

RANCANGAN CNC PLOTTER UNTUK MENULIS DAN MENGGAMBAR

Christhoper Tanato¹⁾, Alfa Satya Putra^{2*)}

¹Sistem Komputer, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Pelita Harapan
E-mail: christopher_tanato@yahoo.com¹⁾

²Sistem Komputer, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Pelita Harapan
E-mail: alfa.putra@uph.edu²⁾

**Penulis Korespondensi*

Abstract – The growth of technology in writing and drawing using machineries has experienced a significant growth, one such technology is a CNC Plotter machine. This research focuses on designing a CNC Plotter machine that can be programmed to write and draw with movement similar to human hand movement. CNC Plotter is designed using Arduino as microcontroller, stepper motors, and A4988 module as motor driver. G-code is used to control the movement of CNC Plotter, and can be created from importing an image that has been threshold filtered and using trace bitmap function to obtain the outer line of the image. G-code is created using InkScape and is processed using Processing. From experiment results, it can be concluded that the designed CNC Plotter machine works with very good accuracy. Stepper motor works very well. Images and texts created using CNC Plotter has accuracy rate between 85% to 90%.

Keywords: CNC Plotter, Arduino, Stepper motor, G-code

Abstrak – Perkembangan teknologi untuk menulis dan menggambar menggunakan mesin terus mengalami kemajuan yang signifikan, salah satunya adalah teknologi mesin CNC Plotter. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sebuah mesin CNC Plotter yang dapat diprogram untuk menulis dan menggambar dengan gerakan yang menyerupai pergerakan tangan manusia. CNC Plotter dirancang menggunakan Arduino sebagai mikrokontroler, stepper motor, dan modul A4988 sebagai motor driver. G-code digunakan untuk mengatur pergerakan dari CNC Plotter, dan dibuat dari import gambar yang telah difilter threshold dan menggunakan fungsi trace bitmap untuk mendapatkan outer-line dari gambar. G-code dibuat menggunakan aplikasi InkScape dan dibaca menggunakan program Processing. Dari hasil pengujian yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa rancangan dari CNC Plotter yang dibuat berjalan dengan akurasi cukup baik. Stepper motor dapat bekerja dengan baik. Gambar dan tulisan yang dibentuk oleh mesin CNC Plotter memiliki tingkat akurasi antara 85% hingga 90%.

Kata Kunci: CNC Plotter, Arduino, Stepper motor, G-code

PENDAHULUAN

Tradisi menulis sudah dimulai sejak 35.000 tahun lalu sebelum masehi,

Diterima <10062021>, Revisi <12072021>, Diterima untuk publikasi <26072021>.
Copyright © 2021 Published by PSDKU Sistem Informasi UPH Kampus Medan,
ISSN : 2528-5114

sedangkan tradisi menggambar dimulai sejak 30.000 tahun lalu sebelum masehi[1][2]. Tulisan pertama kali ditemukan berupa penjelasan kejadian-kejadian yang terjadi pada zaman dahulu, sedangkan menggambar ditemukan dengan gambar binatang yang ditemui manusia pada zaman dahulu[3]. Salah satu perkembangan ilmu menulis adalah menulis indah, yaitu tulisan yang memiliki makna yang sama namun dengan bentuk tulisan yang dibuat sedikit berbeda dengan tulisan biasa.

Perkembangan dalam teknologi alat untuk menulis dan menggambar juga mengalami kemajuan yang cepat. Saat ini terdapat berbagai mesin yang dapat menghasilkan tulisan dan gambar, salah satunya adalah mesin *printer*. Namun mesin *printer* tidak dapat melakukan gerakan tangan untuk menulis dan menggambar. Makalah ini akan membahas penelitian menggunakan teknologi alat *CNC Plotter* untuk membuat tulisan dan gambar. Penelitian ini bertujuan untuk membuat prototipe mesin *CNC Plotter* yang dapat menulis dan menggambar dengan gerakan yang menyerupai gerakan manusia. Batasan-batasan yang diterapkan pada penelitian ini antara lain adalah mikrokontroler yang digunakan untuk menjalankan mesin *CNC* adalah *Arduino Uno*, mesin *CNC* hanya digunakan pada bidang datar 2 dimensi, aktuator yang digunakan adalah *Stepper Motor* dan servo, mesin *CNC* hanya menggunakan 1 pulpen untuk menggambar dan menulis, mesin *CNC* hanya dapat menulis sesuai font yang terdapat pada *software* untuk membuat tulisan, dan mesin *CNC* hanya dapat membaca file *g-code*.

