

## Perancangan dan Pembuatan Mesin Pemotong PCB Dengan Mekanisme Gerak Linear Berbasis Arduino Uno

Muhammad Fathurrizqy<sup>1)</sup>, Aa Santosa<sup>2)</sup>, Rizal Hanifi<sup>3)</sup>.

<sup>1-3)</sup>Teknik Mesin, Universitas Singaperbangsa Karawang

E-mail: <sup>1)</sup>fathurrizqy12345@gmail.com, <sup>2)</sup>aa.santosa@ft.unsika.ac.id,  
<sup>3)</sup>rizalhanifi@ft.unsika.ac.id.

### Abstrak

Perkembangan industri manufaktur elektronik di Indonesia mengalami pertumbuhan yang signifikan. Berdasarkan data Badan Koordinasi Penanaman Modal (BKPM), nilai investasi sektor industri elektronik meningkat sebesar 12,8% pada tahun 2023 dibandingkan tahun sebelumnya. Printed Circuit Boards (PCB) merupakan komponen penting dalam perangkat elektronik seperti komputer, ponsel, dan alat elektronik lainnya. Berdasarkan observasi di PT. Sharp Electronics Indonesia, proses pemotongan PCB masih banyak dilakukan secara manual, sehingga sering menimbulkan hasil potongan yang tidak presisi. Maka dari itu, metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimen yang mencakup perancangan, pembuatan dan menguji mesin pemotong PCB yang bertujuan untuk memotong PCB mendapatkan hasil yang bagus, rapih dan presisi. Adapun spesifikasi mesin sebagai berikut: Mesin pemotong PCB dengan dimensi 30 cm x 30 cm dilengkapi dengan menggunakan motor DC 24V dengan 30.000 rpm, power suply DC, Arduino uno, *linear servo actuator*, *IR Module Infrared Barrier Sensor*, saklar sentuh dan rangka mesin yang terbuat dari material kayu backlite.

Kata Kunci: Arduino uno, *linear servo actuator*, mesin pemotong PCB, motor DC, power suply DC.

### Abstract

*The development of the electronic manufacturing industry in Indonesia has experienced significant growth. According to data from the Indonesia Investment Coordinating Board (BKPM), investment in the electronics industry sector increased by 12.8% in 2023 compared to the previous year. Printed Circuit Boards (PCBs) are essential components in electronic devices such as computers, mobile phones, and other electronics. Based on observations at PT. Sharp Electronics Indonesia, the PCB cutting process is still largely performed manually, often resulting in imprecise cuts. Therefore, the method used in this research is experimental, involving the design, fabrication, and testing of a PCB cutting machine aimed at producing clean, neat, and precise cuts. The machine specifications are as follows: a PCB cutting machine with dimensions of 30 cm × 30 cm, equipped with a 24V DC motor with 30,000 rpm, DC power supply, Arduino Uno, linear servo actuator, IR module infrared barrier sensor, touch switch, and a machine frame made of backlite wood material.*

Keywords: Arduino uno, DC motor, DC power supply, linear servo actuator, PCB cutting machine.

## 1. PENDAHULUAN

Industri manufaktur elektronik di Indonesia terus berkembang pesat, dengan peningkatan investasi sebesar 12,8% pada tahun 2023 [1]. Salah satu perusahaan besar seperti PT Sharp Electronics Indonesia memproduksi hingga 3 juta unit per tahun, yang banyak menggunakan komponen penting seperti Printed Circuit Board (PCB) [2]. PCB berfungsi menghubungkan komponen elektronik dalam satu rangkaian, dan tahap pemotongan menjadi krusial karena berdampak langsung pada kualitas dan fungsi perangkat [3].

