



## DESAIN ALAT PENGGULUNG LILITAN KAWAT BERBASIS ARDUINO

Abraham Manuhutu<sup>1</sup>, Cekma Nurul Hikmag Tawainella<sup>2</sup>  
Politeknik Negeri Ambon<sup>1,2</sup>

\*Email Korespondensi: [bram.manuhutu@gmail.com](mailto:bram.manuhutu@gmail.com)

---

### ABSTRAK

Alat penggulung lilitan kawat manual yang digunakan di bengkel listrik Politeknik Negeri Ambon, pada mata kuliah perbaikan dan perawatan mesin listrik dimana mahasiswa yang akan mempelajari tentang mesin listrik yakni motor listrik satu fasa. Ketika motor dioperasikan ada beberapa motor tidak dapat berfungsi sebagaimana mestinya karena ketidaksesuaian lilitan yang dilakukan oleh mahasiswa, maka perlu adanya sebuah alat penggulung lilitan kawat pengembangan dari alat penggulung lilitan manual ke otomatis yang bertujuan memudahkan proses penggulangan lilitan yang nantinya akan diterapkan pada motor listrik yang akan di pelajari oleh mahasiswa dengan memanfaatkan Arduino dan sensor infrared. Metode penelitian yang digunakan yaitu adalah metode *Riset and Developmet* (Riset dan Pengembangan ) yaitu suatu metode yang dipakai untuk mengembangkan model dan menggunakan beberapa teknik pengambilan data yang dilakukan dalam melakukan penelitian, yakni seperti wawancara pada dosen/PLP dan beberapa mahasiswa pada bengkel listrik , *studi literature* ( kajian pustaka ), dan observasi. Hasil pengujian dengan melakukan settingan limit input pada keypad yang terdiri dari 100 lilitan, 50 lilitan dan 25 lilitan, masing masing input lilitan tersebut menggunakan dua diameter mal yang berbeda dan analisa waktu berdasarkan tingkat kecepatan 25%, 50%, dan 100% dan kesimpulan yang diperoleh yaitu untuk mal besar memakan waktu yang cepat karena semakin besar ukuran mal akan semakin cepat lilitan yang dapat digulung begitupun sebaliknya, dengan 3 kali pengujian rpm dan torsi motor menggunakan 100 lilitan pada kecepatan 25% dengan rata rata 70 rpm dengan torsi 0.00661 Nm, 50% dengan rata rata 192 RPM dan torsi 0.00240 Nm, dan terakhir 100% dengan rata rata 260 RPM dan torsi 0.00177 Nm.

**Kata Kunci:** Arduino; Sensor Infrared; Motor DC; Kawat

---

### ABSTRACT

*In the electrical workshop of Politeknik Negeri Ambon, a manual wire winding tool is used for the course on the repair and maintenance of electrical machines, focusing on single-phase electric motors. When these motors are operated, some of them don't function correctly due to mismatches in the windings created by students. Therefore, there's a need for the development of an automatic wire winding tool. This tool aims to simplify the winding process and will be applied to the electric motors that students study. It will utilize Arduino and infrared*

*sensor technology. The research method employed here is Research and Development, a method used to develop models and involve various data collection techniques. These techniques include interviews with instructors/Educational Lab Technician and several students in the electrical workshop, literature review (literary study), and observations. The testing results involve configuring input limits on a keypad, including 100 windings, 50 windings, and 25 windings, each utilizing two different coil diameters. The analysis focuses on time measurements based on three speed levels: 25%, 50%, and 100%. The conclusion drawn is that larger coils lead to faster winding times, and the reverse is also true. During three separate motor tests using 100 windings, it was found that at a 25% speed setting, the average motor RPM was 70 with a torque of 0.00661 Nm. At 50% speed, the average RPM was 192 with a torque of 0.00240 Nm. Finally, at 100% speed, the average RPM was 260 with a torque of 0.00177 Nm."*

