabuk

Sabuk adalah elemen transmisi daya yang fleksibel yang dipasang secara ketat pada puli atau cakra. Sabuk dipasang dengan menempatkannya mengitari dua puli setelah jarak pusat antara keduanya dikurangi.

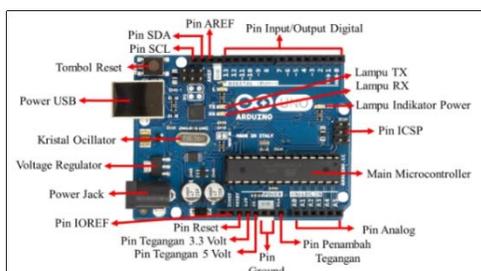
2.10 Mikrokontroler

2.10.1 Pengertian Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah sistem komputer yang berisi minimal memori dan pemrograman *input-output* yang diprogram untuk melakukan perhitungan, menerima *input* dan menghasilkan *output* yang sebagian elemennya dikemas dalam satu *chip IC*.

2.10.2 Arduino Uno

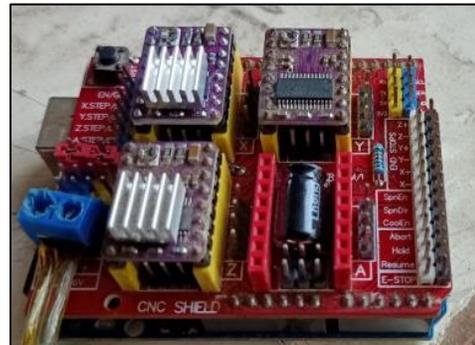
Arduino uno adalah papan rangkaian elektronik *open source* yang di dalamnya terdapat komponen utama yaitu sebuah *chip* mikrokontroler dengan jenis AVR dari perusahaan Atmel.



Gambar 2.24 Arduino Uno

2.11 CNC Shield V3

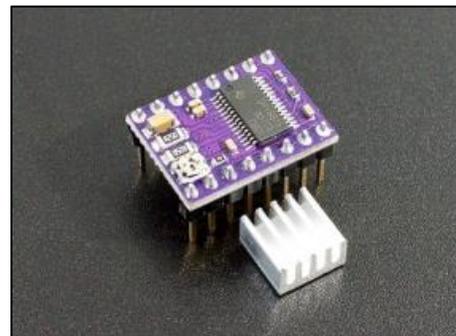
CNC *Shield V3* merupakan *board* ekspansi dari arduino, berfungsi untuk memudahkan dalam merakit/memasang komponen elektronik lainnya dan sebagai papan ekspansi driver DRV8825, bekerja pada 12-38V DC.



Gambar 2.25 CNC Shield V3 Dengan Module DRV8825

2.12 Driver Motor IC DRV8825

DRV8825 adalah driver motor mikrostepping dengan penerjemah bawaan dalam pengoperasian motor *stepper*.



Gambar 2.26 Driver Motor DRV8825

2.13 Perangkat Lunak (*Software* dan *Firmware*)

2.13.1 Pengertian *Software*

Perangkat lunak/*Software* adalah data yang diprogram, disimpan, dan diformat secara digital dengan fungsi tertentu.

2.13.2 Pengertian *Firmware*

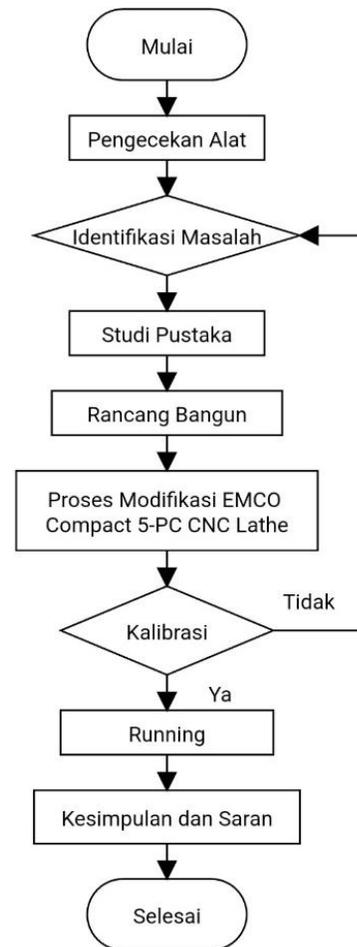
Firmware adalah perangkat lunak atau bisa disebut sebagai program yang bersifat tetap, yang tertanam pada unit perangkat keras seperti alat-alat elektronik, alat telekomunikasi dan komponen-komponen komputer

