



Rancang Bangun Trainer Mesin Cuci Dua Tabung Berbasis Arduino Nano

Design and Development of a Two-Tub Washing Machine Trainer Based on Arduino Nano

Diana Rahmawati^{1*}, Riza Alfita¹, Mohammad Izhandi Ifan Nur Rohman¹, Rosida Vivin Nahari², Heri Setiawan³, Rachmat Setiawibawa⁴, Joseph Robert Giri⁵

¹Teknik Elektro, Teknik, Universitas Trunojoyo Madura, Jl. Raya Telang, Bangkalan, Indonesia, 69162

²Sistem Informasi, Teknik, Universitas Trunojoyo Madura, Jl. Raya Telang, Bangkalan, Indonesia, 69162

³Teknik Elektronika Sistem Senjata, Politeknik Angkatan Darat, JL. Raya Anggrek No. 1 Batu, Indonesia, 65324

⁴Teknik Otomotif Kendaraan Tempur, Politeknik Angkatan Darat, JL. Raya Anggrek No. 1 Batu, Indonesia, 65324

⁵S2 Strategi Operasi Darat, Politeknik Angkatan Darat, JL. Raya Anggrek No. 1 Batu, Indonesia, 65324

diana.rahmawati@trunojoyo.ac.id*, riza.alfita@trunojoyo.ac.id, mohammadizhandiifan@gmail.com, rosida.nahari@trunojoyo.ac.id, herisetiawan@poltekad.ac.id, rachmatsetiawibawa@poltekad.ac.id, robertgiri@poltekad.ac.id

Abstract

A washing machine is a crucial device for society as it offers convenience and practicality. However, the efficiency of a washing machine can decline over time, especially in its components which may experience performance degradation or damage. This research involves designing a damage detection tool for washing machines, structured as a trainer operated in simulation form, serving as a learning medium to better understand the systematic functioning of washing machines. This trainer module uses toggle button switches installed on each cable line to simulate various damage conditions. The sensor used in this trainer is the PZEM-004T, which detects the current, voltage, and power used by the AC (Alternating Current) motor. To measure the motor's RPM (Revolutions per Minute) speed, a proximity sensor utilizing the Hall effect principle is employed. The microcontroller used to process the data generated by the sensors is an Arduino Nano, with the data displayed on an LCD (Liquid Crystal Display). In this research, the results based on the PZEM-004T sensor testing showed it could measure voltage, current, and power with an error rate of 7.3% and a success rate of 92.7%. The proximity sensor could measure motor speed with an error rate of 3.4% and a success rate of 96.6%. The main challenge in the monitoring system was the real-time reading on the LCD screen frequently halting due to the long delay required to read the proximity Hall effect sensor values.

Keywords: *Arduino Nano, Proximity sensor, PZEM-004T sensor, Toggle button switch, Washing machine.*

Abstrak

Mesin cuci adalah perangkat yang sangat penting bagi masyarakat, karena menawarkan kemudahan dan kepraktisan. Namun, efisiensi kerja mesin cuci dapat menurun seiring waktu, terutama pada komponen-komponennya yang mungkin mengalami penurunan kinerja atau kerusakan. Dalam penelitian ini, merancang sebuah alat pendeteksi kerusakan pada mesin cuci yang dirancang dalam bentuk trainer yang dioperasikan dalam bentuk simulasi dan berguna sebagai media pembelajaran agar lebih mengenal sistematis dari mesin cuci. Pada modul trainer ini menggunakan *toggle button switch* yang terpasang pada setiap jalur kabel yang digunakan sebagai simulasi dalam keadaan kerusakan. Sensor yang digunakan pada trainer ini yakni PZEM-004T yang berfungsi untuk mendeteksi arus, tegangan dan daya yang digunakan motor AC (*Alternating Current*). Sedangkan untuk mengukur kecepatan RPM (*Revolutions per Minute*) motor menggunakan sensor proximity dengan memanfaatkan prinsip efek hall. Mikrokontroler yang digunakan untuk memproses data yang dihasilkan sensor yaitu arduino nano, dimana data tersebut akan ditampilkan pada layar LCD (*Liquid Crystal Display*). Pada penelitian ini, hasil yang didapatkan berdasarkan pengujian sensor PZEM-004T dapat mengukur tegangan, arus, dan daya dengan error sebesar 7.3% keberhasilan 92.7%, sensor proximity dapat mengukur kecepatan motor dengan error 3.4% keberhasilan 96.6%. Kendala dalam sistem monitoring berupa pembacaan nilai pada layar LCD yang sering terhenti secara *real-time*, disebabkan oleh kebutuhan waktu jeda yang lama untuk membaca nilai sensor proximity hall effect.

