

## Rancang Bangun *Direct Online* Pembalik Putaran Motor Induksi Putaran Rendah *Gearbox* Nikita Oka Sinaga<sup>1</sup>, Sunarto<sup>2</sup>, Sudrajat<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40559

E-mail : <sup>1</sup>nikita.oka.tlis21@polban.ac.id

E-mail: <sup>2</sup>soen@polban.ac.id

E-mail: <sup>3</sup>sudrajat@polban.ac.id

### ABSTRAK

Modul pengasutan pembalik putaran motor induksi putaran rendah ini dibuat menjadi alat praktikum yang dapat digunakan pada mata kuliah instalasi listrik industri dan proteksi tegangan rendah. Modul praktikum ini menggunakan sumber 3 fasa sehingga nilai tegangan yang keluar pada modul ini sebesar 380V, komponen proteksi yang digunakan pada modul ini yaitu MCB (*Miniature Circuit Breaker*) dan TOR (*Thermal Overload Relay*). Pada perencanaan ini, motor induksi yang digunakan adalah motor dengan daya sebesar 400 watt, putaran motor sebesar 60 rpm dengan tambahan *gearbox* yang terhubung dengan rotor dari motor. Metode yang dilakukan dalam pembuatan modul ini yaitu rancang bangun dan eksperimental di Laboratorium Instalasi Listrik. Sesuai dengan penelitian yang sudah dilakukan, didapatkan hasil bahwa modul praktikum telah berfungsi dengan baik sehingga dapat dijadikan salah satu penunjang untuk mata kuliah praktikum proteksi tegangan rendah dan praktikum instalasi listrik industri oleh mahasiswa prodi Teknik Listrik Politeknik Negeri Bandung.

### Kata Kunci

*Motor Induksi, Pembalik Putaran*

### ABSTRACT

*This low-rotation induction motor rotation reversing module is made into a practicum tool that can be used in industrial electrical installation courses. This practicum module uses a 3-phase source so that the voltage output value in this module is 380V, the protection components used in this module are MCB (Miniature Circuit Breaker) and TOR (Thermal Overload Relay). In this planning, the induction motor used is a motor with a power of 400 watts, a motor rotation of 60 rpm with an additional gearbox connected to the rotor of the motor. The method carried out in making this module is design and experimental in the Electrical Installation Laboratory. In accordance with the research that has been carried out, the results were obtained that the practicum module has functioned well so that it can be used as one of the supports for the low-voltage protection practicum course and the industrial electrical installation practicum by students of the Electrical Engineering study program of the Bandung State Polytechnic.*

### Keywords

*Induction Motor, Rotation Reversal*

## 1. PENDAHULUAN

Pada Program Studi D3 Teknik Listrik Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bandung terdapat Mata Kuliah Instalasi Listrik Industri. Mata kuliah ini membahas mengenai pengasutan pada motor induksi. Terdapat beberapa fasilitas pada mata kuliah praktikum instalasi listrik industri, salah satunya adalah modul praktikum pengasutan *forward reverse*.

Pada modul pengasutan yang sudah, proses pembalikan putaran tidak dapat dilakukan pada saat motor sedang dalam keadaan bekerja. Modul praktikum ini dirancang agar putaran dari motor

dapat diputar balikkan langsung dalam keadaan motor bekerja. Modul praktikum ini dibuat agar mahasiswa dapat memiliki kemampuan dalam merangkai rangkaian pada papan dan mensimulasikannya sehingga motor dapat berputar sesuai dengan fungsinya.

Dalam pemilihan topik penelitian “Rancang Bangun Pengasutan Pembalik Putaran Motor Induksi Putaran Rendah” bertujuan untuk sebagai media pembelajaran pada mata kuliah proteksi tegangan rendah dan instalasi listrik industri.

Pengasutan pembalik putaran merupakan rangkaian pengendali 3 fasa yang bertujuan untuk mengendalikan putaran dari motor induksi, yang

terdiri dari putaran motor searah jarum jam atau berlawanan arah jarum jam.

Pada umumnya, pada proses saat motor induksi diberhentikan untuk dialihkan ke putaran yang lain, putaran motor tidak langsung berhenti karena masih terdapat sisa energi putar yang terdapat pada poros motor, tetapi pada perencanaan ini, putaran motor akan langsung berubah dari putaran searah jarum jam menjadi putaran yang berlawanan dengan arah jarum jam.