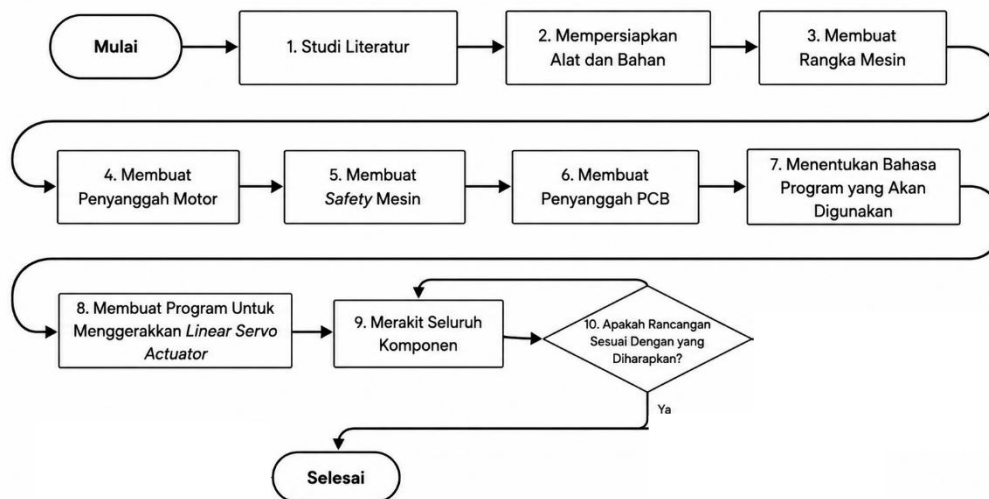
Proses pemotongan PCB secara manual memerlukan keterampilan tinggi, memakan waktu sekitar 9 detik per unit, dan memiliki tingkat kesalahan dimensi 5–7%, yang berakibat pada kerusakan produk serta peningkatan biaya produksi [4]. Sementara itu, mesin otomatis yang tersedia di pasaran cenderung mahal dan masih memiliki kekurangan dalam hal akurasi, sehingga sulit dijangkau oleh industri kecil dan penggemar elektronika [5].

Oleh karena itu, dibutuhkan solusi berupa mesin pemotong PCB yang presisi, efisien, dan terjangkau [6]. Penelitian ini bertujuan merancang dan membangun mesin pemotong PCB berbasis mekanisme gerak linear dengan pengendalian otomatis menggunakan Arduino Uno R3 ATmega328P CH340. Mikrokontroler ini akan mengendalikan motor, aktuator, dan sensor secara otomatis untuk meningkatkan akurasi dan konsistensi pemotongan [7].

Dengan pendekatan ini, diharapkan mesin yang dihasilkan mampu menjawab kebutuhan industri, laboratorium, maupun pengguna individu akan alat pemotong PCB yang efektif, efisien, dan ekonomis [8]. Penelitian ini juga berkontribusi dalam inovasi teknologi pemotongan PCB dan peningkatan kualitas produk elektronik.

## 2. METODE PENELITIAN

### a. Diagram Alir



Gambar 1. Diagram Alir

### b. Metodologi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan terhitung dari perencanaan penelitian, pelaksanaan penelitian, sampai pembuatan laporan penelitian. Penelitian dilaksanakan di bulan Oktober 2024 sampai dengan bulan April 2025. Penelitian ini juga dilaksanakan di

PT. Sharp Electronic Indonesia yang berlokasi di Karawang International Industrial City Jalan Harapan Raya Lot LL 1&2, Sinarbaya, Telukjambe Timur, Karawang, Jawa Barat 41361. Peneliti memilih lokasi tersebut dikarenakan lokasi tersebut sangat membutuhkan sebuah inovasi baru dalam pembuatan mesin pemotong PCB dikarenakan penulis merasakan sangat dibutuhkannya mesin ini untuk pemotongan PCB dengan skala waktu yang cepat dan presisi. Adapun metode penelitian yang dilakukan pada penelitian ini adalah kajian pustaka, studi literatur, observasi, perancangan, pembuatan dan pengujian mesin.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian mengenai perancangan dan pembuatan mesin pemotong PCB telah diketahui untuk pemotongan mesinnya dilengkapi dengan motor DC 24V dengan 3000 rpm dan bahan yang akan diuji yaitu berupa PCB yg tebalnya 0,2 cm dengan panjang 14 cm dan lebarnya 9,6 cm. Adapun pengujiannya dilakukan secara manual dengan menggunakan tang potong dan dengan menggunakan bantuan mesin. Pengujian ini dilakukan secara 3 kali pemotongan PCB [9].

Berikut adalah gambar bahan uji yang digunakan:

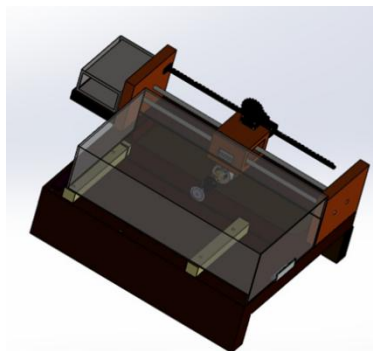


Gambar 2. Bahan Uji yang digunakan

Material utama yang digunakan pada PCB ini adalah FR-4. FR-4 adalah material paling umum untuk PCB elektronik modern karena kekuatan mekanik, ketahanan panas, dan sifat isolasinya yang sangat baik [10].