**Keywords:** *Arduino; Infrared Sensor; DC Motor; Wire*

## PENDAHULUAN

Lilitan kawat pada motor listrik satu fasa terdiri dari dua jenis, yaitu lilitan stator dan lilitan rotor. Lilitan stator terdiri dari beberapa lilitan kawat yang dibentuk menjadi gulungan dan diletakkan pada inti stator. Lilitan rotor pada motor listrik satu fasa, umumnya menggunakan jenis rotor sangkar tupai (*squirrel cage rotor*) yang terdiri dari beberapa batang besi yang terhubung dengan konduktor atau kawat tembaga melingkar pada bagian luar rotor. Pada motor listrik satu fasa, lilitan stator memiliki sumber daya listrik yang konstan, sedangkan lilitan rotor terhubung secara serangkaian dengan komponen awal atau starter untuk menghasilkan perbedaan fase sehingga tercipta putaran awal pada rotor. Setelah rotor mulai berputar, *starter* tersebut dapat dilepas.

Arduino adalah sebuah platform *open-source* untuk pembuatan *prototipe* elektronik yang terdiri dari *board* mikrokontroler dan perangkat lunak untuk pemrogramannya. Arduino dapat digunakan untuk mengontrol berbagai jenis perangkat elektronik, seperti motor, lampu, sensor, dan lain-lain. Pengontrolan arduino dilakukan melalui bahasa pemrograman mudah dipelajari, serta dilengkapi dengan berbagai *library* yang memudahkan dalam mengakses berbagai jenis perangkat elektronik.

Salah satu alat penggulung lilitan kawat manual yang digunakan di bengkel listrik POLNAM, pada mata kuliah perbaikan dan perawatan mesin listrik dimana mahasiswa yang akan mempelajari tentang mesin listrik yakni motor listrik satu fasa. Ketika motor di operasikan ada beberapa motor tidak dapat berfungsi sebagaimana mestinya karena ketidakteelitian mahasiswa melilit kawat sehingga tidak akurat, maka perlu adanya sebuah alat yaitu desain alat penggulung lilitan kawat pengembangan dari alat penggulung lilitan manual ke otomatis. Dalam penyusunan tugas akhir ini, maka dirancanglah berbasis arduino dengan bantuan sensor *infrared* sebagai pembaca/penghitung jumlah putaran penggulung. Pengontrolan arduino digunakan untuk mengatur kecepatan motor sehingga sesuai dengan ukuran kawat yang digunakan dan menentukan jumlah lilitan kawat yang dihasilkan. Dengan menggunakan pengontrolan arduino, alat penggulung lilitan kawat dapat menjadi lebih presisi dan dapat menghasilkan lilitan kawat yang lebih konsisten. Sensor *infrared* digunakan untuk memberikan sinyal pada motor untuk menggerakkan roda dan mendeteksi jumlah putaran penggulung. Dengan adanya sensor *infrared* alat ini dapat secara otomatis menghitung berapa jumlah putaran penggulungan lilitan kawat secara akurat dan konsisten, sehingga menghasilkan lilitan kawat yang presisi dan sesuai dengan kebutuhan. Arduino mengontrol gerakan motor dan mengambil data dari sensor *infrared* untuk mengatur kecepatan penggulangan dan jarak antar lilitan kawat secara otomatis. Dengan demikian, alat ini dapat mempercepat proses pembuatan