Hal ini dapat terjadi karena adanya *gearbox* yang akan memperlambat putaran dari motor sehingga energi sisa yang terdapat pada poros lebih sedikit daripada motor dengan kecepatan tinggi.

Pengasutan pembalik putaran secara langsung belum digunakan untuk praktikum di Laboratorium Instalasi Listrik, adanya modul praktikum ini diharapkan dapat menunjang kegiatan praktikum pada Laboratorium Instalasi Listrik Industri.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Motor Induksi 3 Fasa

Motor induksi 3 fasa dan motor listrik memiliki konstruksi yang sama. Stator dan rotor adalah 2 komponen utama motor induksi. Rotor pada motor merupakan bagian yang berputar dan stator adalah bagian yang diam. Terdapat ruang udara antara stator dan motor yang berdiameter antara 0,4 hingga 4 mm [1].

Pemicu medan elektromagnetik yang bergerak mengalirkan daya yang berasal dari belitan stator ke belitan rotor akan menggerakkan motor induksi. Putaran medan magnet dihasilkan oleh koil stator pada motor induksi 3 fasa yang dihubungkan dengan sumber.

Medan magnet yang bergerak memutar akan menghasilkan garis medan magnetik. Koil rotor terhubung ke garis gaya fluks stator, menghasilkan munculnya gaya gerak listrik. Ketika garis medan magnet yang dihasilkan oleh kumparan stator memutus kumparan rotor, gaya gerak listrik akan mulai beroperasi [2].

### 2.2 Gearbox

*Worm gear speed reduce* merupakan komponen utama dari motor yang dapat digunakan untuk menyalurkan daya listrik ke bagian mesin lainnya sehingga mesin tersebut dapat bergerak dan menghasilkan putaran. Roda gigi merupakan bagian dari mesin yang mengalami perputaran. Roda gigi ini berbentuk lingkaran dengan

beberapa gigi yang bersinggungan. Roda gigi berfungsi untuk mentransmisikan kecepatan dari putaran rendah menjadi tinggi, dan dapat membalikkan putaran [3].

### 2.3 Direct Online Pembalik Putaran Gearbox

Pengontrol rotasi motor induksi tiga fasa adalah induksi dengan kontrol pembalik putaran, yang memungkinkan motor berputar searah jarum jam atau berlawanan arah jarum jam. Kendali pembalik putaran menggunakan 2 magnetik kontaktor yang digunakan untuk alat bantu pergantian dari putaran 1 ke putaran 2. Kontaktor 1 dapat mengendalikan arah putaran motor searah jarum jam, sedangkan untuk kontaktor 2 untuk mengendalikan arah putaran motor yang berlawanan dengan arah jarum jam. Penyusunan rangkaian kontrol pembalik putaran ini dihubungkan dengan cara membalik salah satu fasa pada kontaktor untuk mendapatkan 2 arah putar yang berbeda. Kontaktor 1 dan kontaktor 2 tidak dapat beroperasi secara bersama. Dibawah ini merupakan rangkaian kontrol dari pengasutan pembalik putaran [4].

### 2.4 MCB (*Miniature Circuit Breaker*)

*Miniature circuit breaker* merupakan salah satu sistem proteksi untuk beban lebih dalam suatu instalasi listrik. MCB akan menjaga keamanan dari rangkaian ketika terjadi *overload* dan hubung singkat.

MCB terdiri dari 2 komponen pengaman, yaitu pengaman rele thermis (bimetal) yang digunakan untuk mengamankan beban lebih dan rele elektromagnetik yang digunakan sebagai pengaman dari bahaya hubung singkat. MCB akan segera memutus arus saat terjadi hubung singkat karena menggunakan prinsip elektromagnetik. Apabila terjadi beban lebih pada rangkaian maka MCB akan memutus arus menggunakan prinsip kerja *thermal* sehingga memerlukan waktu yang lebih lama dari waktu pemutusan akibat hubung singkat[5].

### 2.5 Thermal Overload Relay (TOR)

Ketika suhu naik di atas titik yang telah ditentukan, perangkat *switching* sensitif suhu yang disebut *thermal overload relay* termal akan membuka dan menutup kontaktor. TOR digunakan sebagai alat pengontrol karena belitan

motor listrik dapat rusak oleh arus yang berlebihan yang mengalir melalui beban.