2.14 Material

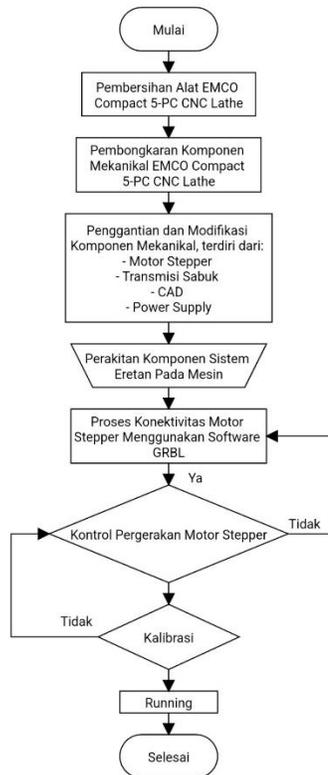
Filament pencetakan 3D adalah bahan baku termoplastik untuk printer 3D pemodelan deposisi menyatu. Filament terdiri dari satu benang plastic tipis yang digulung menjadi gulungan.

III. METODOLOGI PENELITIAN

Prosedur penelitian ini menggunakan metode kualitatif, dikarenakan saat melakukan modifikasi membutuhkan observasi mendalam mengenai alat yang akan dimodifikasikan. Gambar 3.1 adalah diagram alir prosedur penelitian dan Gambar 3.2 adalah diagram alir proses modifikasi EMCO Compact 5-PC CNC lathe.



Gambar 3.1 Diagram Alir Prosedur Penelitian



Gambar 3.2 Diagram Alir Proses Modifikasi EMCO Compact 5-PC CNC *Lathe*

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Modifikasi mesin EMCO Compact 5-PC CNC *Lathe* ini meliputi pembongkaran komponen sistem mekanikal yang di dalamnya terdiri dari sistem eretan, motor *stepper* untuk sumbu *X*, *Y* dan *Z* yang sebelumnya menggunakan komponen lama diganti dengan komponen baru dengan mempertimbangkan tingkat efektifitas dan kepresisiannya.

4.1 Pembongkaran Komponen

Proses pembongkaran komponen ini bertujuan untuk menganalisis tindakan dan kebutuhan yang diperlukan dalam melakukan modifikasi alat, dimana dalam proses pembongkaran terdapat komponen yang sudah tidak bisa dioperasikan lagi sehingga akan digantikan dengan komponen baru yang sesuai dengan kebutuhan alat CNC *Lathe*.

4.2. Penggantian dan Modifikasi Komponen Sistem Mekanikal

Proses pergantian komponen sistem eretan mesin EMCO Compact 5-PC CNC *Lathe* ini difokuskan pada pergantian komponen motor *stepper*. Pergantian ini dimaksud karena motor *stepper* lama dengan tipe SM-072-0060-KN hanya menghasilkan sudut *step* 5° per detik artinya diperlukan 72 hingga 100 langkah setiap putaran penuh pada motor, sedangkan motor *stepper* baru dengan tipe Nema 23 STA-56D1013 menghasilkan sudut *step* 1.8° artinya dalam satu putaran penuh pada motor terjadi 200 langkah atau 200 *step/rev*.

Dalam memodifikasi mesin CNC ini diperlukan komponen mekanikal tambahan untuk menggerakkan rumah pahat yaitu transmisi sabuk. Sabuk adalah elemen transmisi daya yang fleksibel yang dipasang secara ketat pada puli atau cakra. Dalam hal

ini jenis sabuk yang digunakan adalah sabuk sinkron (*synchronous belt*), sering disebut juga sabuk gilir (*timing belt*), bergerak bersama puli yang mempunyai alur-alur yang sesuai dengan gigi-gigi pada sisi dalam sabuk.

4.3 Proses CAD

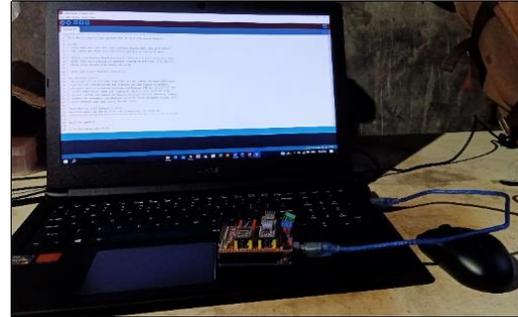
Proses desain CAD ini adalah tahap implementasi gambar kerja atau dikenal dengan gambar teknik. Bagaimana desain yang dihasilkan secara digital modeling ditransfer ke perangkat lunak dalam hal ini menggunakan perangkat lunak Solidworks 2017. Proses dan hasil CAD untuk pembuatan sistem transmisi pada sumbu Z, ditunjukkan pada Gambar 4.4, 4.5 dan 4.6.

