

Pengembangan Alat Praktikum Kontrol Motor Laboratorium Teknik Elektro Fakultas Teknik UKI Paulus

Fransisko Rani¹⁾, Raynal Sumule²⁾, Yulianus Songli³⁾, Eodia T. Sedan Lobo⁴⁾

^{1,2} Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro Universitas Kristen Indonesia Paulus

^{3,4} Dosen Pembimbing Tugas Akhir Program Studi Teknik Elektro Universitas Kristen Indonesia Paulus

Jalan. Perintis Kemerdekaan Km.13, Daya, Tamalanrea, Makassar 90245

raynal.sumule@gmail.com, ysongli@ukipaulus.ac.id, tasik@ukipaulus.ac.id

Email korespondensi: raynal.sumule@gmail.com

ABSTRAK

Salah satu faktor dalam menunjang kemajuan sektor Pendidikan di bidang Teknik Elektro konsentrasi Teknik Tenaga Listrik adalah tersedianya sarana dan prasarana penunjang kebutuhan kampus seperti laboratorium dengan modul praktikum, salah satunya alat praktikum kontrol motor induksi 3 fasa yang memadai. Alat praktikum kontrol motor induksi 3 fasa di laboratorium Teknik Elektro saat ini sudah kurang memadai, untuk menunjang tercapainya kompetensi mata kuliah pengendalian motor listrik dalam hal ini motor induksi 3 fasa. Penelitian ini mengembangkan dan menambah alat praktikum kontrol motor induksi 3 fasa dan modul praktikum yang dapat mempermudah mahasiswa dalam menjalankan praktikum kontrol motor. Metode yang digunakan adalah eksperimen. Pengembangan alat praktikum kontrol motor yang terdiri dari rangkaian Direct on line, Bintang Segitiga star Delta, Tahanan depan stator (primary resistor), membalik arah putaran motor, dan pengereman motor induksi telah berhasil didesain, dirangkai dan diuji coba dengan baik. Menghasilkan modul praktikum dengan 5 percobaan.

Kata Kunci : Kontrol Motor, Motor Induksi, Modul Praktikum

ABSTRACT

One of the factors in supporting the progress of the Education sector in the field of Electrical Engineering with a concentration in Power Engineering is the availability of facilities and infrastructure to support campus needs such as laboratories with practicum modules, one of which is adequate practicum tools for controlling 3-phase induction motors. Practical tools for controlling 3-phase induction motors in the Electrical Engineering laboratory are currently inadequate to support the achievement of competence in electric motor control courses, in this case, 3-phase induction motors. This research develops and adds practical tools for controlling 3-phase induction motors and practicum modules that can make it easier for students to carry out motor control practicum. The method used is experimental. The development of a motor control practical tool consisting of a series of Direct lines, Star Triangle star Delta, front stator resistance (primary resistor), reversing the direction of rotation of the motor, and induction motor braking has been successfully designed, assembled, and tested correctly. Generate practicum modules with 5 trials.

Keywords: Motor Control, Induction Motor, Practicum Module

1. PENDAHULUAN

Seorang mahasiswa tidak hanya dituntut menguasai teori, akan tetapi mahasiswa juga harus bisa mempraktekkan teori yang didapatkan melalui praktikum sesuai dengan mata kuliah yang diberikan sebagai keterampilan yang nantinya dapat diterapkan dalam dunia pekerjaan.

Pada laboratorium teknik tenaga listrik dibutuhkan peralatan mesin listrik yang akan

digunakan dalam praktikum melengkapi matakuliah yang membutuhkan praktikum. Salah satu praktikum tersebut adalah pengontrolan motor listrik, tetapi ada beberapa peralatannya yang sudah rusak. Untuk itu Penulis melakukan pengembangan dan perbaikan salah satu alat praktikum yaitu alat praktikum kontrol motor. penulis akan merancang, merakit dan mengaplikasikan alat praktikum pengendali motor tiga fasa dengan

rangkaian *Direct on Line* (DOL), Bintang Segitiga, membalik arah putaran motor, Tahanan Depan Stator (*Primary Resistor*), dan Pengereman Motor. Diharapkan Alat praktikum tersebut nantinya akan digunakan untuk praktikum mata kuliah di laboratorium Teknik Tenaga Listrik. Alat praktikum ini selain bermanfaat untuk mahasiswa dalam menjalankan praktikum kontrol motor, juga bermanfaat untuk dosen dalam mengajar dan menjalankan praktikum kontrol motor.

