

## RANCANG BANGUN ALAT *CUTTING* STIKER BERBASIS ARDUINO NANO

Ilham Pratama<sup>1</sup> Rafi Pangestu<sup>2</sup>,

<sup>1</sup>Elektro, Teknik, Universitas Muhammadiyah Tangerang

<sup>2</sup> Elektro, Teknik, Universitas Muhammadiyah Tangerang

[iempratama@gmail.com](mailto:iempratama@gmail.com) [rafipangestu2001@gmail.com](mailto:rafipangestu2001@gmail.com)

### Abstrak

Penggunaan mesin CNC mengalami peningkatan. Hal ini menyebabkan tergesernya tenaga konvensional menjadi terbelakang. Para pengusaha UMKM yang ingin mengikuti arus modern juga mengalami kesulitan dalam pembuatan maupun pembelian alat CNC produksi pabrik dikarenakan harganya yang terbilang mahal. Dalam penelitian ini dilakukan perancangan pembuatan alat CNC menggunakan mikrokontroler arduino sebagai alternatif pengganti mesin CNC pabrikan yang diharapkan dapat menekan *budget* alat. Pada penelitian ini dibuat alat CNC berupa alat *cutting* stiker berbasis arduino nano. Penelitian dilakukan dengan arduino nano, *driver* motor A4988, motor stepper nema 17, dan *cnc shield v3 for arduino nano*. Hasil yang diperoleh alat dapat berjalan dengan semestinya. Dalam uji coba ditemukan beberapa kekurangan yaitu mikrokontroler yang tiba-tiba tidak terhubung, alat tidak dapat membaca *G-code* dikarenakan ukuran desain yang kecil, dan laptop yang digunakan sering *stuck* karena *software G-code sender* yang digunakan terlalu berat. Dalam pengoperasian alat tidak harus memiliki kemampuan khusus, kecuali kemampuan khusus yang digunakan untuk membuat desain gambar.

**Kata Kunci :** Arduino Nano, *Cutting* Stiker, *Driver* A4988, Motor Stepper, *G-Code*.

### PENDAHULUAN

Saat ini persaingan dalam dunia industri sangat ketat. Dibutuhkan strategi dan usaha agar industri tetap dapat bersaing melalui produk-produknya. Tuntutan akan kualitas produk, kecepatan dan harga bersaing dengan ketat. Pemanfaatan teknologi *open source* untuk digunakan sebagai jalan untuk memenangkan persaingan mulai dikembangkan. Melalui kesempatan itu dunia industri mulai menerapkan sistem komputer pada proses dari pembuatan produknya salah satunya adalah melalui CNC. Penggunaan dan kebutuhan mesin cnc saat ini mengalami peningkatan pada dunia industri. CNC ( *Computer Numerical Control* ) yang berarti komputer kontrol numerik merupakan sistem otomatisasi yang dijalankan dengan mengubah karakter *G-code* yang berupa huruf maupun angka untuk diproses untuk menjalankan alat. Namun harga yang harus dikeluarkan sebagai usaha UMKM cukup tinggi untuk membeli mesin cnc yang sudah beredar dipasaran. Mesin cnc yang dijual dipasaran juga memiliki fungsi tersendiri dari setiap produk yang ditawarkan. Oleh karena itu perlu solusi untuk mengatasi hal tersebut,

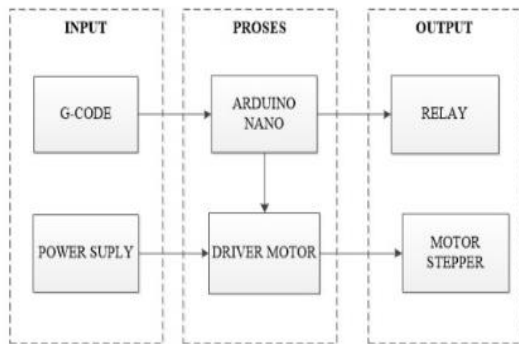
diantaranya dengan melakukan pembuatan mesin cnc yang lebih ekonomis dengan fungsi dan hasil yang sama atau mendekati. *Open source* merupakan *software* dengan *source code* yang terbuka dan dapat