*Thermal Overload Relay* menggunakan panas (suhu) yang dihasilkan oleh arus yang melewati elemen panas bimetal adalah dasar untuk operasinya. Kontak mekanis pemutus sirkuit listrik yang terletak di TOR akan bergerak karena pembengkokan bimetal yang disebabkan oleh panas, kontak 95 dan 96 akan membuka dan memutuskan arus untuk mencegah kerusakan pada peralatan dan beban listrik dan untuk menjaga keandalan [6].

## 2.6 Kontaktor

Kontaktor merupakan peralatan listrik yang bekerja menggunakan prinsip elektromagnetik. Kontak pada kontaktor terdiri dari kontak utama dan kontak bantu. Kontak utama digunakan untuk rangkaian daya sedangkan kontak bantu digunakan untuk rangkaian kontrol.

Pada inti besi kontaktor yang terdapat kumparan utama pada inti besi. Kumparan *short circuit* sebagai peredam untuk getaran ketika kedua inti besi saling melekat. Ketika kumparan utama dialiri oleh arus, maka akan timbul medan magnet pada inti besi. Kemudian menarik inti besi dari kumparan *short circuit* yang dikopel dengan kontak bantu dan kontak utama pada kontaktor. Hal ini menyebabkan kontak utama dan bantu berubah dari posisi normalnya dimana kontak NO tertutup sedangkan kontak NC terbuka. Kontaktor akan tetap bekerja ketika kumparan utama (A1 dan A2) pada kontaktor dialiri oleh arus listrik [7].

## 2.7 Sakelar Tekan (*Push Button*)

Sakelar tekan digunakan sebagai penghubung dan pemutus arus listrik, yang biasanya menggunakan sistem kerja *unlock*. *Unlock* berarti saat ditekan maka akan terhubung dan akan memutuskan saat tidak ditekan (diilepas). Sakelar tekan memiliki 2 kontak, diantaranya:

### (1) Kontak NC (*Normally Close*)

Pada kondisi normal, kontak ini akan berada pada kondisi tertutup atau mengalirkan arus, Arus tidak akan mengalir ketika kontak NC menjadi membuka.

### (2) Kontak NO (*Normally Open*)

Pada kondisi normal, kontak ini akan berada pada keadaan membuka bahwa arus tidak mengalir. Arus akan mengalir ketika kontak NO menjadi menutup [8].

## 2.8 Kabel Penghantar

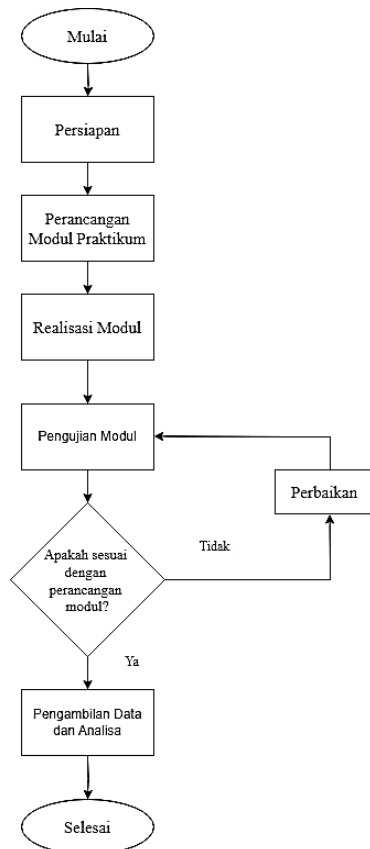
Kabel listrik merupakan media penghantar arus listrik. Bahan utama dari kabel penghantar listrik biasanya terbuat dari tembaga dan umumnya dilapisi oleh pelindung. Berdasarkan kontruksinya, kabel terdiri dari kabel dengan penghantar pejal yang berbentuk kawat pejal berukuran sampai 10 mm<sup>2</sup> kabel dengan penghantar berlilit yang terdiri dari beberapa kawat yang berlilit dan berukuran 1 mm<sup>2</sup>-50 mm<sup>2</sup>. Kabel NYAF merupakan jenis kabel yang terdiri dari penghantar tembaga serabut berisolasi PVC. Kabel ini digunakan untuk instalasi pada panel-panel yang memerlukan fleksibilitas yang tinggi. Kabel NYHY adalah kabel yang terbuat dari inti kawat tembaga yang dilengkapi dengan isolasi PVV serta lapisan pelindung eksternal berbentuk selubung PVC. Kabel ini terdiri dari beberapa penghantar dari tembaga atau aluminium yang berfungsi untuk meyalurkan arus listrik [9].