Kata kunci: Arduino nano, Mesin cuci, Toggle button switch, Sensor PZEM-004T, Sensor proximity.

1. Pendahuluan

Mencuci pakaian adalah aktivitas rutin yang tak terhindarkan dalam kehidupan sehari-hari. Di era modern ini, di mana kecepatan menjadi prioritas utama dalam gaya hidup, mencuci pakaian juga mengikuti tren ini. Berkat kemajuan teknologi, mesin cuci muncul sebagai inovasi besar dalam dunia peralatan rumah tangga, industri perhotelan, dan usaha laundry. Salah satu aspek penting yang sering diperhatikan dalam kualitas mesin cuci adalah kecepatan putaran atau spin speed. Spin speed merujuk pada kecepatan putaran tabung mesin cuci per menit, yang diukur dalam rpm (rotasi per menit). Misalnya, jika mesin cuci memiliki spin speed 680 rpm, berarti tabungnya dapat berputar 680 kali dalam satu menit. Kecepatan putaran ini berpengaruh pada proses pencucian, khususnya dalam mempercepat proses pengeringan pakaian. Semakin tinggi spin speed, semakin cepat pengeringannya. Namun, penggunaan mesin cuci secara rutin dapat mempengaruhi kinerja beberapa komponen, termasuk efisiensi motor mesin cuci [1].

Beberapa komponen pada mesin cuci bisa mengalami penurunan kinerja atau bahkan kerusakan, dan salah satu kerusakan yang umum terjadi adalah pada inti mesin cuci itu sendiri. Kerusakan sering terjadi pada bagian motor, karena banyak konsumen yang menggunakan mesin cuci tanpa memperhatikan panduan penggunaan yang tepat. Contoh kasus yang sering terjadi adalah motor mesin cuci tidak berfungsi karena komponen elektronik lainnya sering terkena air. Ini terjadi ketika konsumen tidak memperhatikan kapasitas air di dalam tabung mesin, sehingga jika motor berputar, air di dalam tabung akan berguncang dan bisa tumpah, mengenai komponen elektronik lainnya dan menyebabkan kerusakan yang serius.

Pada penelitian ini, dirancang trainer mesin cuci dua tabung serta dikembangkan sistem pendeteksi kerusakan pada mesin cuci sebagai simulasi dan media pembelajaran. Penelitian ini bertujuan untuk menciptakan sistem deteksi kerusakan yang diimplementasikan pada pembuatan trainer dari mesin cuci dua tabung. Sensor yang akan digunakan adalah PZEM-004T untuk membaca nilai arus, tegangan dan daya yang mengalir pada motor AC (*alternating current*). Sedangkan untuk mengukur kecepatan RPM (*Revolutions per Minute*) motor menggunakan sensor proximity dengan memanfaatkan prinsip efek hall. Mikrokontroler arduino nano digunakan untuk memproses data yang dihasilkan dari sensor yang kemudian hasilnya akan ditampilkan pada layar LCD (*Liquid Crystal Display*).

LCD 20x4 I2C merupakan layar LCD yang dapat menampilkan 20 karakter per baris dan 4 baris, dan menggunakan protokol komunikasi I2C untuk berkomunikasi dengan perangkat mikrokontroler atau perangkat lainnya. Penggunaan *toggle switch* digunakan dalam simulasi kerusakan yang dijalankan pada mesin cuci, dimana switch button ini terpasang pada kabel disetiap jalur perkabelan mesin cuci dua tabung. Untuk pengujian yang dilakukan menggunakan sistem *troubleshooting* dimana setiap komponen akan disimulasikan kerusakan dengan menggunakan switch button sebagai pemutus setiap kabel yang terhubung. Analisa yang didapatkan berupa efek yang terjadi dilakukan simulasi *troubleshooting*, sehingga dihasilkan solusi pada permasalahan dan kerusakan pada mesin cuci.