lilitan kawat dan mengurangi kesalahan manusia dalam pembuatan lilitan kawat secara manual. Adapun rumusan masalah pada penelitian ini yaitu Bagaimana cara mendesain dan memprogram Arduino untuk mengontrol kecepatan dan jumlah putaran dengan sensor *infrared* pada alat penggulung lilitan kawat. Batasan masalah penelitian yang terbentuk yaitu Desain alat ini dirancang untuk penggulangan kawat pada motor satu fasa dengan menggunakan kawat 0,40. Penelitian ini dibuat sebagai pengembangan alat gulungan dengan menggunakan arduino sebagai pengontrol. Tujuan penelitian adalah untuk mendesain dan memprogram Arduino agar dapat mengontrol kecepatan dan jumlah putaran pada alat penggulung lilitan kawat. Dengan demikian, dapat membuat sebuah sistem otomatis yang dapat mengatur kecepatan dan jumlah putaran lilitan kawat dengan presisi membuat penggulangan kawat dilakukan sehingga menghasilkan lilitan kawat yang rapi serta akurat. Hal ini dapat membantu dalam menghemat waktu dan mengurangi kesalahan dalam proses pembuatan lilitan kawat.

## METODE PENELITIAN

Jenis metode yang digunakan adalah metode *Riset and Developmet* (Riset dan Pengembangan ) yaitu suatu metode yang dipakai untuk mengembangkan model, alat atau aplikasi tertentu berdasarkan proses penelitian.

### Jenis data

jenis data yang digunakan yaitu data primer, dimana data primer sendiri merupakan data utama yang diperoleh dari hasil pengujian.

### Teknik Pengambilan Data

Terdapat beberapa teknik pengambilan data yang dilakukan dalam melakukan suatu penelitian, yakni seperti wawancara, *studi literature* ( kajian pustaka ), dan observasi.

#### a. Wawancara

Wawancara adalah kegiatan yang melibatkan interaksi antara peneliti dan responden dengan tujuan untuk mendapatkan informasi yang dibutuhkan dalam penelitian. Dalam penelitian ini peneliti melakukan wawancara secara langsung pada dosen/PLP yang terkait dengan mata kuliah MMR di bengkel listrik POLNAM.

#### b. Studi Literatur

Teknik pengambilan data dengan studi literatur adalah suatu metode dalam penelitian yang melibatkan pencarian, pengumpulan, dan analisis sumber-sumber literatur atau dokumen yang relevan dengan topik penelitian. Studi literatur dapat dilakukan secara online atau offline dengan menggunakan berbagai sumber seperti jurnal ilmiah, buku, laporan, dokumen resmi, dan sumber-sumber elektronik lainnya.

#### c. Observasi

Teknik pengambilan data dengan observasi adalah suatu metode dalam penelitian yang melibatkan pengamatan langsung terhadap objek atau fenomena yang ingin diteliti dengan tujuan untuk memperoleh informasi yang akurat pada tahap observasi peneliti melakukan observasi pada bengkel listrik POLNAM.

## HASIL PENELITIAN

### Pengujian Software Dan Hardware

#### Pengujian Sensor *Infrared*

##### Rincian pemograman ( *Coding* ):

```
if (digitalRead(COUNTER_SENSOR) == LOW)
{
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("Countdown: ");
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print(count);
    Simpan();
    count--;
    Sensor = 1;
    digitalWrite(MOTOR, HIGH);
}
else if (digitalRead(COUNTER_SENSOR) == HIGH)
{
    Sensor = 0;
}
```

Pada bagian ini, Arduino membaca status dari *Counter\_Sensor* menggunakan fungsi *digitalRead*. Jika sensor mendeteksi rendah (*LOW*), itu berarti ada penghalang, dan program akan menampilkan informasi pada layar LCD, mengurangi nilai *count*, dan mengatur Sensor menjadi 1. Selain itu, motor juga akan diaktifkan. Jika sensor mendeteksi tinggi (*HIGH*), itu berarti tidak ada penghalang, dan Sensor akan diatur menjadi 0. Ini adalah bagian program yang mengendalikan reaksi berdasarkan deteksi sensor. Program ini akan terus berjalan dalam *loop Countdown()* hingga *count* mencapai nilai 0 atau program dijeda oleh tombol #.