#### a. Perancangan Mesin Menggunakan *Software Solidwork*

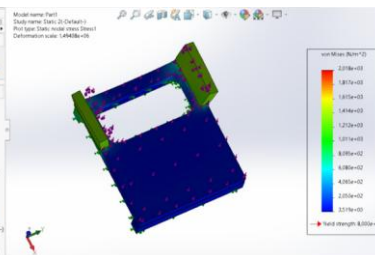
Perancangan yang dilakukan mencakup perancangan dan pembuatan desain, pemilihan rangka material dan perancangan sistem menggunakan software Arduino IDE Berikut adalah gambar desain secara keseluruhan:



Gambar 3. Mesin pemotong PCB

Berikut adalah analisis ketahanan rangka mesin dengan menggunakan software solidwork:

- Analisis *stress* (Tegangan)

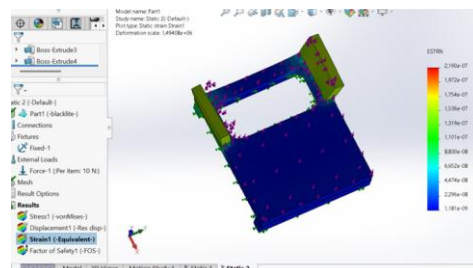


Gambar 4. Simulasi *stress* rangka mesin pemotong PCB

Hasil simulasi yang diberikan beban sebesar 10 N dapat diketahui tegangan maksimal yang terjadi pada rangka mesin yaitu  $2,018e+03 \text{ N/m}^2$  yang ditunjukkan oleh warna merah dan tegangan minimal nya adalah  $3,519e+00 \text{ N/m}^2$  dengan ditunjukkan warna biru.

Adapun Yield Strength nya sebesar  $8,000e+07$  atau  $8,000 \times 10^7 \text{ Pa} = 80 \text{ Mpa}$

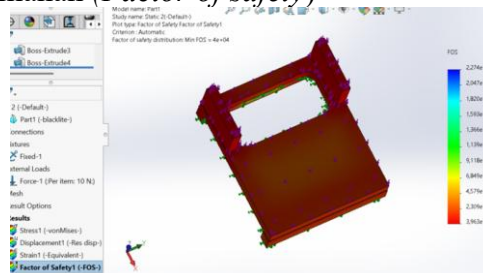
- Analisis *strain*



Gambar 5. Simulasi *strain* rangka mesin pemotong PCB

Adapun strain maksimal pada rangka mesin yaitu ditunjukkan dengan warna merah sebesar  $2,190e-07 \text{ mm}$  dan strain minimum yaitu ditunjukkan dengan warna biru sebesar  $1,181e-09 \text{ mm}$ .

- Analisis Faktor Keamanan (*Factor of safety*)

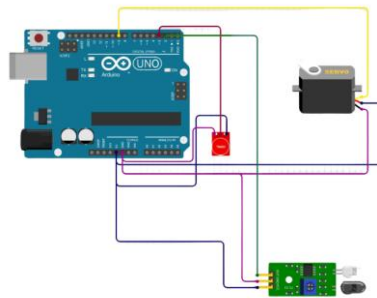


Gambar 6. Simulasi *Factor of safety* rangka mesin pemotong PCB

*Factor of Safety* (FoS) adalah ukuran seberapa besar struktur lebih kuat dari yang diperlukan untuk menahan pembebanan yang direncanakan. Adapun *Factor of Safety* (FoS) maksimal pada rangka mesin yaitu ditunjukkan dengan warna biru sebesar  $2,274e+07$  dan *Factor of Safety* (FoS) *minimum* yaitu ditunjukkan dengan warna merah sebesar  $3,963e+04$ . Berikut ini merupakan cara menghitung nilai *Factor of Safety body* mobil:  $Sf: 8,000e+07/2,018e+03 = 39.637,29$  Maka dapat diketahui nilai *safety faktornya* adalah 39.637,29