2. Metodologi

Dalam metodologi penelitian ini, untuk memperoleh data yang objektif dan terbukti secara empiris, digunakan metode penelitian eksperimen. Metode ini diterapkan dengan merancang trainer mesin cuci dua tabung yang dilengkapi dengan sensor PZEM-004T dan sensor proximity hall effect. Sensor-sensor ini dipasang pada mesin cuci dan data yang diperoleh akan diolah menggunakan mikrokontroler arduino nano untuk mendeteksi kerusakan mesin cuci, yang ditampilkan pada layar LCD. Pengujian dilakukan melalui simulasi troubleshooting yang sudah dipersiapkan dengan berbagai variasi pengujian motor, kapasitor, dan timer. Data dikumpulkan dengan memonitor layar LCD selama simulasi berlangsung, mencakup hasil pengujian pada motor, kapasitor, dan timer dalam kondisi kabel terhubung dan terputus. Teknik penelitian yang digunakan meliputi studi literatur, tahap perencanaan sistem trainer, tahap pengumpulan data, serta tahap analisis dan pengolahan data [13].

Perancangan dan Desain Trainer

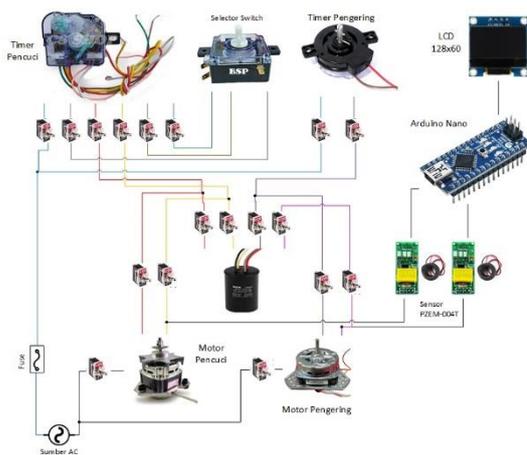
Dalam pembuatan trainer mesin cuci dua tabung diperlukan beberapa alat dan bahan yang digunakan, seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Daftar Alat dan Bahan

No	Alat dan Bahan
1	Kabel power
2	Mesin cuci dua tabung

- 3 Power supply
- 4 Miniature Circuit Breaker
- 5 Toggle switch
- 6 Arduino nano
- 7 Fuse
- 8 Sensor PZEM-004T
- 9 LCD 20x4
- 10 Sensor proximity hall effect
- 11 Akrilik
- 12 Kabel

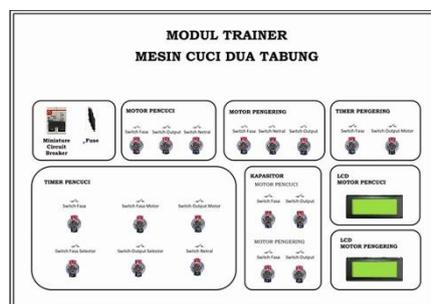
Dalam tahap ini, akan dirancang sebuah alat trainer untuk mesin cuci dua tabung yang menggunakan sensor PZEM-004T dan sensor proximity hall effect. Perancangan alat ini mencakup pemilihan komponen yang akan digunakan dalam sistem, seperti sensor PZEM-004T, sensor proximity hall effect, arduino nano, LCD 20x4, serta komponen lainnya yang diperlukan. Setelah komponen dipilih, langkah berikutnya adalah merancang skema elektronik dari sistem yang akan dibangun. Selain itu, akan dirancang juga perangkat lunak yang diperlukan, termasuk program untuk menerima input dari sensor PZEM-004T dan sensor proximity, mengolah data, dan menampilkannya pada layar LCD. Tahap ini juga melibatkan pengujian kompatibilitas antara komponen yang digunakan, seperti sensor PZEM-004T dan sensor proximity dengan arduino nano, untuk memastikan bahwa sistem dapat berfungsi dengan baik dan sesuai harapan. Secara umum, perancangan alat dalam penelitian ini bertujuan untuk menciptakan sistem deteksi kerusakan pada mesin cuci dua tabung yang menggunakan sensor PZEM-004T, sensor proximity hall effect, dan arduino nano, serta merancang sistem monitoring melalui layar LCD untuk memastikan kompatibilitas dan kinerja optimal dari semua komponen yang digunakan. Gambar skema elektronik dan desain trainer mesin cuci dapat diamati pada Gambar 1 dan 2 serta desain modul trainer pada Gambar 3.