#### Tabel hasil pengujian terhadap sensor

Tabel 1 Hasil Pengujian Tegangan/Arus dan Respon Sensor Terhadap Penghalang

Penghalang	Kondisi/Respon Sensor	Tegangan	Arus
Ada	Sensor Aktif/LED indicator sinyal on	7,2 Vdc	0,009 A
Tidak Ada	Sensor Aktif/LED indicator sinyal off		

Sumber : ( Peneliti, 2023 )

Dari tabel di atas menjelaskan bahwa ketika sensor diberi penghalang sensor aktif dan bekerja maka setiap sekali penghalang terbaca oleh sensor maka akan langsung muncul angka hitungan mundur (*countdown*) dari limit input yang telah di setting di keypad sebelumnya pada LCD begitupun sebaliknya ketika tidak ada penghalang sensor tetap aktif tapi karna tidak terdapat penghalang maka juga tidak akan muncul hitungan mundur pada LCD dan tegangan yang dihasilkan ketika sensor bekerja sebesar 7,2 Vdc dan arus 0.009 A

#### Pengujian Keypad 3 x 4 dan LCD

##### *Coding* untuk pemograman Keypad 3 x 4 dan LCD

##### Rincian pemograman ( *Coding* ) :

```
void setup() {  
  Serial.begin(9600);  
  lcd.begin(16, 2);  
  pinMode(BUZZER, OUTPUT);  
  pinMode(MOTOR, OUTPUT);  
  pinMode(COUNTER_SENSOR, INPUT);  
  digitalWrite(MOTOR, LOW);  
  count = EEPROM.read(0);  
  if (count > 0) {  
    Countdown();  
  }  
}  
  
  lcd.clear();  
  lcd.setCursor(0,0);  
  lcd.print("Input Limit : ");  
  lcd.setCursor(5,1);  
  lcd.print(" (Maxs 9999)");  
  int value = getValueFromKeypad();  
  lcd.setCursor(0,1);  
  lcd.print("Value: ");  
  lcd.print(value);  
  if (value > 0){  
    waitForStartButton();  
    decrementValue(value);  
  }  
}
```

### Penjelasan dari *Coding* di atas :

Pengguna memasukkan nilai yang akan dihitung dengan menekan tombol pada *keypad*. Nilai ini kemudian akan ditampilkan di LCD. Pengguna memulai *countdown* dengan menekan tombol '#' pada *keypad*. Setelah tombol tersebut ditekan, program akan memulai penghitungan mundur. Selama *countdown* berlangsung, program akan mengurangi nilai yang dimasukkan oleh pengguna, menampilkan nilainya di LCD, dan menggerakkan motor. Saat sensor mendeteksi bahwa putaran motor telah mencapai batas tertentu, program akan menghentikan motor dan melanjutkan pengurangan nilai hingga mencapai nol. *Buzzer* digunakan untuk memberikan sinyal suara sebagai indikasi akhir dari *countdown*. Program juga memiliki fitur *pause* dan *resume*. Saat tombol '\*' ditekan pada *keypad*, program akan menjeda *countdown*, menampilkan pesan "PAUSE" di LCD, dan menghentikan motor. Saat tombol '#' ditekan lagi, program akan melanjutkan *countdown* dari nilai yang tersimpan sebelumnya.

### Hasil pengujian *keypad* dan LCD

#### A. Pengujian *Keypad* dan Tampilan LCD

Tabel 2 Pengujian *Keypad* dan Tampilan LCD

No	Variabel Pengujian	Metode pengujian	Hasil Pengujian	Kesimpulan
1	Respon Tombol	Memastikan semua tombol keypad berfungsi	Semua tombol keypad berfungsi	Interaksi dengan keypad lancar dan sukses

---

2	Tampilan lcd	Memastikan tampilan berfungsi	Tampilan sesuai lcd	Tampilan berfungsi dan jelas	lcd baik
---	--------------	-------------------------------	---------------------	------------------------------	----------

---

Sumber : ( Peneliti, 2023 )

### Penjelasan dari setiap variabel pengujian dalam tabel 2 :

**Respons Tombol:** Pengujian ini dilakukan untuk memastikan bahwa semua tombol pada keypad berfungsi dengan baik. Proses pengujian melibatkan menekan setiap tombol pada keypad dan memeriksa apakah responsnya sesuai dengan tombol yang ditekan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa semua tombol berfungsi, yang berarti interaksi dengan keypad berjalan lancar dan berhasil.