## b. Perancangan Sistem Menggunakan *Software Arduino IDE*

- Instalasi Alat



Gambar 7. Instalasi mesin pemotong PCB

Berikut komponen-komponen yang akan digunakan pada Arduino Uno untuk mesin pemotong PCB Gerak linear:

- 1 buah Arduino Uno
- 1 buah kabel USB *downloader*.
- 9 buah kabel *Jumper*
- 1 buah *Linear Servo Actuator*
- 1 buah saklar sentuh
- 1 buah *IR module infrared barrier sensor*
- Program Mesin

```

1 #include <Servo.h>
2 #include <string.h>
3
4 Servo myServo;
5 int motorPin = 9;
6 int startState = 0;
7 // int pin = 0;
8 int motorPin = 9;
9 int startState;
10 int sensorPin = 2;
11 int motorPin = 9;
12
13 void setup() {
14   Serial.begin(9600);
15   Serial.println("Push Button to Start");
16   // pinMode(sensorPin, INPUT);
17   // pinMode(motorPin, OUTPUT);
18   pinMode(sensorPin, INPUT);
19   pinMode(motorPin, OUTPUT);
20   // pinMode(sensorPin, INPUT);
21   // pinMode(motorPin, OUTPUT);
22   // int your servo code here, to run servo
23   myServo.attach(motorPin);
24 }
    
```

(a)

```

25
26
27 // void loop() {
28
29   int newPin = digitalRead(sensorPin);
30   int jarak = digitalRead(sensorPin);
31   Serial.println();
32   Serial.println(String("newPin = " + newPin + " Old value = " + startState + " state = " + startState));
33   // pinMode(sensorPin, INPUT);
34   // pinMode(motorPin, OUTPUT);
35   // startState = 0;
36   Serial.println(String("Process Stop"));
37   Serial.println();
38   startState = 1;
39   Serial.println(String("Process Start"));
40   }
41 }
42
43 void loop() {
44   int jarak = digitalRead(sensorPin);
45   if (jarak == 0) {
46     // startState = 0;
47     // startState = 1;
48     Serial.println(String("Start"));
49   }
    
```

(b)

```

49   Serial.println(String("Start"));
50   Serial.println(String("Start"));
51   // startState = 0;
52   // startState = 1;
53   Serial.println(String("Start"));
54   Serial.println(String("Start"));
55   // startState = 0;
56   // startState = 1;
57   Serial.println(String("Start"));
58   Serial.println(String("Start"));
59   // startState = 0;
60   // startState = 1;
61   Serial.println(String("Start"));
62   Serial.println(String("Start"));
63   // startState = 0;
64   // startState = 1;
65   Serial.println(String("Start"));
66   Serial.println(String("Start"));
67   // startState = 0;
68   // startState = 1;
69   Serial.println(String("Start"));
70   Serial.println(String("Start"));
71   // startState = 0;
72   // startState = 1;
    
```

(c)

Gambar 8. Code mesin pemotong PCB menggunakan *software Arduino IDE*

#include <string.h> memasukkan library string standar, meskipun dalam kode ini belum digunakan.

Servo myServo; membuat objek servo bernama myServo untuk mengontrol motor servo.

int motorPin = 9; mendefinisikan pin 9 sebagai pin output yang terhubung ke

motor servo.

`int startButton = 3;` mendefinisikan pin 3 sebagai pin input untuk tombol start.  
`int oldValue = LOW;` menyimpan status tombol start sebelumnya, diinisialisasi dengan LOW.

