
RANCANG BANGUN ALAT PENGGULUNG LILITAN TRANSFORMATOR TOROID BERBASIS MIKROKONTROLER ATmega 328

Abdul Kodir Al Bahar, Eko Akhsanul Fikri

ABSTRAK

Industri dalam negeri memproduksi transformator toroid yang berfungsi sebagai penurun tegangan atau menaikkan tegangan listrik. Untuk saat ini, proses pembuatannya masih banyak menggunakan mesin manual. Meskipun banyak mesin penggulung lilitan otomatis yang diproduksi luar negeri, tetapi harga mesin tersebut masih relatif mahal. Oleh karena itu, dibuat alat penggulung lilitan transformator toroid berbasis mikrokontroler ATmega328 yang dibuat dengan kualitas yang baik dengan dilengkapi fitur yang dapat mengatur jumlah lilitan, tampilan digital, sensor, dan motor yang bergerak secara otomatis dengan menggunakan sistem program Arduino. Dari hasil pengujian alat penggulung lilitan transformator toroid berbasis mikrokontroler ATmega328, didapatkan hasil yang baik dengan tingkat ketelitian sebesar 98,63%, tingkat akurasi sebesar 99,73% , dan tingkat kesalahan rata-rata sebesar 0,461%. Daya yang relatif lebih rendah sebesar 55 Watt dan biaya yang relatif lebih murah dapat menjadi keunggulan alat ini.

Kata kunci : Transformator toroid, mesin otomatis, Arduino ATmega328

ABSTRAK

The domestic industry manufactures toroid transformers that function as voltage reducers or increase electrical voltage. For now, the manufacturing process still uses a lot of manual machines. Although many automatic winding machines produced abroad, the price of these engine is still relatively costly. Therefore, an ATmega28 microcontroller-based toroid transformer winding tool made with good quality with features that can adjust the number of windings, digital displays, sensors, and motors that move automatically using the Arduino program system. From the test results of the ATmega28 microcontroller-based toroid transformer winding tool, it gets good results with an accuracy level of 98.63% , an accuracy level of 99.73%, and an average error rate of 0.461%. A relatively lower power of 55 Watts and relatively cheaper costs can be an advantage of this tool.

Keywords : Toroid transformer, automatic machine, Arduino ATmega32

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Transformator adalah suatu alat listrik yang dapat memindahkan dan mengubah energi listrik dari satu atau lebih rangkaian listrik ke rangkaian listrik yang lain, melalui suatu gandingan berdasarkan induksi elektromagnetik (Zuhail dan Zhanggischan, 2004). Tujuan ini ialah merancang penggulung lilitan transformator toroid berbasis mikrokontroler atmega328 yang dapat dibuat dengan biaya terjangkau. Alat penggulung lilitan transformator toroid sangat mudah dalam proses pelilitan transformator toroid, sudah banyak dijual mesin penggulung lilitan transformator toroid dengan buatan luar negeri namun harga mesin tersebut masih relatif mahal karena itu alat penggulung lilitan transformator toroid berbasis mikrokontroler atmega328 dirancang dengan biaya terjangkau, khususnya untuk industri kecil dan menengah dengan hasil produksi menjadi meningkat dan mempunyai mutu yang baik dalam pengoperasian lebih mudah bisa membantu untuk mengurangi waktu lilit. Untuk mempermudah proses pembuatan transformator, dengan adanya alat ini bisa lebih efisien waktu lilit dan presisi transformator jadi menghasilkan transformator toroid yang berkualitas yang baik. Peran penting transformator di dunia industri panel surya dan sudah banyak menggunakan transformator toroid untuk menjadikan inverter low frequency untuk menstabilkan tegangan beban induktif seperti mesin bor, compressor, *Air Conditioner* (AC).