**Tampilan LCD:** Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa tampilan pada LCD berfungsi dengan baik. Selama pengujian, tampilan yang diharapkan sesuai dengan yang ditampilkan pada LCD. Hasil pengujian menunjukkan bahwa tampilan pada LCD berfungsi baik dan jelas, sehingga pengguna dapat dengan mudah memahami informasi yang ditampilkan.

### Pengujian Motor

#### Pengujian tegangan pada motor

Tabel 3 Pengukuran Tegangan, Arus, dan Daya

Tegangan	Arus	Daya
19,8 Vdc	0.22 A	0.448 W

Sumber : ( Peneliti, 2023 )

Dari tabel diatas tegangan arus pada motor yaitu 19,8 Vdc, arus sebesar 0.22, dan daya 0.448 W

#### Rincian pemograman ( Coding ) :

```
void decrementValue(int value) {  
    lcd.clear();  
    lcd.setCursor(0,0);  
    lcd.print ("Countdown: ");  
    lcd.setCursor(0,1);  
    lcd.print (value);  
    digitalWrite(MOTOR, HIGH);  
    count = value;  
    Countdown();  
}  
//=====
```

#### Penjelasan dari pemograman di atas :

Ketika pengguna memasukkan nilai limit melalui keypad, nilai tersebut akan ditampilkan di layar LCD sebagai "Value [nilai]".Selanjutnya, program akan menunggu pengguna untuk menekan tombol "mulai" (limit input). Ketika tombol ini ditekan, program akan memanggil fungsi *decrementValue* dengan nilai yang telah dimasukkan pengguna sebagai argumen. Selanjutnya, pin yang mengendalikan motor akan diubah menjadi status "HIGH." Ini mengaktifkan motor dan memulai operasinya.

## Pengujian motor tanpa beban lilitan dan menggunakan lilitan

### A. Pengujian Motor dengan Tanpa Beban

Tabel 4 Pengujian Motor Tanpa Beban/Lilitan:

<b>Input Limit lilitan</b>	<b>Persentase Putaran Penuh (%)</b>	<b>Waktu</b>
100	25	1 menit 30 detik
50	50	31 detik
25	100	28 detik

Sumber : ( Peneliti, 2023 )

Dari tabel diatas peneliti melakukan pengujian terhadap motor tanpa beban, tanpa beban yang di maksud ialah kawat lilitan dan di peroleh ketika input limit yang disetting pada keypad untuk settingan 100, 50, dan 25 dengan menggunakan potensiometer sebagai pengatur tingkat kecepatan putaran motor yang di bagi menjadi tiga yaitu 25%, 50%, dan 100% pembagian persen tersebut didasari oleh resistor atau tahanan yang digunakan yakni 10k ketika potensio di putar searah jarum jam ( ke kanan ) sebesar 25% maka tahanan yang semula 10k akan berkurang, jadi semakin potensio diputar ke kanan tahanan akan berkurang maka putaran motor akan semakin cepat

### B. Pengujian Motor dengan Beban

Tabel 5 Pengujian Motor dengan 100 Lilitan

<b>Input Limit lilitan</b>	<b>Diameter Mal</b>	<b>Waktu / Persentase Putaran Penuh (%)</b>		
		25	50	100
100	10,6 x 6	1 menit 32 detik	32 detik	29 detik
	8,7 x 5	1 menit 42 detik	52 detik	30 detik

Sumber : ( Peneliti, 2023 )