dipakai secara umum. *Source code* yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini berupa GRBL. GRBL pada awalnya memang di implementasikan pada *microprocessor* yang dipakai pada arduino. Setelah dikembangkan, saat ini GRBL dapat digunakan untuk berbagai macam keperluan pembuatan mesin cnc berbasis arduino. Pemanfaatan *software open source* diharapkan akan semakin menambah kreativitas. Dalam penelitian ini bermaksud untuk membuat mesin cnc, yaitu Alat *Cutting* Stiker Menggunakan Sistem Kontrol Arduino yang dikhususkan untuk pemotongan stiker sesuai pola dan bentuk yang akan di jalankan melalui komputer atau laptop.

### METODE PENELITIAN

#### 2.1. Blok Diagram Sistem Rancang Bangun Alat *Cutting* Stiker

*Blok diagram* bertujuan untuk menerangkan sistem secara garis besar dari proses berupa gambar agar dapat dipahami dan dimengerti.

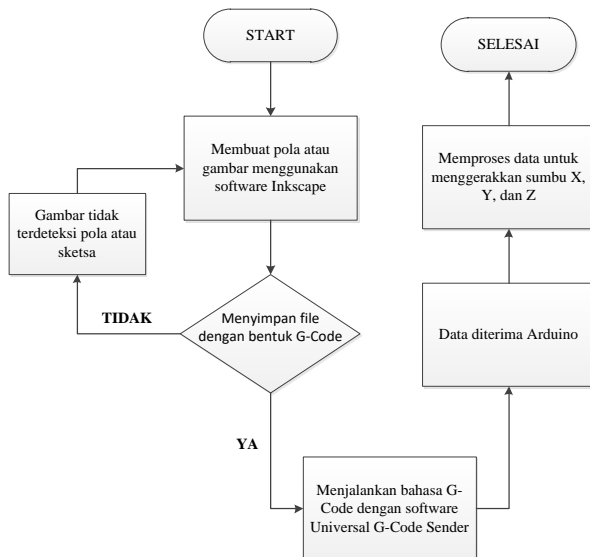


Gambar 1. Blok diagram

Pada *blok diagram*, terbagi menjadi 3 bagian, yaitu : *Input*, *Proses*, dan *Output*. Setiap bagian pada *blok diagram* memiliki komponennya masing-masing dan memiliki fungsinya. *Input power supply* dan *G-code*. *Proses* yaitu arduino nano sebagai mikrokontroler yang akan memproses data kemudian di teruskan ke motor driver. *Output* motor stepper dan relay yang akan menjadi penggerak sumbu X, Y, dan Z.

## 2.2. Flowchart Cara Kerja Rancang Bangun Alat Cutting Stiker

*Flowchart* merupakan sebuah alur dari cara kerja alat, bertujuan untuk menerangkan alur dari proses berupa gambar agar dapat dipahami dan dimengerti.



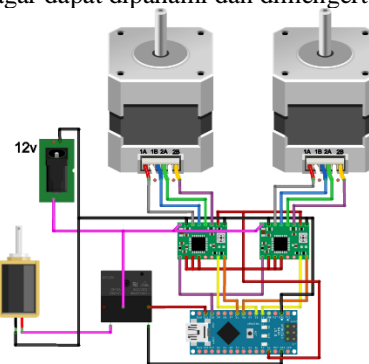
Gambar 2. Flowchart

Penjelasan dari alur *flowchart* yaitu dimulai dengan membuat pola atau gambar menggunakan *software Inkscape*. Jika pola atau gambar yang di buat melalui *software Inkscape* dapat dikonversi dalam bentuk *G-code*, maka akan terdapat *file* yang