4.4 Proses Konektivitas Motor Stepper Menggunakan Perangkat lunak GRBL

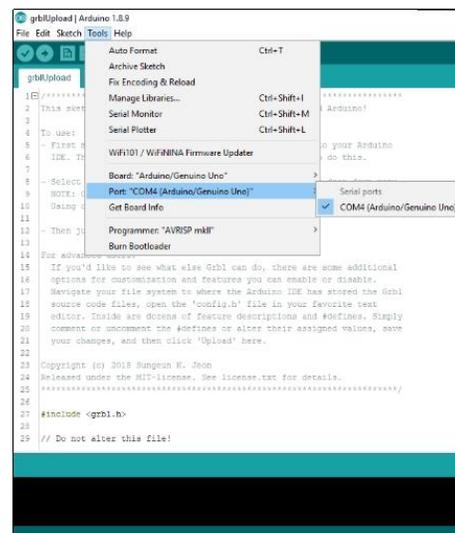
Proses konektivitas pada CNC hasil modifikasi menggunakan Arduino Uno sebagai unit pemrosesan pusatnya. Fungsi dari arduino adalah untuk mengolah sinyal input menjadi output berdasarkan kode program/*G-code* yang diprogram pada arduino. Hex file GRBL diunggah ke dalam *board* Arduino Uno agar dapat membaca perintah *G-Code/NC.Code* sehingga dapat mengontrol pergerakan dari motor *stepper*.

Untuk mengunggah hex file GRBL ke board Arduino Uno menggunakan perangkat

lunak “Arduino IDE” yaitu dengan cara menghubungkan Arduino Uno ke laptop (Gambar 4.11). Kemudian pilih menu “Tools” lalu ke “Port” pilih *board* Arduino dengan nama “COM4” (Gambar 4.12).

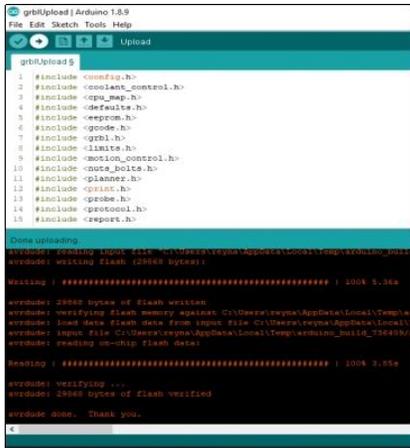


Gambar 4.11 Menghubungkan Arduino Uno Ke Laptop



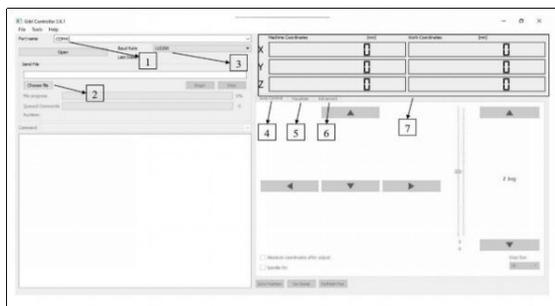
Gambar 4.12 Pemilihan Port Arduino

Selanjutnya buka hex file GRBL melalui *library*, kemudian klik menu “Verify” dan “Upload”. Pada Gambar 4.13 menunjukkan hex file GRBL berhasil diunggah ke *board* Arduino Uno.

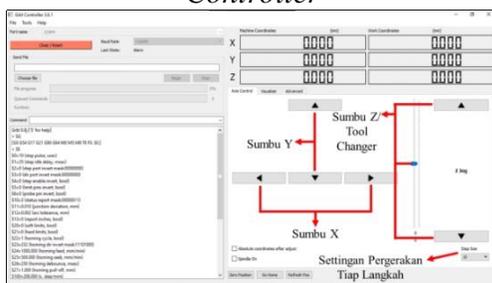


Gambar 4.13 Hasil Pengunggahan HeX File GRBL ke Arduino Uno

Untuk mengontrol pergerakan dari motor *stepper* dibutuhkan perangkat lunak GRBL *Controller* yang sudah terunduh pada komputer/laptop. Tampilan perangkat lunak GRBL *Controller* dapat dilihat pada Gambar 4.14.