Gambar 1 Skema Elektronik



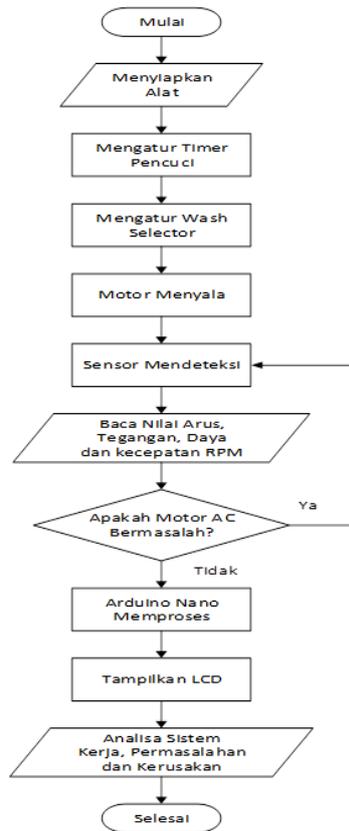
Gambar 2 Desain Trainer Mesin Cuci



Gambar 3 Desain Modul Trainer

Dalam tahap ini, akan dilakukan pengujian terhadap sistem yang telah dibangun untuk mengetahui apakah sistem dapat bekerja dengan baik dan sesuai dengan yang diharapkan. Dalam pengujian alat ini, sistem yang dibangun akan diuji kinerjanya dengan melakukan pengujian terhadap sistem yang dibangun dengan metode eksperimen. Beberapa pengujian yang dapat dilakukan adalah pengujian stabilitas sensor PZEM-004T, pengujian kinerja sensor proximity hall effect, pengujian konektivitas antar komponen dengan mikrokontroler arduino nano, dan pengujian kinerja sistem secara keseluruhan. Selain itu juga dilakukan simulasi troubleshooting, pengujian

dengan menggunakan kondisi yang mirip seperti terjadi kerusakan pada mesin cuci. Diagram alir penelitian dapat diamati pada gambar 3.



Gambar 3 Diagram alir

3. Hasil dan Pembahasan

Pada tahap pengujian alat ini, fokus utama adalah mendeteksi kemungkinan kerusakan pada mesin cuci dua tabung. Alat ini dilengkapi dengan sensor yang mampu membaca nilai arus, tegangan, daya dan kecepatan motor yang mencerminkan keadaan mesin cuci dengan kondisi normal atau mengalami kerusakan. Pengujian ini dilakukan terpisah antara pencuci dan pengering dengan simulasi kerusakan pada jalur kabel motor, kapasitor dan timer. Pengujian dalam trainer mesin cuci dua tabung ini dilakukan setelah semua komponen-komponen pada sistem diketahui karakteristik dan kinerja sistem, maka sensor dapat diintegrasikan untuk memberikan data input bagi arduino nano yang kemudian ditampilkan pada lcd. Dalam pengujian ini juga terdapat penggunaan toggle switch yaitu pemutus jalur kabel. Pengujian pada sistem trainer ini, saat sistem dinyalakan maka mikrokontroler terhubung, maka akan menjalankan semua sensor untuk mendeteksi. Setelah itu sensor PZEM-004T akan mulai membaca nilai arus, tegangan dan daya yang mengalir pada mesin cuci. Sensor proximity mulai aktif dan akan membaca kecepatan RPM motor, saat motor mulai diaktifkan. Hasil dari deteksi pengujian dari semua sensor akan ditampilkan pada layar lcd dan bisa dilihat pada Tabel 2 dan Tabel 3. Hasil pengujian tersebut diambil data berdasarkan simulasi melalui toggle switch dan bisa dilihat tabel pengujian dapat diamati pada Tabel 4.

Tabel 2. Data Pengujian Sensor PZEM-004T

No.	Sensor PZEM-004T			Multimeter		
	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)
1.	220	0.71	140.70	224	0.60	144.5
2.	220.60	0.71	140.80	224	0.60	144.5
3.	220.20	0.70	140.10	224	0.60	144.5
4.	220.20	0.71	140.50	225	0.60	144.5
5.	220.70	0.71	140.60	224	0.60	144.5
6.	220.50	0.71	140.70	225	0.62	144.5
7.	220.40	0.71	140.70	225	0.62	144.5
8.	220.30	0.71	140.20	225	0.60	144.5
9.	220.20	0.71	140.40	224	0.60	144.5
10.	220.40	0.71	140.50	224	0.60	144.5

Pada pengujian sensor PZEM-004T di atas, terlihat jika sensor PZEM-004T masih memiliki nilai error atau tidak sepenuhnya sama dengan nilai multimeter digital. Dalam kondisi tersebut antara sensor PZEM-004T dan multimeter digital mendapatkan hasil pengujian dengan rata-rata tingkat persentase error 7.3%.