berisi *G-code* untuk dijalankan melalui *software Universal G-Code Sender*. Jika pola atau gambar yang di buat melalui *software Inkscape* tidak dapat mengeluarkan *file* yang berisi *G-code*, maka pola atau gambar yang dibuat tidak memiliki alur sketsa yang bisa di deteksi untuk dikonversi menjadi *G-code*. Jika hal ini terjadi, maka perlu membuat ulang atau bisa mengedit gambar atau pola sebelumnya sehingga menjadi berupa vektor atau garis yang dapat dideteksi untuk dijadikan *file G-code*. Jika gambar yang diinginkan berhasil di konversikan dalam bentuk *file G-code*, maka langkah selanjutnya adalah membuka *file* tersebut melalui *software Universal G-Code Sender*. *Universal G-Code Sender* digunakan untuk mengirimkan data *G-code* ke arduino nano. Data yang dikirimkan melalui *Universal G-Code Sender* ke arduino akan diproses secara langsung dengan berjalannya proses pengiriman yang dilakukan pada *software UGS Library* yang ada pada arduino nano akan secara khusus merubah data *G-code* menjadi koordinat gerakan untuk motor stepper.

## 2.3 Wiring Diagram Rancang Bangun Alat Cutting Stiker

*Wiring diagram* merupakan sebuah gambaran dari jalur perkabelan alat, bertujuan untuk menerangkan koneksi antar komponen yang berupa gambar agar dapat dipahami dan dimengerti.



Gambar 3. Wiring diagram

Adaptor 12 volt akan dihubungkan dengan *driver* motor stepper sebagai sumber tegangan motor stepper. Arduino nano berfungsi sebagai mikrokontroler yang akan terhubung dengan *driver* motor stepper dan modul relay. Pin vcc modul relay akan dihubungkan dengan 5v arduino nano, GND akan terhubung dengan GND, IN modul relay akan dihubungkan dengan pin D11 arduino nano. *Solenoid* menggunakan sumber tegangan 12 volt, dimana GND akan terhubung langsung dengan GND adaptor, +12v akan dihubungkan dengan pin NC relay. *Driver* motor stepper sumbu X pada pin Dir akan terhubung dengan pin D5 arduino nano, sedangkan pin *Step* akan terhubung dengan pin D2

Ilham Pratama<sup>1</sup> Rafi Pangestu<sup>2</sup>

Rancang Bangun Alat Cutting Stiker Berbasis Arduino Nano

arduino nano, pin *Enable* akan terhubung dengan pin D8 arduino nano. *Driver* motor stepper sumbu Y pada pin Dir akan terhubung dengan pin D6 arduino nano, sedangkan pin *Step* akan terhubung dengan pin D3 arduino nano, pin *Enable* akan terhubung dengan pin D8 arduino nano. Motor stepper akan dihubungkan pada masing-masing *driver* sesuai sumbunya. Kabel motor stepper dihubungkan dengan pin 1A 1B 2B 2A pada pin *driver* motor stepper. Dimana 1A dan 1B untuk lilitan satu pada motor stepper (kabel berwarna merah dan biru), dan 2A dan 2B untuk lilitan dua pada motor stepper (kabel berwarna hijau dan kuning).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1. Hasil Kalibrasi Gerakan

Kalibrasi dilakukan karena bertujuan untuk mendapatkan jarak yang sesuai antara perintah pada *software* dengan jarak sebenarnya. Maka dari itu dilakukan pengkalibrasian untuk menghasilkan gerakan yang cukup presisi. Rumus untuk menentukan kalibrasi jarak yaitu :

$$\text{Axis} = ( \text{Value Software} \times \text{Nilai Axis Firmware} ) / \text{Nilai terukur}$$

Dimana value *software* adalah jarak yang dijalankan pada *software* ( mm ). Nilai axis *firmware* adalah nilai pengaturan pada *firmware* untuk jarak mm/menit ( \$110 untuk sumbu X, \$111 untuk sumbu Y, dan \$112 untuk sumbu Z jika menggunakan 3 motor pengatur sumbu axis ). Jarak sebenarnya adalah *output* jarak yang dihasilkan oleh alat ( mm ).