Tabel 6 Pengujian Motor dengan 50 Lilitan

<b>Input Limit lilitan</b>	<b>Diameter Mal</b>	<b>Waktu / Persentase Putaran Penuh (%)</b>		
		25	50	100
50	10,6 x 6	1 menit 1 detik	21 detik	16 detik
	8,7 x 5	1 menit 16 detik	20 detik	15 detik

Sumber : ( Peneliti, 2023 )

Tabel 7 Pengujian Motor dengan 25 Lilitan

Input Limit Lilitan	Diameter Mal	Waktu / Persentase Putaran Penuh (%)		
		25	50	100
25	10,6 x 6	30 detik	20	10
	8,7 x 5	30 detik	19 detik	9 detik

Sumber : ( Peneliti, 2023 )

Hasil pengujian berdasarkan tabel diatas penelilti melakukan pengujian dengan melakukan settingan limit input pada keypad yang terdiri dari 100 lilitan, 50 lilitan dan 25 lilitan, masing masing input lilitan tersebut menggunakan dua diameter mal yang berbeda dan analisa waktu berdasarkan tingkat kecepatan 25%, 50%, dan 100% dan kesimpulan yang diperoleh yaitu untuk mal besar memakan waktu yang cepat karena semakin besar ukuran mal akan semakin cepat lilitan yang dapat digulung begitupun sebaliknya.

### Pengujian RPM Dan Torsi Motor :

Berdasarkan pada hukum dasar fisika yang mengaitkan daya dengan torsi dan kecepatan **Keterkaitan Antara Daya, Torsi, dan Kecepatan** dalam mesin-mesin berputar, seperti motor listrik, daya yang dikonsumsi oleh motor selalu merupakan produk dari torsi yang dihasilkan oleh motor dan kecepatan rotasi. Keterkaitan ini diwakili oleh rumus matematika yang dikenal sebagai:

$$\text{Daya (P)} = \text{Torsi } (\tau) \times \text{Kecepatan Rotasi } (\omega)$$

Di sini, daya diukur dalam watt (W), torsi dalam Newton-meter (N-m), dan kecepatan rotasi dalam radian per detik (rad/s). Untuk mengintegrasikan RPM ke dalam rumus daya, peneliti perlu mengonversi RPM ke dalam satuan yang lebih sesuai untuk mempermudah dengan menggunakan faktor konversi  $2\pi/60$  sebagai konstanta yang disederhanakan dalam rumus torsi motor listrik.

$$\text{RPM} = (2\pi/60) \text{ rad/s.}$$

Maka, rumus daya dapat ditulis ulang sebagai:

$$\text{Daya (P)} = \text{Torsi } (\tau) \times (2\pi \times \text{RPM} / 60)$$

Dari pengujian RPM yang di hitung menggunakan tachometer pada input limit 100 dengan porsi potensiometer 25% tanpa beban yaitu sebesar 165 RPM dan dengan beban kawat yaitu sebesar 70 RPM, untuk torsi di hitung dengan cara mengkonfigurasi dalam rumus daya di atas maka di ubah menjadi:

### Torsi

Berdasarkan data di atas maka Torsi tanpa beban dan dengan beban:

$$\text{Torsi} : = 0.00280\text{Nm}$$

$$\text{Torsi} : = 0.00661\text{Nm}$$

Untuk pengujian pada porsi potensio lainnya dapat dilihat pada tabel di bawah :

### Berikut Tabel RPM motor tanpa beban/dengan beban dengan limit input 100 :

Tabel 8 Pengujian RPM Motor tanpa Beban/dengan Beban

No	Porsi potensi ometer	Tanpa Beban			Dengan Beban		
		Waktu	Rpm	Torsi	Waktu	Rpm	Torsi
1	25%	1 menit 30 detik	165	0.00280	1 menit 32 detik	70	0.00661
2	50%	31 detik	330	0.00140	32 detik	192	0.00240
3	100%	28 detik	716	0.000645	29 detik	260	0.00177

Sumber:(Peneliti,2023)