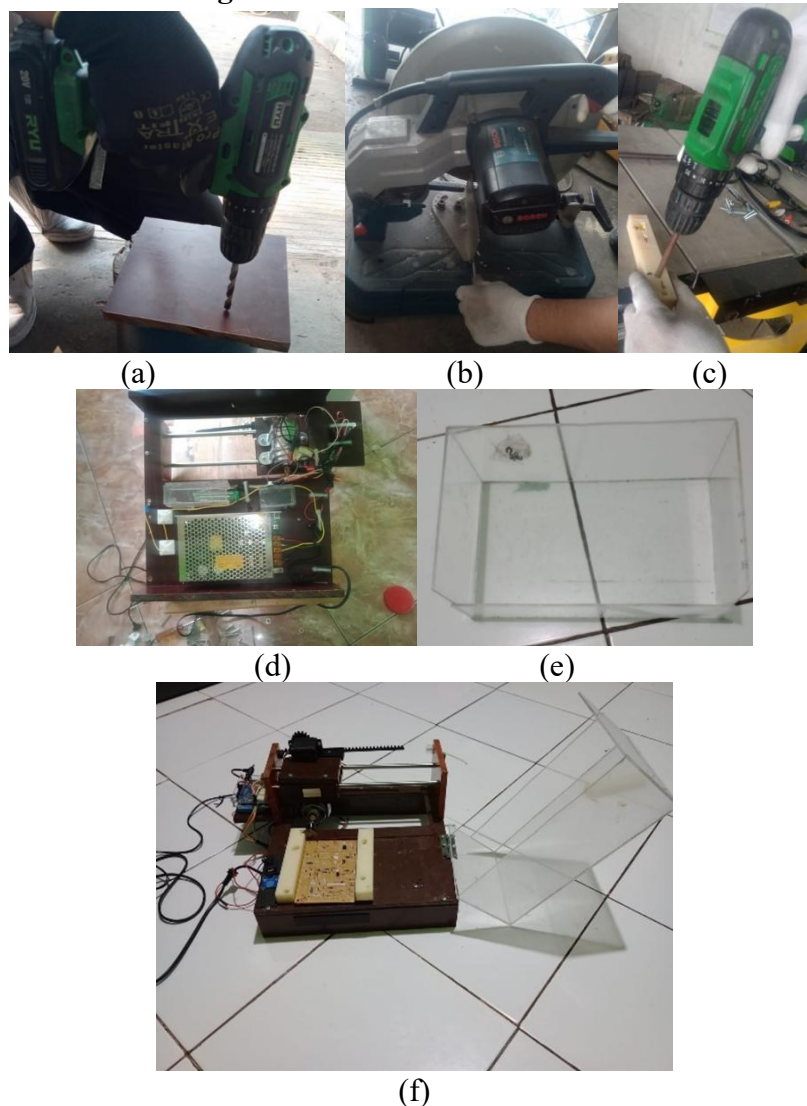
`int startState;` menyimpan status tombol start saat ini.

`int SensorProximity = 2;` mendefinisikan pin 2 sebagai pin input untuk sensor proximity (sensor jarak).

`int newValue = 0;` menyimpan nilai terbaru dari sensor proximity. ini menyajikan hasil penelitian dan pembahasan yang ditulis ringkas.

Secara keseluruhan, kode ini mengatur gerakan motor servo berdasarkan pembacaan sensor proximity dan status mesin, memastikan bahwa proses pemotongan PCB berjalan dengan mekanisme gerak linear yang tepat dan otomatis. Pengguna dapat memantau setiap tahap proses melalui serial monitor, sehingga mendukung sistem kontrol otomatis pada mesin pemotong PCB berbasis Arduino UNO.

### c. Pembuatan Mesin Pemotong PCB



Gambar 9. Proses pembuatan mesin pemotong PCB

Pembuatan rangka mesin dibuat dari bahan kayu blaklite dengan ketebalan 1 cm. Lalu dilakukan pembuatan lubang dengan menggunakan mesin bor dengan diameter 1 cm dengan di berikan ulir 0,2 mm. Rangka kaki di buat sebanyak 2 buah dengan ukuran 30 cm x 5 cm. Rangka penopang motor DC dibuat sebanyak 2 buah dan rangka utama dibuat sebanyak 1 buah dengan ukuran 30x30 cm. Pembuatan penyanggah mesin dibuat sebanyak 2 buah dengan menggunakan material besi dengan panjang 30 cm dan dengan diameter 1 cm. Penyanggah mesin dipasang dan diberi perekat dengan menggunakan lem korea. Pembatas PCB yang dipasang pada rangka mesin terbuat dari bahan Nylon dan dibuat sebanyak 2 buah. Lubang yang tertera terdapat 2 buah dengan diameter 4 mm dan ukuran ulir yang terdapat di lubang tersebut adalah 0,2 mm. Panjang pembatas PCB tersebut adalah 14 cm dan lebarnya 2,5 cm. Setelah selesai pemasangan rangka, langkah berikutnya adalah pemasangan power suply DC, Motor DC, Arduino Uno, saklar sentuh, IR module infrared barrier sensor dan linear servo actuator. Selanjutnya Arduino di hubungkan dengan menggunakan program supaya linear servo actuatornya berjalan secara otomatis. Safety Mesin dibuat guna mengurangi kecelakaan yang terjadi ketika sedang digunakannya mesin ini. Material yang digunakan adalah akrilik dengan panjang 29 cm dan lebar 7,5 cm.