Pengujian dilakukan dengan menggerakkan sumbu X dan sumbu Y sejauh 10mm. hasil yang diperoleh seperti pada tabel 1. Berikut :

Tabel 1. Hasil kalibrasi gerakan

| No | Axi s | Axis Firmware (step/mm) | Jarak Perintah (mm) | Jarak Sebenarnya (mm) | Hasil Kalibrasi (nilai firmware yang sesuai) |
|----|-------|-------------------------|---------------------|-----------------------|--|
| 1  | X     | 250                     | 10                  | 25                    | $X=(10 \times 250) / 25 = 100$               |
| 2  | X     | 100                     | 10                  | 10                    | $X=(10 \times 100) / 10 = 100$               |
| 3  | Y     | 250                     | 10                  | 20                    | $Y=(10 \times 250) / 20 = 125$               |
| 4  | Y     | 125                     | 10                  | 10                    | $Y=(10 \times 125) / 10 = 125$               |

Dari hasil uji coba yang dilakukan, alat yang dibuat memiliki nilai *firmware* 100 untuk sumbu X dan nilai 125 untuk *firmware* sumbu Y.

dalam hal ini dilakukan dengan menguji coba ulang setelah perubahan *firmware* dan hasilnya sesuai dengan yang diperintahkan melalui *software*.

### 3.2. Hasil Pengujian Feedrate Terhadap Waktu

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh *feedrate* terhadap waktu dan terhadap hasil gerakan yang dihasilkan. Pengujian ini dilakukan dengan cara merubah nilai *firmware* \$110 untuk sumbu X dan \$111 untuk sumbu Y yang dapat diubah melalui *software* Universal G-Code Sender. Berikut adalah hasil pengujian *feedrate* terhadap waktu seperti pada tabel 2.

Tabel 2. Pengujian feedrate terhadap waktu

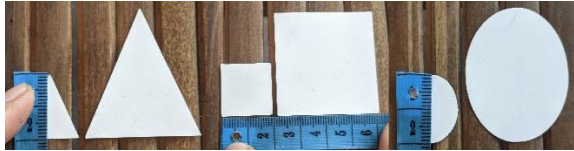
| No. | Nilai Feedrate ( mm/menit) | Jarak percobaan ( mm ) | Waktu tempuh ( detik ) | keterangan   |
|-----|----------------------------|------------------------|------------------------|--|
| 1   | 50                         | 10                     | 12                     | Motor Stepper bergerak tidak stabil, bergerak dengan tersendat-sendat.   |
| 2   | 100                        | 10                     | 6                      | Motor Stepper bergerak tidak stabil, bergerak dengan tersendat-sendat.   |
| 3   | 200                        | 10                     | 3                      | Motor Stepper bergerak dengan stabil, gerakan lancar.                    |
| 4   | 500                        | 10                     | 1.5                    | Motor Stepper bergerak dengan stabil, gerakan lancar.                    |
| 5   | 1000                       | 10                     | 1                      | Motor Stepper bergerak dengan stabil, akan tetapi gerakan terlihat liar. |

Dari pengujian yang dilakukan, didapatkan bahwa semakin kecil nilai *feedrate* maka waktu pengerjaan yang dilakukan akan semakin lama. Namun jika nilai *feedrate* yang di *input* terlalu kecil akan menyebabkan motor berputar seperti tersendat, sedangkan jika di *input* terlalu besar maka gerakan motor akan menjadi liar dikarenakan terlalu cepat. Hal ini akan berpengaruh terhadap hasil dari penggunaan alat *cutting* stiker.

### 3.3. Pembahasan

pembahasan ini bertujuan untuk mengetahui seberapa akurat alat *cutting* stiker dapat memotong pola atau gambar yang akan di potong. Pengujian ini ada tiga tahapan, yaitu pengujian kesesuaian bentuk bangun datar, pengujian bentuk

huruf abjad, dan pengujian bentuk gambar. Pengujian pertama dilakukan dengan memotong stiker dengan bentuk bangun datar seperti pada gambar 4.



Gambar 4. Hasil pengujian bentuk bangun datar

Dari pengujian gambar 4 didapatkan data hasil tingkat keakurata seperti tampak pada tabel 3.