METODE PENELITIAN

Metode yang dilakukan dalam penelitian ini adalah studi literatur untuk pembelajaran bahasa pemrograman C, perhitungan matematika dan logika, proses kendali dengan sistem control, dan teori struktur data. Lalu dilanjutkan

dengan studi eksperimen untuk kinerja *Stepper Motor* dan mikrokontroler *Arduino* dan pemahaman komunikasi *Arduino* dengan *Stepper Motor*.

LANDASAN TEORI

Pada bagian ini akan dijelaskan beberapa dasar teori yang digunakan pada penelitian ini, antara lain teori tentang *Computer Numerical Control (CNC)*, *CNC Plotter*, *Arduino UNO*, *InkScape*, *G-Code*, *Stepper* dan *Servo Motor*.

Computer Numerical Control (CNC)

Computer Numerical Control (CNC) adalah mesin untuk mengelolah bahan mentah berdasarkan desain yang telah dibuat pada *software* dan dikirimkan ke *microcontroller* yang terdapat pada mesin *CNC*. Konsep *Computer Numerical Control* merupakan pengembangan dari konsep *Numerical Control (NC)* yang bekerja berdasarkan kumpulan instruksi kode berupa angka, huruf, dan simbol yang dapat dimengerti oleh *Machine Control Unit (MCU)*[4][5].

CNC Plotter

CNC Plotter merupakan salah satu jenis *printing* yang menggunakan pulpen untuk menggambar pada sebuah permukaan rata. *CNC Plotter* umum digunakan untuk melakukan *printing* baik dalam dua maupun tiga dimensi, dan memiliki kelebihan dimana komponen yang digunakan relatif murah dan mudah untuk didapatkan[4].

Arduino UNO

Arduino UNO adalah papan *microcontroller* yang menggunakan chip *ATmega328P*, memiliki 14 pin digital input/output dimana 6 pin dapat digunakan sebagai *PWM (Pulse Width Modulation)* output, 6 pin analog input, 16 MHz *crystal oscillator*, konektor USB tipe B *female*, *power jack DC*, *ICSP (In Circuit Serial Programming) header*, dan tombol *reset*. *Arduino UNO* dapat

deprogram menggunakan kabel USB dan software Arduino IDE[6].

InkScape

InkScape adalah perangkat lunak *editor* grafis vektor yang bersifat *open-source*. InkScape menggunakan *Scalable Vector Graphics* (SVG) sebagai format standar penyimpanan file. InkScape juga dapat menggunakan ekstensi untuk format *file g-code* yang digunakan pada mesin CNC. Pada penelitian ini, versi InkScape yang digunakan adalah versi 0.48 dengan ekstensi untuk mengolah *file g-code*.

G-Code

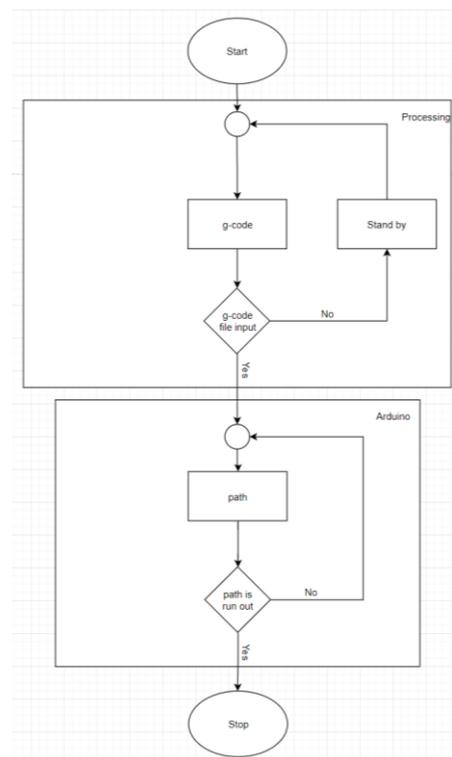
G-code adalah fungsi yang digunakan dalam bahasa pemrograman *Numerical Control* (NC) yang mengandung informasi posisi alat penggambar pada mesin. Perintah yang dilakukan pada G-code meliputi mengubah *pallette*, mengatur pergerakan alat, dan mengatur informasi alat. *Software Processing* digunakan untuk memproses file G-code, dan software CAMotic digunakan untuk melakukan simulasi file G-code pada penelitian ini[7].

Motor

Pada penelitian ini jenis motor yang digunakan adalah *Stepper Motor* dan *Servo Motor*. *Stepper Motor* adalah motor DC yang tidak mempunyai komutator, umumnya hanya mempunyai kumparan pada bagian *stator* sedangkan bagian *rotor* merupakan magnet permanen. *Stepper motor* dapat diperintah untuk bergerak ke posisi dan berputar ke arah yang diinginkan[8]. *Servo Motor* adalah perangkat atau aktuator putar yang dirancang dengan sistem kontrol umpan balik *loop* tertutup, dapat diatur untuk menentukan dan memastikan posisi sudut dari poros *output* motor[9].