Gambar 4.14 Perangkat Lunak GRBL *Controller*



Gambar 4.15 Axis Kontrol Pada Perangkat Lunak GRBL *Controller*

Pada Gambar 4.15 menampilkan Arduino Uno yang sudah terkoneksi dengan perangkat lunak GRBL *Controller* dengan nama *port* “COM4” yaitu nama *port* dari Arduino Uno. Gerakan dari motor *stepper* pada setiap sumbu sudah dapat dikontrol melalui perangkat lunak GRBL *Controller*.

4.5 Kalibrasi Sumbu (Axis)

Pengkalibrasian dilakukan pada komponen aktuator dan sistem kontrol pada mesin agar pergerakan yang diprogram sama dengan pergerakan yang dihasilkan oleh motor *stepper* tersebut, agar dimensi dapat sesuai dengan apa yang sudah didesain dan diprogram.

4.6 Pengaturan Kecepatan Motor *Stepper*

Kecepatan motor *stepper* pada tiap sumbu memengaruhi kecepatan potong dan kecepatan pemakanan terhadap benda kerja. Maka perlu diatur kecepatan motor *stepper* untuk meminimalisir kesalahan pada saat pengerjaan benda kerja. Dalam hal ini yang akan diatur adalah maksimum kecepatan motor *stepper* pada tiap sumbu, sehingga kecepatan motor *stepper* tidak akan melebihi kecepatan yang ditentukan pada settingan GRBL.

4.7 Pembahasan

Penelitian ini adalah memodifikasi EMCO Compact 5-PC CNC *Lathe* yang sebelumnya sudah tidak beroperasi akibat penggunaan yang berlangsung lama dan tidak terawat sehingga membuat mesin ini dapat dioperasikan lagi. Proses yang dilakukan yaitu pembongkaran komponen lama yang terdapat pada mesin CNC tersebut dan dilakukan penggantian komponen yang baru. Kemudian dilakukan rancang bangun komponen dengan menggunakan *software* Solidworks 2017. Beberapa komponen penting yang digunakan pada mesin ini adalah komputer/laptop sebagai *input* program, Arduino Uno sebagai mikrokontroler atau pemrosesan pusatnya, CNC Shield sebagai papan ekspansi Driver Motor, Driver Motor DRV8825 sebagai penggerak motor *stepper* pada sumbu X, sumbu Y, dan sumbu Z, motor *stepper* sebagai aktuator, dan power supply untuk menyuplai arus listrik sesuai dengan yang dibutuhkan.

Pengontrolan hasil pergerakan motor *stepper* harus sesuai dengan apa yang diprogram, maka perlu dilakukan kalibrasi motor *stepper* pada sumbu X, sumbu Y, dan sumbu Z dengan cara diatur melalui *software* GRBL *Controller*. Hasil kalibrasi didapat sesuai yang diharapkan. *Input* program G01

X10 melalui *Software* maka motor *stepper* sumbu X pada mesin akan bergerak sebanyak 10mm ke arah kanan dan *input* kode program G01 X-10 maka motor *stepper* sumbu X akan bergerak sebanyak 10mm ke arah kiri. *Input* kode program G01 Y10 maka motor *stepper* sumbu Y yaitu pada eretan *toolchanger*, maka akan bergerak sebanyak 10mm ke arah depan dan *input* kode program G01 Y-10 maka motor *stepper* sumbu Y akan bergerak sebanyak 10mm ke arah belakang. *Input* kode program G01 Z-1 maka motor *stepper* sumbu Z akan memutar *toolchanger* searah jarum jam dengan sudut 120°. Maka dari hasil kalibrasi mesin EMCO Compact 5-PC CNC *Lathe* sudah dapat dioperasikan.

V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Modifikasi sistem eretan EMCO Compact 5-PC CNC *Lathe* telah berhasil. Proses yang dilakukan adalah pembongkaran komponen lama dan dilakukan penggantian motor *stepper*, penambahan transmisi *belt*, merakit komponen tambahan sebagai dudukan komponen baru pada mesin. Mesin dapat beroperasi dengan menghubungkan komputer/laptop dengan sistem operasi *windows* yang dihubungkan pada *board* Arduino Uno agar dapat menjalankan *software* yang diperlukan untuk kalibrasi dan

mengontrol kecepatan perputaran eretan motor *stepper* pada sumbu X, sumbu Y, dan sumbu Z. Mesin EMCO Compact 5-PC CNC *Lathe* dapat dioperasikan.