Tabel 3. Pengujian hasil alat

| No. | Bentuk    | Ukuran Desain (mm) | Keseuaian Hasil | Keterangan        |
|-----|-----------|--------------------|-----------------|-------------------|
| 1   | Persegi   | 20 x 20            | Sesuai ukuran   | Tidak ada kendala |
| 2   | Persegi   | 40 x 40            | Sesuai ukuran   | Tidak ada kendala |
| 3   | Lingkaran | Diameter 20        | Sesuai ukuran   | Tidak ada kendala |
| 4   | Lingkaran | Diameter 40        | Sesuai ukuran   | Tidak ada kendala |
| 5   | Segitiga  | Tinggi 20          | Sesuai ukuran   | Tidak ada kendala |
| 6   | Segitiga  | Tinggi 40          | Sesuai ukuran   | Tidak ada kendala |

Pengujian kedua dilakukan dengan memotong stiker dengan bentuk huruf abjad. Hasil dari pemotongan seperti tampak pada gambar 5 berikut.



Gambar 5. Hasil pengujian bentuk huruf abjad

Dari pengujian gambar 5 didapatkan data hasil tingkat keakurata seperti tampak pada tabel 4.

Tabel 4. Pengujian hasil alat

| No. | Bentuk  | Ukuran Desain (mm) | Keseuaian Hasil    | Keterangan   |
|-----|---------|--------------------|--------------------|--|
| 1   | Huruf A | 10 x 10            | Sesuai ukuran      | Terdapat kendala, dalam pengerjaan memerlukan beberapa kali percobaan agar dapat sesuai dengan hasil |
| 2   | Huruf A | 20 x 20            | Sesuai ukuran      | Tidak ada kendala  |
| 3   | Huruf O | 10 x 10            | Hasil tidak sesuai | Terdapat kendala, tidak dapat membuat huruf O  |

|   |         |         |                    |  |
|---|---------|---------|--------------------|--|
|   |         |         |                    | sempurna, alat mengalami eror pembacaan G-code.  |
| 4 | Huruf O | 20 x 20 | Sesuai ukuran      | Tidak ada kendala  |
| 5 | Huruf O | 40 x 40 | Sesuai ukuran      | Tidak ada kendala  |
| 6 | Huruf X | 10 x 10 | Hasil tidak sesuai | Terdapat kendala, tidak dapat membuat huruf X sempurna, alat mengalami eror pembacaan G-code. Perlu beberapa percobaan sehingga dapat menghasilkan bentuk yang sesuai. |
| 7 | Huruf X | 20 x 20 | Sesuai ukuran      | Tidak ada kendala  |

Pengujian ketiga dilakukan dengan memotong stiker dengan bentuk gambar. Hasil dari pemotongan seperti tampak pada gambar 6 berikut.



Gambar 6. Hasil pengujian bentuk bangun gambar

Dari pengujian gambar 6 didapatkan data hasil tingkat keakurata seperti tampak pada tabel 5.

Tabel 5. Pengujian hasil alat

| No. | Bentuk  | Ukuran Desain (mm) | Keseuaian Hasil    | Keterangan  |
|-----|---------|--------------------|--------------------|---|
| 1   | Bintang | 15 x 15            | Hasil tidak sesuai | Terdapat kendala, tidak dapat membuat bentuk bintang dengan sempurna, ada eror ketika pembacaan G-code. |
| 2   | Bintang | 30 x 30            | Sesuai ukuran      | Tidak ada kendala   |
| 3   | Awan    | 10 x 20            | Sesuai ukuran      | Tidak ada kendala   |
| 4   | Awan    | 20 x 40            | Sesuai ukuran      | Tidak ada kendala   |
| 5   | Petir   | 15 x 30            | Sesuai ukuran      | Tidak ada kendala   |
| 6   | Petir   | 25 x 50            | Sesuai ukuran      | Tidak ada kendala   |

Dari pengujian cutting stiker yang dilakukan dengan memotong bentuk bangun datar, bentuk huruf abjad, dan bentuk gambar dihasilkan beberapa hal yang perlu diperhatikan yaitu alat mengalami kesulitan dalam pembacaan *G-code* desain ukuran dibawah 10mm.

### KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat di ambil dalam tugas akhir dengan judul “ Rancang Bangun Alat *Cutting* Stiker Berbasis Arduino Nano “ ini antara lain *library* GRBL arduino yang digunakan untuk pembuatan mesin cnc dapat diaplikasikan untuk membuat alat *cutting* stiker berbasis arduino nano. Alat *cutting* stiker berbasis arduino nano yang dibuat dapat bekerja untuk memotong stiker dengan berbagai bentuk sesuai desain yang dibuat dengan ukuran diatas 20 mm, jika digunakan untuk ukuran dibawah 20 mm maka akan sering mengalami eror. Dengan dibuatnya alat ini, maka dapat menjadi solusi untuk alat *cutting* stiker dengan biaya yang cukup ekonomis di bandingkan membeli produk yang dijual dipasaran.

### DAFTAR PUSTAKA

- Agus Kurniawan. 2019. *Book Arduino Nano Guide for Beginner*. Diakses dari <https://books.google.com/books?hl=id&lr=&id=pfiaDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT5&dq=arduino+nano&ots=vVVF8d8IO1&sig=DL-HLrsDcIHLf-DF-p2kXvbseHU>. Pada 7 Juli 2023.
- Aldy, R. (2020). Modul Relay Arduino.
- Alfauzy, A. S., Purnomo, A., Tjahjono, B., Nugroho, W. I., Agung, N., & Cholis, A. (2023). Rekayasa Mesin *Cutting Sticker* Berbasis CNC untuk Meningkatkan Kualitas Hasil Produksi. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 18(1), 75-82.
- Allegro. (2019). Datasheet A4988. Diakses dari <https://www.pololu.com/file/0J450/A4988.pdf>. Pada 28 Juni 2023.
- Anonim. (2019). GRBL. Diakses dari <https://github.com/grbl/grbl/wiki>. Pada 28 Juni 2023.
- Apriadi, M. L. (2017). Perancangan mesin CNC (*Computer Numerically Controlled*) Router dengan aplikasi GRBL 0.9 kontrol 3 axis sistem X, Y, dan Z (hardware). (Doctoral dissertation, Politeknik Negeri Sriwijaya).
- Ardian. (2022). Ilmu Teknik. Pengertian mesin cnc milling. Diakses dari : <https://ilmuteknik.id/pengertian-mesin-frais-cnc-atau-cnc-milling/>. Pada 28 Juni 2023.
- Dickson Kho. (2023). Teknik Elektronika. Pengertian Solenoida (Solenoid) dan jenis-jenis Solenoida. Diakses dari <https://teknikelektronika.com/pengertian-solenoida-cara-kerja-jenis-solenoid/>. Pada 28 Juni 2023.
- Ekarani. (2022). Makuseof Universal G-Code Sender: What You Need to Know. Diakses dari <https://www.makeuseof.com/universal-g-code-sender-guide/>. Pada 28 Juni 2023.
- Eko Prianto, Herlambang Sigit Pramono. Proses Permesinan CNC Dalam Pembelajaran Simulasi CNC. Juni 2023, *Jurnal Edukatif Elektro*, Vol.1, No.1.
- Gumelar, A., & Edidas, E. (2020). Rancang Bangun CNC (*Computer Numerically Controlled*) PCB *Layout* Berbasis Mikrokontroler. *Voteteknika (Vocational Teknik Elektronika dan Informatika)*, 8(3), 33-44.
- Hardipratiwi, P. (2022). Efektifitas Intervensi Stiker Bebas Anemia Terhadap Pengetahuan Ibu Dalam Pencegahan Anemia Ibu Hamil Di Puskesmas Bubutan Kabupaten Purworejo (Doctoral dissertation, Poltekes Kemenkes Yogyakarta).
- Karisma, R. D. (2017). Rancang Bangun Jemuran Otomatis dengan Menggunakan Motor DC Serta Sensor Air dan Sensor Cahaya Berbasis Arduino (Doctoral dissertation, POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA).
- Kurniawan, E., Syaifurrahman, S., & Jecky, B. (2020). Rancang Bangun Mesin CNC Lathe Mini 2 Axis. *Jurnal Engine: Energi, Manufaktur, dan Material*, 4(2), 83-90.
- Muchlis, A., Ridwan, W., & Nasibu, I.Z. (2021). Rancang Bangun Mesin CNC (*Computer Numerical Control*) Laser dengan Metode *Design for Assembly*. *Jambura Journal of Electrical and Electronics Engineering*, 3(1), 23-27.
- Muhammad, S. (2022). Lifepal Mengenal Struktur dan Fungsi Timming Gear. Diakses dari