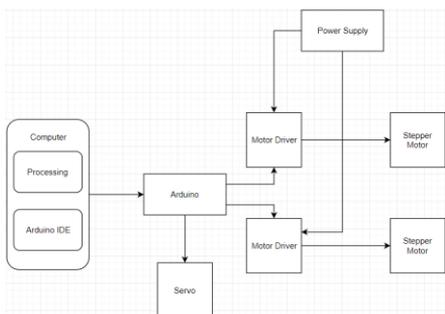
PERANCANGAN SISTEM

Sistem CNC *Plotter* diharapkan dapat bekerja seperti diagram *flow chart* pada Gambar 1. *Flow chart* dibagi menjadi dua bagian, yaitu bagian *Processing* dan bagian *Arduino*. Sistem dimulai dari bagian *Processing* dengan membaca file *g-code* yang telah dimasukkan oleh pengguna. Isi *g-code* diubah menjadi *string* yang dapat dibaca oleh *Arduino*. *String* kemudian dikirimkan ke *Arduino* untuk diproses hingga *string* selesai dibaca.



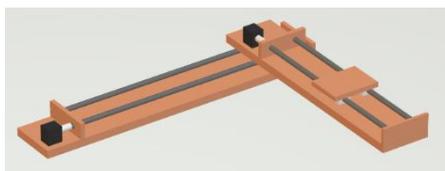
Gambar 1. Flow Chart Sistem

Sistem CNC *Plotter* memiliki diagram blok seperti pada Gambar 2. Komputer memberikan instruksi kepada *Arduino* untuk menjalankan *Servo* dan *Stepper Motor*. *Stepper Motor* memerlukan daya 12-36V, sehingga diperlukan sebuah *power supply*.



Gambar 2. Diagram Blok Sistem

Pada perancangan sistem CNC *Plotter* ini akan dibuat 3 model mesin yang memiliki penggerak yang berbeda, yaitu *threadroad*, *timing belt*, dan *gear&rack gear*. Gambar 3 adalah desain 3D dari CNC *Plotter* yang akan dibuat.



Gambar 3. Desain 3D CNC *Plotter*

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian dibagi menjadi dua bagian, yaitu pengujian pergerakan stepper motor dan pengujian menulis dan menggambar.

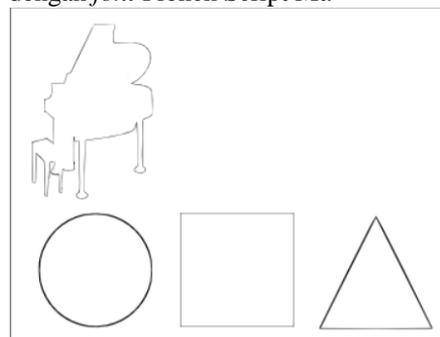
Pada pengujian *stepper motor* dilakukan uji putaran step *Stepper Motor* dengan menggunakan *motor driver A4988* dan kecepatan putaran motor. Dari pengujian yang dilakukan, didapatkan hasil rumus untuk menghitung skala 1 koordinat untuk menjadi 1 cm, yaitu rumus (1):

$$Step' = \frac{Panjang'}{\frac{Jarak}{Step^\circ} \times Panjang^\circ} \quad (1)$$

Dimana *Step'* adalah skala perubahan 1 satuan koordinat untuk step dalam perbandingan ukuran *real* dan *g-code*, *Panjang'* adalah panjang ukuran kertas, *Jarak* adalah jarak yang ditempuh dalam *Step°*, *Step°* adalah jumlah *step* yang digunakan sebagai standar, dan *Panjang°*

adalah ukuran kertas dalam skala XY pada *g-code*.

Pengujian menulis dan menggambar dilakukan dengan membuat *g-code* untuk tulisan dan gambar menggunakan *InkScape*. Gambar 4 merupakan gambar yang akan dibentuk berupa piano, lingkaran, segiempat dan segitiga. Gambar 5 adalah tulisan yang akan dibentuk berupa tulisan “TEST NORMAL TEXT” dengan font *Calibri*, dan tulisan “TEST MENULIS INDAH” dengan *font French Script Mt*.