Tabel 3. Data Pengujian Sensor Proximity Hall Effect

No.	Sensor Proximity	Tachometer
1.	716	741.9
2.	726	741.9
3.	725	741.9
4.	725	741.9
5.	700	741.9
6.	700	741.9
7.	726	741.9
8.	700	741.9
9.	726	741.9
10.	722	741.9

Pada pengujian sensor proximity di atas, dalam kondisi tersebut antara sensor proximity hall effect dan tachometer digital mendapatkan hasil kalibrasi dengan rata-rata tingkat persentase error 3.4%.

Tabel 4. Hasil Pengujian Alat

Komponen	Kabel	Toggle Switch	Sensor			
			Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)	Kecepatan (RPM)
Motor	Fasa	On	223.70	0.73	149.30	716
		Off	227.20	0.34	41.30	0
	Netral	On	222.90	0.73	147.20	716
		Off	227.30	0	0	0
	Output	On	222.50	0.73	147.60	716
		Off	223.90	0.78	124.40	614
Kapasitor	Fasa	On	224.20	0.73	147.40	735
		Off	225.90	0.80	125.90	639
	Output	On	225.40	0.74	151.50	735
		Off	226.20	0.79	127	639
	Fasa	On	221.60	0.72	143.80	736
		Off	226.90	0	0	0
Timer	Output	On	223.60	0.73	146.40	742
	Motor	Off	226.60	0	0	0

Dari hasil pengujian di atas, terdapat beberapa efek yang timbul pada komponen mesin cuci dua tabung seperti pada motor, timer dan kapasitor. Beberapa efek yang timbul saat simulasi kerusakan pada mesin cuci dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Analisa Pengamatan

Komponen	Kabel	Toggle Switch	Analisa
Motor	Fasa	On	Motor berputar dengan baik dan cepat tanpa ada masalah.
		Off	Motor tidak berputar tetapi arus masih mengalir yang bisa menyebabkan kerusakan.
	Netral	On	Motor berputar dengan baik dan cepat tanpa ada masalah.
		Off	Motor tidak berputar karena kabel langsung terhubung pada sumber arus.
Kapasitor	Output	On	Motor berputar dengan baik dan cepat tanpa ada masalah.
		Off	Motor berputar seperti keadaan normal tetapi berbunyi gemuruh seperti memaksa untuk berputar.
	Fasa	On	Motor berputar dengan baik dan cepat tanpa ada masalah.
		Off	Motor tidak berputar dengan baik dan putarannya lebih pelan terasa seperti tidak memiliki daya.
Timer	Output	On	Motor berputar dengan baik dan cepat tanpa ada masalah.
		Off	Motor tidak berputar dengan baik dan putarannya lebih pelan terasa seperti tidak memiliki daya.
	Fasa	On	Arus mengalir menuju motor, membuat motor berputar sesuai setelan waktunya.
		Off	Arus tidak mengalir karena kabel langsung terhubung dengan sumber arus.
	Output	On	Motor berputar dengan baik dan cepat tanpa ada masalah.
	Motor	Off	Motor tidak berputar karena arus tidak mengalir dari timernya.

4. Kesimpulan

Dalam penelitian ini, hasil penelitian menunjukkan bahwa trainer mesin cuci dua tabung dapat bekerja dengan baik namun terdapat beberapa kendala dalam sistem monitoring. Kendala dalam sistem monitoring berupa pembacaan nilai pada layar LCD yang real time sering terhenti, diakibatkan oleh penggunaan sensor proximity hall effect yang membutuhkan jeda waktu yang lama untuk membaca nilai sensor. Pada sensor PZEM-004T dapat mengukur tegangan, arus, dan daya dengan error sebesar 7.3% keberhasilan 92.7%, sensor proximity dapat mengukur kecepatan motor dengan error 3.4% keberhasilan 96.6%. Pada simulasi troubleshooting, terdapat

beberapa yang timbul saat simulasi dilakukan pada mesin cuci serta sensor membaca nilai dengan baik saat simulasi dilakukan.