Mengingat peran motor listrik yang sangat penting dalam industri dimana motor listrik bekerja untuk mengubah energi

listrik menjadi energi mekanik (gerak), maka transformator berperan sebagai pengubah tegangan melalui induksi elektromagnetik. Sebagai contoh, banyak industri dalam negeri yang menyediakan jasa hoisting untuk motor listrik masih menggunakan proses hoisting manual yaitu tenaga manusia. Maka untuk mengatasi kesalahan dan komputasi yang kurang efisien. Maka untuk mengatasi kesalahan perhitungan pada lilitan kawat belitan, penelitian ini membuat alat penggulung lilitan transformator toroid.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka permasalahan yang menjadi fokus kajian dalam penelitian ini adalah: Bagaimana membuat Rancang Bangun Alat Penggulung Otomatis Lilitan Kawat Transformator Berbasis Arduino Atmega328

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah merancang dan membangun alat penggulung kumparan Trafo Toroid berbasis Mikrokontroler Arduino ATmega328 agar lebih mudah untuk :

1. Mendapatkan spesifikasi rancangan untuk pembuatan alat penggulung lilitan transformator otomatis yang sesuai dengan keinginan pemilik usaha.
2. Menghasilkan rancangan alat penggulung lilitan transformator otomatis yang ekonomis dan mampu meningkatkan produktivitas pada kinerja alat.

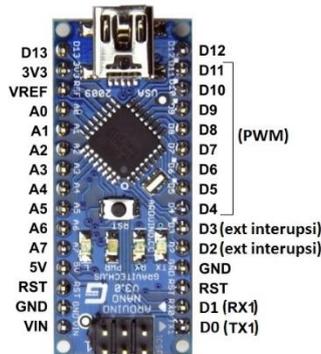
3. Menganalisa kelayakan rancangan dilihat dari aspek produktivitas.

2. LANDASAN TEORI

Transformator merupakan peralatan yang dimana rangkaian magnetic dan belitan yang terdiri dari dua atau lebih belitan secara induksi elektromagnetik daya.

2.1 Arduino

Arduino nano alat kecil yang menggunakan atmega328 tidak besar dan sangat efisien tempat, menggunakan power supply dari port miniUSB



Gambar II. 1 Arduino

2.2 Liquid Crystal Display (LCD) I2C

LCD I2C adalah LCD yang dikendalikan secara serial sinkron dengan protokol Inter Integrated Circuit (IIC) I2C/IIC, modul yang dikendalikan secara paralel baik untuk jalur data maupun kontrolnya. port I2C terletak pada pin A4 untuk jalur SLA (serial data) dan pin SCL (serial clock) dihubungkan dengan ground antara Arduino dengan prangkat I2C.



Gambar II. 2 LCD I2C

2.3 Sensor Infra Red

Inflamerah adalah perangkat elektronik yang memancarkan Cahaya diterima oleh fotodiode. Sensor ini juga mendeteksi pergerakan pada benda. Objek yang dipancarkan oleh pemancar diterima diterjemahkan sebagai data biner.

Table II. 1 Spektrum Cahaya

| Warna | Panjang Gelombang (nm) |
|-----------|------------------------|
| Ungu | 400 |
| Biru | 470 |
| Hijau | 569 |
| Kuning | 590 |
| Jingga | 630 |
| Merah | 780 |
| Infra Red | 800-1000 |



Gambar II. 3 Sensor *Infra Red*

pada gelombang inframerah tidak bisa terlihat pada mata secara langsung, tetapi radiasi dapat di rasakan

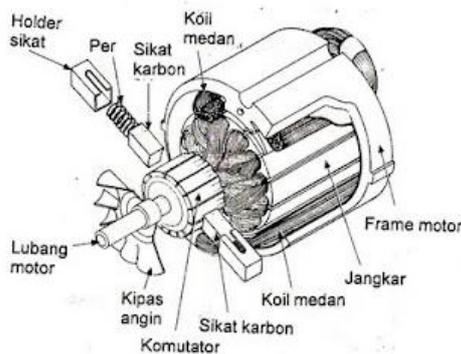
2.4 Motor DC

Motor DC membutuhkan tegangan arus DC untuk kumparan untuk mengubahnya menjadi energi kinetic meknik. Motor dc yang digunakan 775 dengan parameter sebagai berikut :

Table II. 2 parameter motor

| Voltage | Speed | Current |
|---------|-----------|---------|
| 12 V | 11000 rpm | 1,8 A |
| 18 V | 18000 rpm | 2,2 A |

Perinsip kerja pada motor DC adalah sejenis mesin listrik yang berfungsi menjadi energi dalam bentuk gerak putar. Pada motor DC dapat berputar adanya fluks magnet pada kumparan medan. Pertemuan arus pada kumparan jangkar yang melewati medan magnet yang dibentuk oleh kumparan.



Gambar II. 4 Kumparan Motor

2.4.1 Terminal Medan

Secara sederhana dapat diputar dikarenakan ada dua kutub magnet yang saling berintraksi. Dari kutub utara dan selatan berupa magnet permanent sedangkan motor yang berukuran besar menggunakan kumparan.