## Pemrograman untuk Buzzer

```
#define BUZZER 2  
Tone(BUZZER, 20, 100); //  
Delay(50); //  
NoTone(BUZZER); //
```

Kode tersebut mengaktifkan buzzer untuk memainkan nada pendek selama 100 milidetik dengan frekuensi 2. Dengan jeda 50 milidetik. Ini memberikan sedikit waktu untuk nada yang akan dimainkan oleh buzzer. lalu mematikannya

## Penggunaan Adaptor

Tabel 9 Penggunaan Adaptor untuk Motor

Adaptor (Vac)	Porsi Potensio	Tegangan Motor (Vdc)
20 Vac	25%	7
	50%	16
	100%	19,8

Sumber:(Peneliti,2023)

Dari tabel diatas, peneliti mencantumkan data tegangan motor pada tiga tingkat kecepatan yang berbeda (25%, 50%, dan 100%) ketika digunakan adaptor 20 Volt AC.. Selain itu, terdapat juga adaptor 18 Vac yang dihubungkan pada arduino.

## SIMPULAN DAN SARAN

Dalam penelitian ini, peneliti mendesain alat penggulung lilitan kawat berbasis Arduino dalam penggulangan lilitan kawat dengan menggunakan komponen perangkat keras lainnya yakni sensor infrared, keypad 3x4, dinamo motor stater DC, mal penggulung kawat, LCD 16x2, buzzer dan adaptor power supply 20V dan 5V sebagai tegangan input.dan untuk perangkat lunak yakni Arduino IDE. Prinsip kerja dari alat ini Adalah pengguna menekan tombol angka sesuai dengan input limit yang di inginkan kemudian menekan tombol '#' sebanyak dua kali untuk "start" (mulai), maka dari itu akan mengirim sinyal ke motor yang semula dalam keadaan "Low" akan berubah menjadi "High", kemudian motor bekerja dan mall berputar sehingga sensor infrared akan mendeteksi adanya penghalang dan akan muncul gambar tulisan "CountDown" ( hitungan mundur ) pada layar LCD Dan ketika hitungan mundur telah selesai buzzer akan berbunyi dengan rentan waktu 100 milidetik. Jika pengguna ingin jeda dapat menekan tombol '#' satu kali dan jika ingin reset, pengguna dapat menekan tombol '\*' dan menekan kembali limit input yang diinginkan. Untuk hasil pengujian tegangan yang dihasilkan oleh sensor saat bekerja adalah 7,2 Vdc dengan arus 0,009 A. Tegangan dan arus motor saat beroperasi adalah 19,8 Vdc dan 0,22 A, menghasilkan daya 0,448 W. Pengujian motor tanpa beban dan berbeban dilakukan dengan mengatur *input limit* pada *keypad* yakni 100, 50, dan 25 lilitan. Pengaturan kecepatan putaran motor menggunakan potensiometer dengan tiga tingkat, yaitu 25%, 50%, dan 100%, semakin besar porsi potensio yang digunakan, semakin tinggi RPM motor. Selanjutnya, peneliti mencantumkan data tegangan motor pada tiga tingkat kecepatan tersebut dimana menggunakan adaptor 20 Vac, untuk kecepatan pertama menghasilkan tegangan 7V, kecepatan kedua 16V dan yang terakhir 19.8V, dengan tambahan adaptor 18 Vac yang dihubungkan ke Arduino.Pengujian juga mencakup analisis waktu berdasarkan tiga tingkat kecepatan tersebut untuk mal yang berukuran 10,6 x 6, dengan hasil pengujian yakni pada limit input 100 dengan kecepatan 100% diperoleh waktu 1 menit 32 detik, kecepatan 50% 32 detik dan kecepatan 25% 29 detik,. Hasil pengujian RPM digunakan untuk menghitung torsi motor, dengan torsi tanpa beban 0,00280Nm dan berbeban 0,00661Nm

ini untuk porsi potensiometer 25%, 0.00140Nm dan 0.00240Nm untuk porsi 50%, 0.000645Nm dan 0.00177Nm untuk porsi 100% .