- <https://lifepal.co.id/media/fungsi-timming-gear/>. Pada 28 Juni 2023.
- Niamkholidin. Medium.com. Fungsi dan Pengertian Inkscape. Diakses dari <https://medium.com/@niamkholidin23/fungsi-dan-pengertian-inkscape-26d1f2ed4a57>. Pada 28 Juni 2023).
- Patonra, A. H., Masita, S., Wibowo, N. R., & Fitriati, A. (2020). Rancang Bangun Media Pembelajaran Praktik Motor Stepper. *Mechatronics Journal In Professional and Entrepreneur (MAPLE)*, 2(1),7-11.
- Prianto, Eko. (2017). Proses permesinan cnc dalam pemelajaran simulasi CNC. *Jurnal Edukasi Elektro*, 1(1).
- Purwanto, M. D. (2021, November). Pemanfaatan Teknologi *Open Source* untuk Meningkatkan Mutu Produk Industri Kerajinan. In *Prosiding Seminar Nasional Industri Kerajinan dan Batik (Vol. 3, No. 1, pp. D-03)*.
- Putra, A. S., & Tanato, C. (2021). Rancangan CNC plotter untuk menulis dan menggambar. *Journal Information System Development (ISD)*, 6(2),42-47.
- Rahman, H. S., & Soleh, A. (2018). Perancangan Mesin Cnc (Computer Numerical Control) Mini Plotter Berbasis Arduino. *IT (Informatic Technique) Journal*, 5(2), 152-161.
- RAHMAN, Helmi Syaiful, *et al.* Perancangan Mesin CNC ( *Computer Numerical Control* ) Mini Plotter Berbasis Arduino. *IT ( Informatic Technique ) Journal*, 2018, 5.2: 152-161.
- Rhinotec. (2019). 3 Jenis Mata Pisau Cutting Sticker. Diakses dari <https://www.google.com/amp/s/rhinotec.co.id/3-jenis-mata-pisau-cutting-sticker/%3famp>. Pada 28 Juni 2023.
- Shahid, M. T., Khan, M. A., & Khan, M. Z. (2019). *Design and Development of a Computer Numerical Controlled 3D Printer Laser Cutter and 2D Plotter all in one machine*. 16<sup>th</sup> International Bhurban Conference on Applied Sciences and Technology (IBCAST), (pp. 569-575).
- Sudarno, M., & Mauladin, S. (2016). Rancang Bangun Mesin CNC Router Berbasis Arduino. *POLITEKNOSAINS*, vol, 15(2), 51-55.
- SUJTIONO, C. C., & Pratomo, L. H. (2019, December). Laser Engraver Berbasis Mikrokontroler Arduino UNO. In *Prosiding Seminar Nasional Energi, Telekomunikasi dan Otomasi* (pp. 116-112). Itnas.
- Tristanto, E. A., & Musafa, A. (2022). Perancangan mesin CNC plotter dengan aplikasi GRBL kontrol tiga sumbu. *Maestro*, 5(1), 116-121.
- Wanggara, A., Andre, Moris, Simatupang, P. G., & Azmi, F. (2020). *Design of CNC Engraving 3 Axis Machine Based On Arduino Uno Using GRBL Software*. *Journal of Electrical and System Control Engineering*, 11-17.
- Wardhana, A. W., & Nugroho, D. T. (2019, April). Stepper motor control with DRV 8825 driver based on square wave signal from AVR microcontroller time. In *AIP Conference Proceedings (Vol. 2094, No. 1)*. AIP Publishing.