Referensi

- [1] L. S. M. H. D. Titi Andriani, Aldian Mukaddani, “Rancang Bangun Sistem Kontrol Waktu Otomatis Pada Mesin Cuci Buah Berbasis Arduino Nano”, *Jurnal Riset Rekayasa Elektro*, vol. 5. No.02, pp. 137 - 144, 2023.
- [2] Taufik Muchtar, ST.Nurhayati Jabir, Aditya Dimas, “Power Monitoring System Design on 3 Phase Electric Motor”, *JEAT : Journal of Electrical and Automation Technology*, vol. 1. No.01, pp. 30 - 39, 2022.
- [3] Y. Raden Rizki Alkawesar, Khoiriah Sari, Surojo, “Sistem Proteksi Hubung Singkat Pada Motor Induksi 3 Fasa Berbasis Arduino”, *Prosiding Seminar Nasional Inovasi Teknologi Terapan*, vol. 1, pp. 155 - 161, 2021.
- [4] Kartika Suhada, Winda Halim, Kelvin, “Rancangan Mesin Cuci Hemat Energi, Ekonomis dan Ramah Lingkungan dengan Memperhatikan Aspek Ergonomi”, *Jurnal Rekayasa Sistem Industri*, vol. 10. No.01, pp. 67 - 72, 2021.
- [5] Indah Chairunnisa, Wildian, “Rancang Bangun Alat Pemantau Biaya Pemakaian Energi Listrik Menggunakan Sensor PZEM-004T dan Aplikasi Blynk”, *Jurnal Fisika Unand (JFU)*, vol. 11. No.02, pp. 249 - 255, 2022.
- [6] Himma Firdaus1 dan Tri Widiandi2, “Penilaian Risiko Dalam Pengujian Mesin Cuci Berdasarkan Standar SNI IEC 60335-2-7:2010”, *Prosiding PPIS 2020*, vol. 1, pp. 173-186, 2020.
- [7] I. P. Hanif Addin Kus'ilman, Prabakti Endramawan, “Penggunaan Trainer Arduino Nano sebagai Media Pembelajaran pada Mata Kuliah Media Pembelajaran”, *JUPITER (Jurnal Pendidikan Teknik Elektro)*, vol. 8. No.02, pp. 20 - 27, 2023.
- [8] Bagus Dwi Cahyono, Irwanto, Dias Eka Kusuma, “Sistem Pakar Diagnosa Kerusakan Pada Mesin Cuci Dengan DELPHI 7.0”, *Jurnal Inovasi Penelitian*, vol. 3. No.01, pp. 4607 - 4614, 2022.
- [9] Azmii Zain Nashiruddin1, Rahmat Hidayat2, “Perancangan Sistem Pakar Dalam Identifikasi Kerusakan Mesin Cuci Berbasis Naïve Bayes”, *JTEV (Jurnal Teknik Elektro dan Vokasional)*, vol. 8. No.02, pp. 241 - 249, 2022.
- [10] Asrul, Sudirman Sahidin, Samsul Alam, “Mesin Cuci Tangan Otomatis Menggunakan Sensor Proximity Dan DFPlayer Mini Berbasis Arduino Uno”, *Jurnal Mosfet*, vol. 1, pp. 01 - 07, 2021.
- [11] Alfiadi Adha,Dwiny Meidelfi, Rahmat Hidayat, “Penerapan Logika Fuzzy Pada Mesin Cuci Dan Menentukan Lama Waktu Pencucian”, *JIKO (Jurnal Informatika dan Komputer)*, vol. 6. No.01, pp. 125 - 132, 2022.
- [12] M. D. M. P. Achmad Odhi Arviano, Miftahul Maulidina, “Pengembangan Rancang Bangun Alat Pencuci Gelas Otomatis Berbasis Arduino Nano”, *Jurnal NOE*, vol. 4. No.02, pp. 98 - 103, 2021.
- [13] A. Zarkasyi, D. Rahmawati, and U. T. Madura, “Rancang Bangun Trainer Kendali Motor Dc Berbasis Programmable Logic Controller Dengan Metode”, no. 2, pp. 517–524.