## 2.9 Lampu Indikator

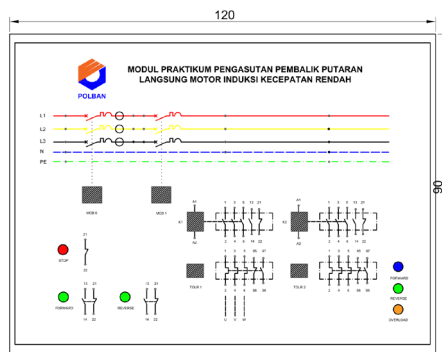
Lampu indikator merupakan sebuah peralatan listrik untuk mengetahui arus listrik yang mengalir pada rangkaian. Lampu indikator akan bekerja saat ada tegangan masuk yaitu fasa dan netral yang ditandai dengan menyalnya lampu indikator. Lampu indikator terdapat dalam beberapa ukuran, diantaranya dari 2,2 cm, 2,5 cm, dan 3,0 cm. Sedangkan untuk warna dari lampu indikator ini sangat beragam, diantaranya putih, merah, kuning, hijau dan biru [10].

## 3. METODOLOGI PELAKSANAAN

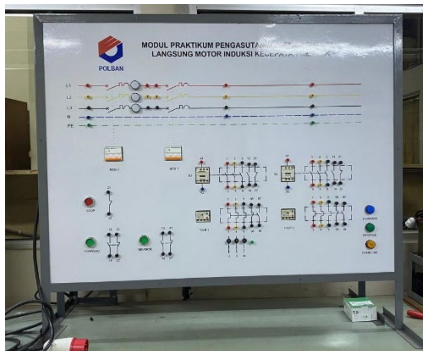
Pada penelitian ini menggunakan metode rancang bangun. Dalam penelitian ini, desain dibuat dengan menggunakan perangkat lunak AutoCAD. Kemudian dilakukan pengadaan alat yang dibutuhkan. Dalam realisasi modul akan dilakukan pemasangan komponen pada papan modul. Setelah itu dilakukan pengujian terhadap modul dan ketika modu sudah berfungsi, dilakukan pengambilan data serta analisa terhadap modul. Tahapan pelaksanaan sebagai berikut:



Gambar 1. Diagram Alir



Gambar 2. Desain Alat



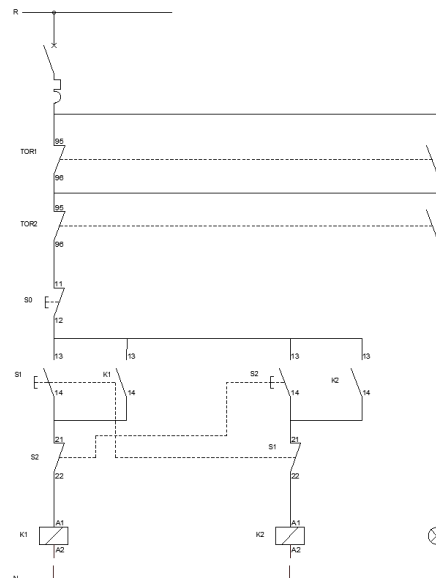
Gambar 3. Realisasi Alat

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini akan dijelaskan mengenai parameter pengujian modul praktikum dan data hasil pengujian dari modul praktikum pengasutan pembalik putaran motor induksi putaran rendah dengan daya motor sebesar 400 watt.