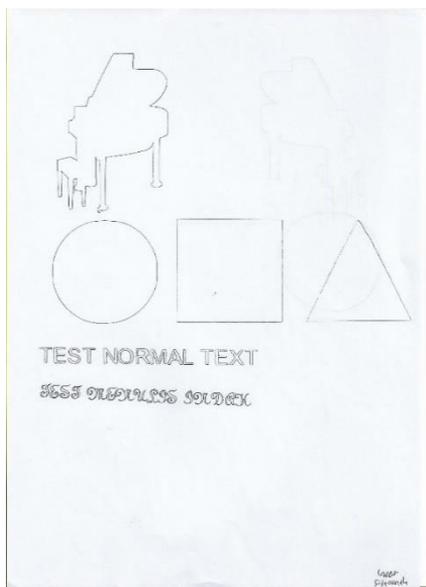


Gambar 4. Pengujian Gambar



Gambar 5. Pengujian Tulisan

Setelah *g-code* untuk gambar dan tulisan dibuat, dilakukan pengujian pada CNC *Plotter* untuk membuat gambar dan tulisan yang diberikan. Hasil dari mesin CNC *Plotter* untuk menulis dan menggambar dapat dilihat pada gambar 6, dan analisis dari hasil menulis dan menggambar dapat dilihat pada tabel 1. Berdasarkan hasil yang diperoleh, dapat disimpulkan bahwa tingkat akurasi dari mesin CNC *Plotter* untuk menulis dan menggambar berkisar antara 85% hingga 90%.



Gambar 6. Hasil CNC Plotter

Tabel 1. Perbandingan Desain dan Hasil

Desain	Hasil
Dapat bergerak secara vertikal dan horizontal seperti tangan	Dapat bergerak secara vertikal dan horizontal seperti tangan
Dapat bergerak membentuk lengkungan	Gergerak membentuk lengkungan tidak sempurna
Dapat menghasilkan tulisan dengan gerakan seperti tulisan tangan	Dapat menghasilkan tulisan dengan pergerakan yang sedikit berbeda dengan tangan
Dapat menghasilkan gambar dengan gerakan seperti menggambar tangan	Dapat menghasilkan gambar dengan pergerakan yang sedikit berbeda dengan menggambar tangan

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil perancangan dan pengujian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa rancangan mesin CNC Plotter dapat melakukan pergerakan yang menyerupai gerakan tangan manusia untuk menulis dan menggambar dengan tingkat akurasi antara 85% hingga 90%. Rancangan mesin CNC Plotter mengalami sedikit kesulitan dalam menulis dan

menggambar lengkungan dengan baik, dikarenakan perhitungan untuk menggerakkan sumbu X dan Y dengan stepper motor masih belum sempurna. Untuk pengembangan kedepan, beberapa saran yang dapat diterapkan untuk meningkatkan akurasi dari mesin CNC Plotter antara lain adalah penggunaan stepper motor yang memiliki jarak tempuh 1 step lebih kecil, menggunakan dua Stepper Motor pada sumbu Y, dan menggunakan bahan dasar dan kerangka yang lebih kokoh dalam pembuatan mesin CNC plotter.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Schmandt-Besserat, D. (1992). Before Writing. (2 vols). Austin, Texas: University of Texas Press.

[2] Bruce Cole, Adelheid M. Gealt (1991). Art of the Western World: From Ancient Greece to Post Modernism. Simon and Schuster.

[3] Baines, J. (2007). Visual and Written culture in Ancient Egypt. Oxford: Oxford University Press, Cambridge: Cambridge University Press.

[4] Prof. Neha Chourasia. 2018. Implementation of Low Cost CNC Plotter Using Arduino. International Journal for Research in Applied Science & Engineering Technology Volume 6 Issue IV, Halaman 20-28. <https://www.ijraset.com/files/serve.php?FID=15734>.

[5] Sutarman. 2018. Computer Numerical Control (CNC) Milling and Turning for Machining Process in Xintai Indonesia. Quest Journals Journal of Research in Mechanical Engineering Volume 3 ~ Issue 5. Halaman 1-7. <http://www.questjournals.org/jrme/papers/vol3-issue5/A350107.pdf>

- [6] Arduino. 2021. What is Arduino?
<https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction>
- [7] Stp Administrator.
<http://technopark.surakarta.go.id/id/media-publik/sains-dan-edukasi/543-mengenal-program-g-code-pada-mesin-cnc>.
- [8] Syahrul. 2011. Stepper Motor: Teknologi, Metoda dan Rangkaian Kontrol. Jurnal Majalah Ilmiah Unikom Vol.16, No.2. Halaman 187-202.
https://jurnal.unikom.ac.id/_s/data/jurnal/v06-n02/vol-6-artikel-7.pdf/pdf/vol-6-artikel-7.pdf.
- [9] Trikueni Dermanto. 2014. Pengertian dan Prinsip Kerja Motor Servo. <http://trikueni-desain-sistem.blogspot.com/2014/03/Pengertian-Motor-Servo.html>