2.4.2 Sikat Arang

Memiliki fungsi pengantar arus pada tegangan ke kontaktor biasanya terbuat dari karbon dan berbentuk kotak, sikat arang ini terletak pada pengikat arang yang terdapat pada ujung motor

2.5 Motor Stepper

Motor stepper jenis motor dengan putaran yang didasarkan pada Langkah-langkah diskrik. Input ke motor stepper bersal dari pulsa digital.



Gambar II. 5 Motor Stepper

Mengontrol motor dari konstruksi kumparan yang disusun dalam kelompok yang disebut fase berurutan dapat di kontrol dalam putaran motor tersebut.

2.6 Power Suplay

Power suplay merupakan perangkat yang dapat digunakan untuk mengubah tegangan dengan teknologi mengalami perkembangan untuk meningkatkan kinerjanya. Seperti daya konversi dengan tingkat kelemahan efisien rendah.



Gambar II. 6 Power Supply

Power supply bekerja dari tegangan bolak-balik menjadi tegangan searah karna prangkat hanya bekerja dengan arus searah.

2.7 Stepper Driver

Stepper driver merupakan *board* motor step dengan control board bekerja dengan menyederhanakan sinyal data motor stepper dalam pembuatan program menjadi mudah pergerakan motor dapat lebih presisi karena *board* motor stepper.



Gambar II. 7 Board A4988

Table II. 3 Spesifikasi *Board* A4988

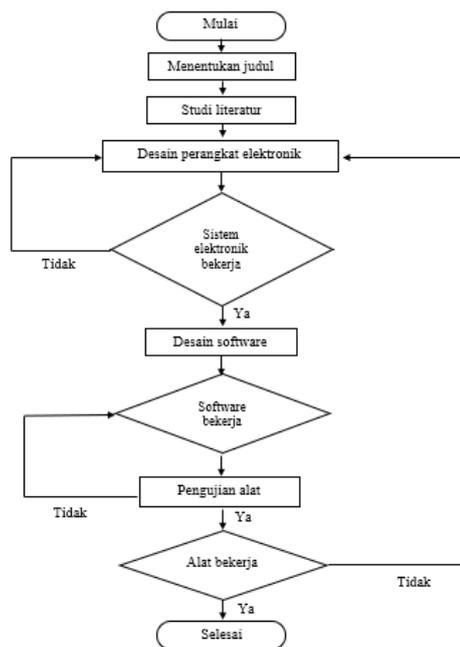
| Driver A4988 | Spesifikasi |
|---------------------------|-------------|
| Maximum operating voltage | 35V |
| Minimum operating voltage | 8V |
| Maximum current per phase | 2A |

| Driver A4988 | Spesifikasi |
|----------------------------|--|
| Microstep resolution | Full step, 1/2 step, 1/4 step, 1/8 dan 1/16 step |
| Reverse voltage protection | No |
| Dimensions | 15.5×20.5 mm (0.6"×0.8") |

3. METODE PENELITIAN

3.1 Langkah-Langkah Penelitian

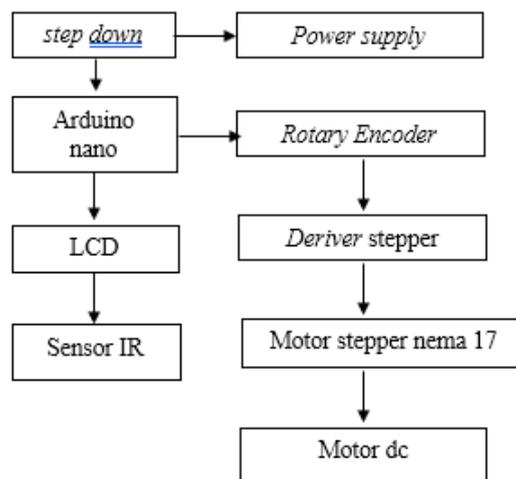
Pada Langkah penelitian penulis membuat diagram alur penelitian pada gambar dibawah ini :



Gambar 3. 1 Diagram Alur

3.2 Perencanaan Blok Diagram

Perancangan system alat ini diawali dengan pembuatan diagram blok sistem. Dimana setiap blok terhubung satu sama lain. Desain perangkat keras dan desain perangkat lunak.