Dalam proses penelitian ini, pengalaman peneliti akan memberikan beberapa aspek penting yang perlu diperhatikan. Yakni, Selalu melakukan pemeriksaan berkala terhadap komponen, terutama konfigurasi kabel pada box pengaman, karena jika salah satu saja yang terlepas maka komponen yang lainnya tidak dapat beroperasi sebagaimana mestinya, jika komponen ada yang tidak berfungsi setidaknya harus memiliki komponen cadangan yang siap digunakan, salah satunya sensor yang rentan terhadap kerusakan. Pada penelitian ini awalnya peneliti menggunakan sensor *optocoupler*, tetapi pada evaluasi alat dengan rentang waktu beberapa hari kemudian sensor mengalami masalah dan tidak dapat mendeteksi adanya penghalang untuk itu peneliti menggantinya dengan sensor *infrared*, oleh karena itu pemilihan sensor yang berkualitas dan sesuai dengan lingkungan kerja sangat penting untuk menjaga kinerja sistem yang stabil selain itu peneliti membuat pelindung sensor dari debu dan fluktuasi suhu dengan penyediaan pelindung fisik atau kasing sensor dari mika. Catatan dan dokumentasi yang akurat tentang semua perubahan yang dilakukan pada perangkat sangat penting. Dengan demikian evaluasi berkelanjutan terhadap kinerja perangkat selama penelitian sangat dianjurkan untuk mendeteksi dan mengatasi masalah sejak dini. Dengan mengikuti saran-saran ini, penelitian dapat berjalan lebih lancar dan dapat meminimalkan potensi gangguan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- 4x1 Matrix Membrane Keypad. 2011. "4x1 Matrix Membrane Keypad." : 250.  
<https://cdn.sparkfun.com/assets/f/f/a/5/0/DS-16038.pdf>.
- M, Reza Pebriawan et al. 2022. "Analisis Rangkaian Op-Amp Sebagai Komparator Menggunakan Circuit Simulator Applet." *Journal of Electrical and System Control Engineering* 6(1): 40–49.
- Prihono. 2019. "Otomatisasi Alat Penggulung Kumparan Pada Ukm Dinamo Di Desa Brebek Kecamatan Waru Kabupaten Sidoarjo." (0531077601).
- Safaruddi, Try Dhatul Ramadhania dan. 2022. "MOTOR LISTRIK OTOMATIS BERBASIS ARDUINO a Teknik Elektro , Fakultas Teknik , Universitas Muhammadiyah Palembang." 01: 292–302.
- Sajid, M A, N N Sam, dan M D Faraby. 2021. "Rancang Bangun Sistem Penggulung Kumparan Menggunakan GRBL." : 52–58.  
<http://jurnal.politeknikbosowa.ac.id/index.php/JMAPLE/article/view/288%0Ahttp://jurnal.politeknikbosowa.ac.id/index.php/JMAPLE/article/viewFile/288/143>.
- Syahwil, Muhammad. 2020. "Modifikasi Alat Penggulung Dinamo Sistem Manual Menjadi Otomatis Berbasis Arduino." *Indonesian Journal of Laboratory* 3(1): 46.
- Yandri, Valdi Rizki, dan Desmiwarman. 2016. "RANCANG BANGUN ALAT PENGGULUNG KAWAT EMAIL UNTUK KUMPARAN MOTORMENGGUNAKAN MIKROKONTROLLER ATMEGA328 SEBAGAI UNIT PENGENDALI Design." *Jurnal Teknik Elektro ITP* 5(1): 16–21.
- Zubaidi, A, I Syafa, dan Darmanto. 2017. "Analisis Pengaruh Kecepatan Putar Dan Kecepatan Pemakanan Terhadap Kekasaran Permukaan Material F 4CD0 Pada Mesin Bubut CNC." *Momentum* 8(1): 40–47.