5.2 Saran

Saran dari penelitian ini adalah:

1. Putaran motor *spindle* pada mesin EMCO Compact 5-PC CNC *Lathe* dapat dikembangkan agar *chuck*/pencekam dapat berputar searah jarum jam dan berlawanan arah jarum jam.
2. EMCO Compact 5-PC CNC *Lathe* dapat dikembangkan dengan menambahkan sistem indikator yang berguna pada penggunaan alat.
3. EMCO Compact 5-PC CNC *Lathe* dapat dikembangkan dengan menambahkan PC dan layar monitor.
4. EMCO Compact 5-PC CNC *Lathe* dapat dikembangkan dengan menambahkan PC dan layar monitor.
5. Menggunakan material aluminium untuk pembuatan *bracket* penahan motor *spindle*.

DAFTAR PUSTAKA

Aditya, L. 2019. *Prototipe 3D Printer Berbasis Mikrokontroler Arduino Mega 2560*. Tugas Akhir Program S1

Teknik Elektro President University. Cikarang.

Aldy RaZor. *Gambar-Gambar Arduino Uno dan Penjelasan Fungsi Bagian-Bagiannya*.

<https://www.aldyraZor.com/2020/04/gambar-arduino-uno.html>, 26 Oktober 2022.

AndalanElektro. *Mengenal Motor Stepper*. <https://www.andalanelektro.id/2021/01/mengenal-motor-stepper.html>, 30 September 2022.

Arifin, J, et al. 2016. *Perancangan Murottal Otomatis Menggunakan Mikrokontroler Arduino Mega 2560*. Jurnal Media Infotama. Vol. 12. Is. 1. Pp. 89 – 98.

Belajar Elemen Mesin Part 2 Jenis-Jenis Transmisi Sabuk Datar. <https://blogcatatanrandom.blogspot.com/2017/01/belajar-elemen-mesin-part-2-jenis-jenis.html>. 28 Agustus 2022.

Gustaman, 2015. *Otomatisasi Mesin Bubut Konvensional Celtic 14 NBC Menggunakan Kendali CNC GSK 928 TE II*, Vol. 20, pp. 36-48.

Mahandari, C. P dan Gustaman. 2014. *Retrofit Mesin Bubut Konvensional Menggunakan Kendali CNC GSK 928 TE II*. Prosiding Seminar Ilmiah

- Nasional Komputer dan Sistem Intelijen (KOMMIT 2014), Universitas Gunadarma, Depok. Pp. 139-145.
- Mott, R. L. 2009. *Elemen-Elemen Mesin dalam Perancangan Mekanis*. ANDI. Yogyakarta
- Pengenalan Sistem dan Cara Kerja Eretan pada Mesin Bubut*. <https://teXt-id.123dok.com/document/1y9deg9dq-pengertian-eretan-pada-mesin-bubut.html>. 14 Juli 2022.
- , Vol. 8, No. 2, pp. 130.
- Putra, A. K, *et al*, 2019. *Perakitan 3D Printer Fused Deposite Modeling (FDM) Berbasis Arduino Mega 2560*. Gaung Informatika, Vol. 12, No. 2, pp. 125.
- Putra, K.S dan Sari, U.R. 2018 *Pemanfaatan Teknologi 3D Printing Dalam Proses Desain Produk Gaya Hidup*. Seminar Nasional Sistem Informasi dan Teknologi Informasi 2018. pp. 917-922. ISSN 2621-0428.
- Rahdiyanta, D. 2017. *Prinsip Kerja dan Bagian-Bagian Utama Mesin Bubut CNC TU-2A*. <https://docplayer.info/38970228-Materi-ppm-prinsip-kerja-dan-bagian-bagian-utama-mesin-bubut-cnc-tu-2a-oleh-dr-dwi-rahdiyanta-ft-uny.html>. 14 Juli 2022.
- Roswaldi, Sk, et al, 2019. *Implementasi Mini CNC Router 3 Axis untuk Pembuatan Huruf dan Gambar Berbasis GRBL 3.6.1*. Proceeding Seminar Nasional Politeknik Negeri Lhokseumawe, Vol. 3, No. 1.
- Setyoadi, Y. dan Latifah, K. 2015. *Integrasi Software CAD-CAM dalam Sistem Operasi Mesin Bubut CNC*. Vol. 1, No. 2.
- Syahroni. 2015. *Perancangan dan Pengembangan Mesin Bubut Kendali CNC TMC 320 Dengan Menggunakan Kendali CNC Headman 1000 TD*. Jurnal Teknologi dan Rekayasa, Vol. 20, No. 1, pp. 53.
- Transmisi Sabuk Jenis Transmisi Sabuk dan Pemakaiannya*, <https://teXt-id.123dok.com/document/1y9d7X1rq-transmisi-sabuk-jenis-transmisi-sabuk-dan-pemakaiannya.html>. 28 Agustus 2022.