Gambar 3. 2 Perancangan Blok Diagram

Menunjukkan *Power Supply* DC 12V akan memberikan tegangan untuk *Arduino Nano*, selain itu juga *Motor DC* juga tersupply dari tegangan *Power Supply* 12V.

setelah itu disambungkan ke LM2956 untuk *step down* 12 to 5 Volt dialirkan ke Arduino nano. Proses rotasi dimulai untuk menentukan lilitan yang diinginkan dengan diputar dan terlihat di LCD kemudian data ditransfer ke Arduino nano untuk mengaktifkan motor DC dan stepper supaya berjalan sesuai perintah yang diinput oleh pengguna.. Sensor IR akan membaca lilitan yang sudah berjalan dan akan terlihat pada LCD yang menampilkan angka lilitan.

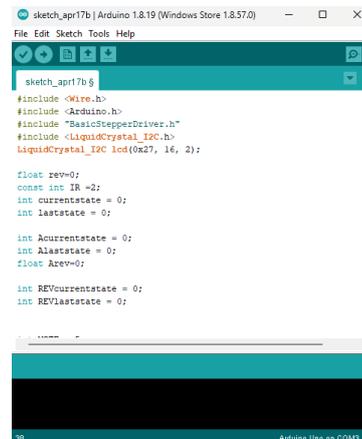
Bahan yang dibutuhkan untuk penelitian pembuatan rancang bangun alat pengguling lilitan transformator toroid berbasis mikrokontroler atmega328, spesifikasi :

1. Arduino nano ATmega328
2. LCD 2 x 16 I2C
3. Kabel mini USB
4. Rotary Encoder
5. Sensor IR
6. IC L293N
7. Modul A4988 Stepper Driver
8. Motor DC 12 volt
9. Stepper motor nema 17
10. Power suplay 12 volt
11. Kabel jumper
12. Software Arduino
13. Kabel data programming Arduino nano
14. Cat besi
15. Duradus 110x150x75 mm
16. Pulley As 7mm
17. Hollow 60x40 cm

3.3 Aplikasi Arduino

Arduino nano mempunyai peran yang sangat penting pada alat ini karena perintah untuk

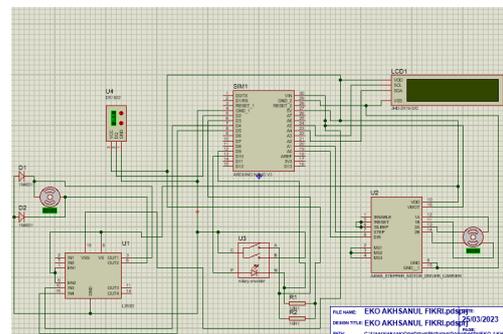
menjalankan alat menggunakan Arduino nano yang di koding dengan aplikasi Arduino:



Gambar 3. 3 Aplikasi Arduino

3.4 Rancangan Rangkaian Keseluruhan

Rangkaian keseluruhan merupakan gabungan dari rangkaian masing-masing blok yang berperan sebagai pusat kontrol yang mengolah data



Gambar 3. 4 Rangkaian Keseluruhan

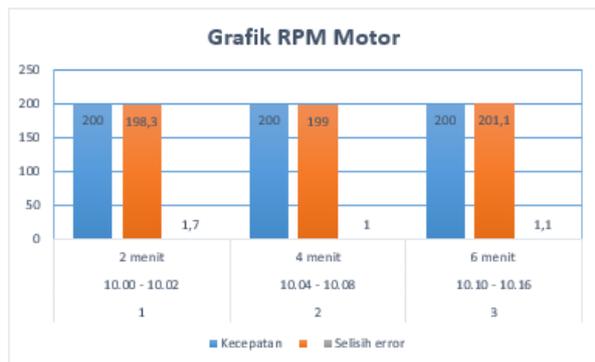
masuk untuk diubah dan menampilkan data yang diperoleh pada layar LCD.

3.5 Hasil Uji Kesetabilan Rpm

Menunjukkan pada gambar tersebut kecepatan motor 198,3 rpm, dimana hasil alat yang cukup baik dengan kecepatan motor yang tidak terlalu cepat karena pembacaan sensor berfungsi dengan baik yang mengupdate data pada Arduino.