### 4.1 Rangkaian Kontrol

Pada gambar 4, ketika tombol S1 ditekan maka kontaktor 1 bekerja dan kontak bantu K1 NO 13-14 menutup dan motor berputar kearah forward. Kemudian ketika tombol S2 ditekan, maka kontaktor K1 mati dan kontaktor K2 bekerja dan kontak bantu NO K2 13-14 menutup dan motor berputar kearah reverse. *Thermal overload relay* merupakan proteksi beban lebih dari motor induksi yang digunakan. TOR akan mendapatkan suplai tegangan dari MCB, dan ketika terjadi *overload* pada motor maka lampu indikator *overload* akan menyala. Ketika kontak NO *Push button forward* ditekan, maka kontaktor 1 bekerja dan kontak NC *Push button forward* akan memutuskan arus sehingga kontaktor 2 tidak bekerja, dan lampu indikator *forward* akan menyala dan sebaliknya.



Gambar 4. Rangkaian Kontrol

### 4.2 Hasil Pengujian

Pada modul ini menggunakan sumber 3 fasa, maka tegangan yang keluar dari sumber yang menuju ke modul percobaan sebesar 380V. Setelah dilakukan pengujian dengan menggunakan *power quality*, dimana tegangan yang terukur adalah tegangan antara fasa dan netral sehingga tegangan yang

didapat pada fasa L1 adalah sebesar 231,6 V; fasa L2 sebesar 227,2 V; dan fasa L3 sebesar 222,6 V.

Berdasarkan *nameplate*, motor induksi 3 fasa dengan kecepatan 1730 rpm yang dilengkapi dengan gearbox dengan rasio 1 : 30, sehingga putaran motor akan berubah menjadi 60 rpm akan berputar secara langsung dari putaran *forward* ke putaran *reverse*.

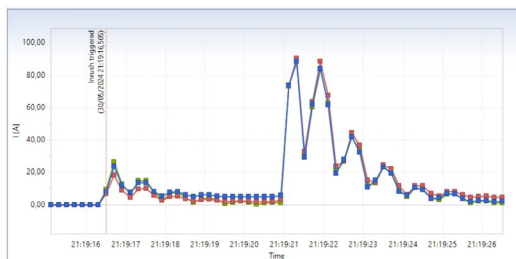
Dari hasil pengujian di atas menyatakan bahwa modul praktikum telah memenuhi semua parameter yaitu tegangan keluaran dari rangkaian sudah mendekati 220V, dan motor bekerja sesuai dengan arah putaran yang diinginkan. Maka dari itu modul yang dibuat dapat digunakan sebagai penunjang untuk melakukan praktikum mengenai pengasutan pembalik putaran motor induksi putaran rendah.

Tabel 1 Hasil Pengujian

Fasa	Tegangan (V)	Inrush Current (A)		Arus Steady State (A)	Frekuensi (Hz)
		Forward	Reverse		
L1	231.6	23.50	88.49	2	50
L2	227.2	18.14	90.23	1.88	50
L3	222.6	26.47	88.53	1.5	50

Ketika motor dioperasikan melalui *push button forward*, arus start mengalami lonjakan sebesar 23,50A dan ketika dibalik putar menggunakan *push button reverse* lonjakan arus yang dihasilkan sebesar 88,49A. Hal ini dapat terjadi karena pada saat kondisi *forward* motor masih dalam keadaan beroperasi dan harus langsung dibalik putarannya sehingga arus lonjakan yang dihasilkan akan lebih besar. Hal ini juga bisa terjadi karena motor yang digunakan sudah dalam keadaan berbeban sehingga menimbulkan arus yang lebih besar ketika proses perpindahan putaran. Pada fasa L2, arus lonjakan yang dihasilkan pada putaran *forward* sebesar 18.14A sedangkan untuk arus lonjakan pada putaran *reverse* sebesar 90,23A. Dan untuk fasa L3, arus lonjakan pada putaran *forward* 26,47A dan untuk putaran *reverse* sebesar 88,53A.

#### 4.3 Grafik Pengujian



Gambar 5. Grafik Percobaan

Ketika motor di *start* pada posisi *forward* terjadi arus lonjakan yang kemudian akan stabil kembali. Ketika arus sudah stabil, arah putaran dibalikkan sehingga terjadi arus lonjakan kembali yang lebih besar dari arus lonjakan pada kondisi *forward*. Hal ini terjadi karena motor harus membalikkan putarannya pada kondisi yang sedang beroperasi sehingga arus lonjakan yang dihasilkan lebih besar.