**d. Analisa Perhitungan**

Berikut adalah hasil analisa perhitungan yang telah dilakukan:

**Menghitung Kecepatan Potong Linear (v):**

$$\frac{V = \pi \times D \times n}{1000} \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana:

V: Kecepatan potong

N: Kecepatan putar motor dalam revolusi per menit (rpm)

D: Diameter benda kerja (mm)

$$V = \frac{3,14 \times 2,8 \text{ cm} \times 29.000 \text{ rpm}}{1000}$$

$$V = 254,968 \text{ m/menit}$$

**Menghitung Percepatan Linear (a):**

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \dots\dots\dots(2.2)$$

a: Percepatan linear (m/s<sup>2</sup>)

Δv: Perubahan kecepatan linear alat pemotong (m/s)

Δt: Waktu yang diperlukan untuk perubahan kecepatan tersebut (s)

$$a = \frac{104}{6}$$

$$a = 17,33 \text{ m/s}^2$$

**Menghitung Rumus untuk menghitung daya efektif (Pe)**

$$Pe = RT \times Vs \dots\dots\dots(2.3)$$

Dimana:

Pe: Daya Efektif (Watt)

RT: Hambatan Total (N)

Vs: Kecepatan (m/s)

$$Pe = 1,9613 \text{ N} \times 6 \text{ m/s}$$

$$Pe = 11,7678 \text{ Watt}$$

**Menghitung Putaran bilah (Cutting Disc)**

$$\omega = v \times r \dots\dots\dots(2.4)$$

Dimana:

v: Kecepatan (m/s)

r: jari-jari bilah (m)

$$\omega = 254,968 \text{ m/menit} \times 1,4 \text{ cm}$$

$$\omega = 356,9552 \text{ rad/s}$$

**Menghitung Torsi ( $\tau$ ) yang dibutuhkan untuk menggerakkan mekanisme:**

$$\tau = F \cdot r \dots\dots\dots(2.5)$$

Dimana:

$$F : \text{ gaya linear (N)} = F = m \times a$$

$$F = 0,5 \text{ kg} \times 17,33 \text{ m/s}^2$$

$$F = 8,665 \text{ N}$$

r : radius atau jarak dari pusat motor ke titik di mana gaya diterapkan.

$$\tau = 8,665 \text{ N} \times 9,6 \text{ cm}$$

$$\tau = 83,184 \text{ Nm}$$

**Menghitung Daya yang Disalurkan dari motor ke Bilah**

$$Pd = 2\pi \times Q \times n \dots\dots\dots(2.6)$$

Dimana:

Q: torsi ( $\tau$ )

n: Putaran Bilah (rad/s)

$$Pd = 2 \times 3,14 \times 83,184 \text{ Nm} \times 356,9552 \text{ rad/s}$$

$$Pd = 186.471,79 \text{ watt}$$

#### 4. KESIMPULAN

Mesin pemotong PCB yang telah dirancang dan dibuat mampu melakukan pemotongan PCB. Mekanisme gerak linear yang digunakan terbukti dapat mengefisiensikan waktu, sehingga hasil pemotongan menjadi lebih presisi dan rapih. Mesin pemotong PCB ini dilengkapi dengan motor DC 24V dengan kecepatan putar 30.000 rpm dan bahan yang akan diuji yaitu berupa PCB yg tebalnya 0,2 cm dengan panjang 14 cm dan lebarnya 9,6 cm. Pada saat proses pemotongan PCB gerak otomatis melalui perhitungan yang telah dilakukan didapatkan hasil bahwasanya kecepatan potong linearnya 254,968 m/menit, Percepatan linear nya 17,33 m/s<sup>2</sup>, daya efektif yang digunakan 11,7678 Watt, putaran *Cutting Disc minimum* sebesar 356,9552 rad/s, torsi ( $\tau$ ) yang dibutuhkan untuk menggerakkan mekanisme 83,184 Nm dan daya yang disalurkan dari motor ke cutting disk adalah sebesar 186.471,79 watt.