Tabel 3. 1 Hasil Kesetabilan Rpm Motor

| No | Waktu setting | Menit | Kecepatan | | Selisih error |
|----|---------------|---------|-------------|--------|---------------|
| | | | Spesifikasi | Aktual | |
| 1 | 10.00 - 10.02 | 2 menit | 200 | 198,3 | 1,7 |
| 2 | 10.04 - 10.08 | 4 menit | 200 | 199 | 1 |
| 3 | 10.10 - 10.16 | 6 menit | 200 | 201,1 | 1,1 |



Gambar 3. 5 Grafik RPM Motor

3.6 Alat Penggulung Lilitan Transformator Toroid

Alat yang sudah dirancang sebagai berikut :



Gambar 3. 6 Alat penggulung lilitan Transformator toroid

4. HASIL PENGUKURAN

4.1 Hasil Pengukuran Alat

Dengan adanya analisa ini perlu dilakukan percobaan dengan pengujian untuk mendapatkan parameter yang sesuai dengan alat yang dirancang. Di bawah ini akan dibahas *system* kerja alat lilit transformator.

Proses pengujian yang telah dikerjakan menentukan berhasil tidaknya alat yang telah dikerjakan. Setelah pengujian alat ini mengalami *error* akan dilakukan perbaikan. Dalam pengujian yang dilakukan pengukuran yang akan digunakan menganalisa hardware dan software serta komponen lainnya.

Spesifikasi alat Rancang bangun Alat Penggulung Lilitan Transformator Toroid Berbasis Mikrokontroler ATmega328 mempunyai spesifikasi dengan jumlah lilitan 100, menggunakan kawat diameter 0,35, dengan tegangan input 220 V, mempunyai arus 1 A, dengan keluaran tegangan 12 V.

4.2 Hasil Uji Mesin Motor

Dilakukan pengujian untuk dilakukan pengukuran pada mesin motor untuk mengetahui performa keseluruhan mesin motor. Uji ini untuk memastikan bahwa mesin kondisi baik, sehingga memastikan mesin berjalan dengan normal dan baik. Pengukuran yang dilakukan melingkup rpm motor untuk mengetahui putaran pada motor tersebut. Pada pengujian ini tanpa beban pada motor.

Tabel 4. 1 Hasil Putaran Motor

| No | Waktu Setting | Menit | Kecepatan (rpm) | | Selisih Error |
|----|---------------|---------|-----------------|--------|---------------|
| | | | Spesifikasi | Aktual | |
| 1 | 10.00 - 10.02 | 2 menit | 200 | 198,3 | 1,7 |
| 2 | 10.04 - 10.08 | 4 menit | 200 | 199 | 1 |
| 3 | 10.10 - 10.16 | 6 menit | 200 | 201,1 | 1,1 |

Dari selisih pengukuran pada motor didapat hasil data error atau selisih dari rpm yang telah ditentukan dengan hasil aktual, dapat dihitung persentase kesalahan, dengan

jumlah uji putaran adalah 598,4 rpm, jumlah error putaran adalah 3,8 rpm. Dari hasil di atas bisa dihitung keakuratan motor tersebut sebagai berikut:

$$\text{Persentasi akurasi putaran} = \frac{\text{rerata kecepatan aktual}}{\text{Kecepatan (rpm) motor}} \times 100\%$$

$$\text{Persentasi akurasi putaran} = \frac{598,4}{600} \times 100\% = 99,73 \%$$

Hasil yang diperoleh dari perhitungan di atas menyatakan akurasi motor 99,73 %

4.3 Hasil Pengujian Putaran Alat

Ketelitian nilai putaran yang dihasilkan dari pengujian putaran alat penggulung lilitan transformator toroid yang menggunakan kawat 0,35 mm, didapatkan tingkat keakuratan sebagai berikut :

| No | Diameter kawat (mm) | Jumlah putaran lilitan | Aktual | Selisih error |
|--------------|---------------------|------------------------|--------------|---------------|
| 1 | 0,35 | 20 | 20,5 | 0,5 |
| 2 | 0,35 | 20 | 20,2 | 0,2 |
| 3 | 0,35 | 30 | 30,2 | 0,2 |
| 4 | 0,35 | 30 | 30,6 | 0,6 |
| 5 | 0,35 | 40 | 40,3 | 0,3 |
| 6 | 0,35 | 40 | 40,7 | 0,7 |
| Total | | 180 | 182,5 | 2,5 |