#### 5. KESIMPULAN

Setelah menyelesaikan proses pada pembuatan penelitian dengan judul “Rancang Bangun Pengasutan Pembalik Putaran Motor Induksi Putaran Rendah” dan melakukan pengujian dan analisa dari hasil pengujian yang didapat, maka dapat disimpulkan :

1. Perancangan pada modul praktikum sudah sesuai dengan perancangan yang ada sehingga selanjutnya dapat dilanjutkan pada proses pembuatan modul praktikum.
2. Pembuatan modul praktikum *direct online* pembalik putaran motor induksi putaran rendah *gearbox* sudah berjalan dengan baik sehingga modul praktikum ini dapat digunakan sebagai fasilitas pada kegiatan belajar mengajar pada mata kuliah Instalasi Listrik Industri dan Proteksi Tegangan Rendah.
3. Motor induksi putaran rendah yang digunakan pada modul ini merupakan motor dengan kecepatan putaran motor yang tinggi yaitu sebesar 1730 rpm. Dengan adanya penambahan *gearbox* sebagai beban, maka putaran dari motor ini menjadi putaran rendah yaitu sebesar 60 rpm. Daya yang digunakan pada motor dan *gearbox* ini sebesar 400 watt dengan nilai arus sebesar 2,3A/1,33A. Hasil pengujian menunjukkan besarnya nilai lonjakan arus dan arus *steady state* yang terjadi pada tiap fasanya.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Saya Mahasiswa pada penelitian pada tahun akademik 2022/2023 mengucapkan terima kasih kepada Politeknik Negeri Bandung karena telah memberikan kesempatan untuk mendapatkan bantuan dana pada Penelitian ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. P. A. Putra Novantara, I. W. Arta Wijaya, and I. M. Suartika, “Analisis Pengaturan Putaran Motor Induksi 3 Fasa Dengan Mengatur Frekuensi Menggunakan Variable Speed Drive Di Pt Pdam Tirta Mangutama Kabupaten Badung,” *Jurnal*

- SPEKTRUM*, vol. 8, no. 4, p. 103, 2022, doi: 10.24843/spektrum.2021.v08.i04.p12.
- [2] N. Evalina and A. H. Azis, "Pengaturan Kecepatan Putaran Motor Induksi 3 Fasa Menggunakan Programmable logic controller," 2018.
- [3] P. Yericen, F. Mahmuddin, and S. Klara, "Analisa Efisiensi Gearbox pada Motor Penggerak Listrik Kapal Nelayan," vol. 2, pp. 26–32, 2023, doi: 10.25042/jrt2k.062023.04.
- [4] M. H. Anjab, "Rancang Bangun Modul Forward Reverse Motor 3 Fasa Beserta Pengereman Dinamik Menggunakan PLC ZELIO SR B121FU."
- [5] D. Feriyanto and M. Pd, "Perlindungan Terhadap Bahaya Hubung Singkat (Short Circuit) Pada Instalasi Listrik."
- [6] T. Puspita and I. Akbar Darmawan, "Thermal Overload Relay (TOR) Sebagai Sistem Proteksi Motor Induksi 3 Fasa Pada Mesin Molding Biofuel Pelletizer Di PT. Sejin Lestari Furniture," *Jmei*, vol. 2, no. 2, pp. 168–181, 2023.
- [7] N. Indrihastuti, A. Prayoga, and M. A. Musyaffa, "Perancangan Kendali 2 Kontaktor Bekerja Berurutan Secara Otomatis Berbasis PLC CPM1A 40CDR\_A."
- [8] M. Danindra Riski, J. Teknik Pesawat Udara, and P. I. Penerbangan Surabaya Jl Jemur Andayani, "Rancang Alat Lampu Otomatis Di Cargo Compartment Pesawat Berbasis Arduino Menggunakan Push Button Switch Sebagai Pembelajaran Di Politeknik Penerbangan Surabaya".
- [9] P. E. A. Lestari and P. Oetomo, "Analisis Pemilihan Penghantar Tenaga Listrik Paling Effisien Pada Gedung Bertingkat," *Sinusoida*, vol. XXIII, no. 2, pp. 61–68, 2021.
- [10] M. Faridha and M. D. Yusuf Saputra, "Analisa Pemakaian Daya Lampu Led Pada Rumah Tipe 36," *Jurnal Teknologi Elektro*, vol. 7, no. 3, pp. 193–198, 2016, doi: 10.22441/jte.v7i3.898.