Adapun saran kedepannya untuk penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk Penelitian Selanjutnya, disarankan untuk menggunakan rel linear servo actuator dengan material besi supaya tidak mudah putus.
2. Diharapkan kedepannya bisa dikembangkan lagi dan memungkinkan terintegrasi dengan aplikasi mobile, seperti menghidupkan dan mematikan mesin di smarthphone.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

[1] S. Supriyati, T. Pramuji, I. Saputro, dan L. R. Hidayati, "Rancang Bangun CNC (Computer Numerical Control) untuk Pembuatan PCB Berbasis Arduino," *Orbith: Majalah Ilmiah Pengembangan Rekayasa dan Sosial*, vol. 19, no. 1, pp. 1–6, 2023. [Online]. Tersedia: <https://jurnal.polines.ac.id/index.php/orbith/article/view/4392>

- [2] M. Supriyardi, M. R. A. Hasibuan, dan M. Muhaimin, “Rancang Bangun Mesin CNC Milling 3-Axis untuk Engrave PCB Berbasis Arduino Uno,” *Jurnal TEKTR0*, vol. 3, no. 1, pp. 8–13, 2024. [Online]. Tersedia: <https://e-jurnal.pnl.ac.id/TEKTR0/article/view/1543>
- [3] A. Syazili, M. B. Abu Bakar, C. Fakhrozi, dan M. A. B. M. Mukhtar, “Effect of feed rate and cutting bit coating towards neatness of PCB cutting process,” *Technical Report*, Nov. 2022. [Online]. Tersedia: <https://www.researchgate.net/publication/365572008>
- [4] A. Gumelar dan E. Edidas, “Rancang Bangun CNC PCB Layout Berbasis Mikrokontroler,” *Voteteknika*, vol. 8, no. 3, pp. 189–194, 2020. [Online]. Tersedia: <https://ejournal.unp.ac.id/index.php/voteteknika/article/view/109773>
- [5] Efrizon, Y. Yultrisna, M. Fajri, E. Madona, dan A. Wardhani, “Pembuatan Prototype CNC Machine Penggambaran Pola Jalur PCB Berbasis Mikrokontroler,” *Jurnal Pengelolaan Laboratorium Pendidikan (JPLP)*, vol. 6, no. 2, pp. 92–101, Jul. 2024. [Online]. Tersedia: <https://ejournal2.undip.ac.id/index.php/jplp/article/view/20426>
- [6] F. Hermawanto dan H. J. Habibi, “Rancang Bangun Mesin CNC PCB Berbasis Arduino untuk Mendukung TEFA,” *Jurnal Pengelolaan Laboratorium Pendidikan (JPLP)*, vol. 7, no. 2, 2025. [Online]. Tersedia: <https://ejournal2.undip.ac.id/index.php/jplp/article/view/20874>
- [7] G. Sebastian, H. Khoswanto, dan T. Thiang, “Pembuatan Mesin CNC dengan Mikrokontroler Arduino Mega untuk Mencetak PCB,” *Jurnal Teknik Elektro*, vol. 13, no. 1, pp. 1–7, Mar. 2020. [Online]. Tersedia: <https://jurnalelektro.petra.ac.id/index.php/elk/article/view/23014>
- [8] M. Jufrizaldy, I. Ilyas, dan M. Marzuki, “Rancang Bangun Mesin CNC Milling menggunakan Sistem Kontrol GRBL untuk Pembuatan Layout PCB,” *Jurnal Mesin Sains Terapan*, vol. 4, no. 1, 2020. [Online]. Tersedia: <https://e-jurnal.pnl.ac.id/mesinsainsterapan/article/view/1743>
- [9] Mansur Mansur, I. Yusuf, dan M. Marzuki, “Rancang Bangun Mesin CNC Drilling Menggunakan Sistem Kontrol GRBL untuk Pembuatan Lubang PCB,” *Jurnal Mesin Sains Terapan*, vol. 4, no. 1, 2020. [Online]. Tersedia: <https://e-jurnal.pnl.ac.id/mesinsainsterapan/article/view/1222>
- [10] A. Muqit, *Mekatronika Sistem Kendali berbasis Mikrokontroler*, Politeknik Negeri Malang, Jul. 2020. [Online]. Tersedia: [https://www.researchgate.net/publication/342886438\\_Mekatronika\\_Sistem\\_Kendali\\_berbasis\\_Mikrokontroler](https://www.researchgate.net/publication/342886438_Mekatronika_Sistem_Kendali_berbasis_Mikrokontroler)