Pengukuran alat penggulung lilitan transformator toroid pada tabel 4.4, ketelitian alat tersebut dapat dilihat dari jumlah selisih lilitan putaran, yang didapat dari selisih antara putaran aktual dengan putaran lilitan.

$$\text{Jumlah selisih putaran} = \text{jumlah aktual lilitan} - \text{jumlah putaran lilitan}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah selisih putaran} &= \\ 182,5 - 180 &= 2,5 \text{ putaran} \end{aligned}$$

$$\text{Persentase selisih putaran} = \frac{\text{jumlah selisih putaran}}{\text{jumlah lilitan putaran}} \times 100\%$$

$$\text{Persentase selisih putaran} = \frac{2,5}{180} \times 100\% = 1,38\%$$

$$\text{Persentase Ketelitian (\%)} = \frac{\text{jumlah lilitan putaran}}{\text{jumlah putaran aktual}} \times 100$$

$$\text{Persentase Ketelitian (\%)} = \frac{180}{182,5} \times 100 = 98,63 \%$$

$$\text{Penyimpangan rata - rata} = \frac{\text{jumlah selisih putaran}}{\text{jumlah pengambilan data}}$$

$$\text{Penyimpangan rata - rata} = \frac{2,5}{6} = 0,416$$

Untuk mengetahui penyimpangan rata-rata perlu dihitung rata-rata dari jumlah selisih putaran dan jumlah pengambilan data, di mana didapat hasil penyimpangan rata-rata sebesar 0,416 putaran.

5. KESIMPULAN

Dengan proses pengujian dan Analisa hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa rancang bangun alat penggulung lilitan transformator toroid bekerja dengan baik berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan.

1. Dengan menggunakan rumus daya beban power supply tersebut mempunyai beban daya 55 Watt.
2. Dari hasil yang di peroleh dari perhitungan kecepatan motor dapat menyatakan akurasi motor 99,73% dapat disimpulkan motor berkerja dengan baik.

3. Hasil pengujian lilitan yang sudah dilakukan dengan jumlah 180 lilitan mendapatkan jumlah aktual 182,5 dari jumlah setting putaran lilitan mendapatkan selisih sebanyak 2,5. Dihitung persentase jumlah selisih putaran secara rata-rata mendapatkan hasil selisih putaran 1,38% dengan persentase ketelitian alat tersebut 98,63%. Adapun persentase penyimpangan pada alat rata-rata 0,416 % dengan hasil ini alat yang dibangun sudah sesuai yang diinginkan.
4. Memastikan motor stepper berjalan dengan normal dan baik. Pengukuran yang dilakukan melingkup sudut dengan 360° berputar dengan baik dengan tegangan 11 Volt.
5. Motor DC Penggerak 4 Roda Secara Independent Berbasis Mikrokontroler AT89C2051. Jawa Barat: Balai Besar Pengembangan Teknologi Tepat Guna. 2009
7. Enny. 2016. Optimalisasi penganan Alat Praktikum Power Supply Switching dengan menggunakan Topologi Half Bridge Konverter sebagai Alat Bantu Praktikum Elektronika Analog. Metana. Vol.12(1):1-8.
8. Pranata. A, Joni. 2019. Analisis Efisiensi Trafo Toroid 5A Untuk Sistem Pengisi Baterai Pada Diameter Kawat Email Yang Berbeda.
9. Kusnadi, boby Muhammad. Pahlevi, reza. 2021. “Kontrol 3D Printer Berbasis Arduino”. Bangka Belitung.

DAFTAR PUSTAKA

1. Zulhal & Zhanggischan. 2004. Prinsip Dasar Elektronika. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
2. Mukhlisin, Irvawansyah. 2020. Alat Penggulung Belitan Motor dan Transformator Berbasis Arduino. Makassar: Politeknik bosowa.
3. PT. PLN (Persero), 2014. “Buku Pedoman Pemeliharaan Transformator Tenaga”. Jakarta
4. Adi, Irawan. 2008. “Implementasi Alat Proteksi Thermal Dan Kelebihan Beban Pada Transformator Tiga Fasa Berbasis Mikrokontroler”. Sumatera Utara: Universitas Muhammadiyah
5. Setiawan, David. 2017. “Sistem Kontrol Motor Dc Menggunakan Pwm Arduino Berbasis Android System”. Pekanbaru: Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Lancang Kuning
6. Ari Rahayuningtyas. Journal Pembuatan Sistem Pengendali 4