2. 2.KAJIAN LITERATUR

Rino Herlambang (2021), Motor induksi yang langsung dihidupkan tanpa menggunakan metode pengasutan akan menarik arus 5 sampai 7 kali arus beban penuh. Arus besar akan mengakibatkan *drop* tegangan pada saluran sehingga dapat mengganggu peralatan lain yang dihubungkan pada saluran tersebut. Untuk motor yang berdaya besar khususnya motor induksi 3 fasa akan membutuhkan arus starting yang besar seiring dengan motor yang berdaya besar, sehingga dengan daya motor 30 HP ke atas tidak dianjurkan menghidupkan motor secara langsung tanpa menggunakan metode-metode pengasutan. Metode pengasutan yang paling umum digunakan yaitu *Direct on line* (DoL), *Start-Delta*, *Auto-Tranformer*, *Resistansi Primer*, *Resistansi Sekunder*, *Inverter*, dan *Softstater*. Metode yang paling banyak digunakan di lapangan adalah metode DoL tetapi metode ini masih juga menghasilkan arus yang besar. Jika terus dilakukan, maka akan mengurangi/ memperpendek umur dari motor itu sendiri.

Jhonson Siburian, Pada motor arus bolak balik (AC), arus yang terinduksi sebagai akibat adanya

perbedaan relatif antara putaran rotor dengan medan putar (*rotating magnetic field*) yang dihasilkan oleh arus stator. Belitan Stator dihubungkan dengan sumber tegangan tiga fasa akan menghasilkan medan magnet yang berputar dengan kecepatan 2 p. Medan putar pada stator tersebut akan memotong konduktor-konduktor pada rotor, sehingga terinduksi arus, dan sesuai dengan hukum lantz, rotor pun akan turut berputar mengikuti medan putar rotor. Perbedaan putaran relatif antara stator dan rotor disebut slip. Bertambahnya beban akan memperbesar kopel motor, yang oleh karenanya akan memperbesar pula arus induksi pada rotor, sehingga slip antara medan putar stator dan putaran rotor pun akan bertambah besar. Jadi bila beban motor bertambah, putaran rotor cenderung menurun. Pada penelitian ini parameter yang diukur adalah tegangan dan arus kemudian dari parameter tersebut dihitung berapa daya yang dihasilkan menggunakan persamaan:

$$P = V X I$$

Keterangan: P = Daya Listrik (Watt)

V= Tegangan Listrik (Volt)

I = Arus Listrik (Ampere)

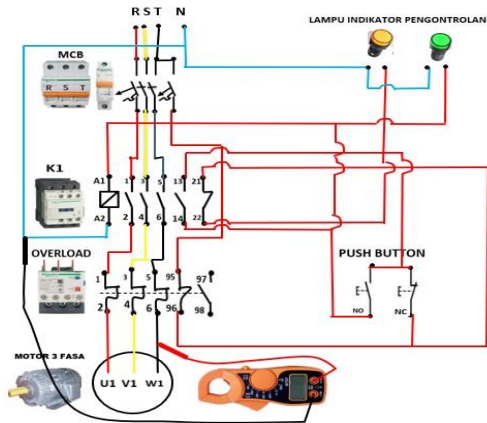
3. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan mengumpulkan data yang diperlukan bersumber dari literatur, merancang, merakit dan menguji dan menganalisa hasil perancangan tersebut

HASIL DAN PEMBAHASAN

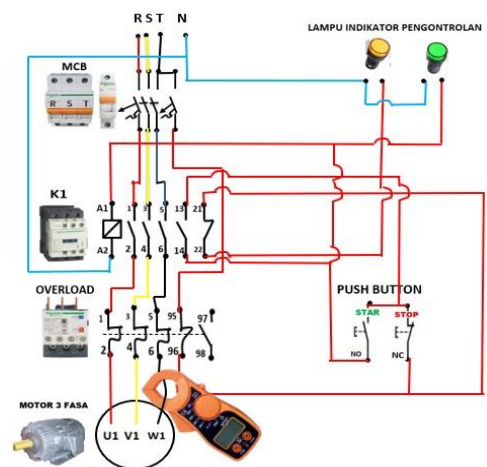
1) Pengukuran Tegangan, Arus

a. Rangkaian *Direct on Line* (DoL)



Gambar 1. Pengukuran Tegangan Rangkaian *Direct on Line*

- tegangan dan arus yang disuplay ke motor secara penuh, sehingga arus *starting* pada motor sangat tinggi.
- merupakan rangkaian pengontrolan yang paling dasar.
- hasil pengukuran tegangan dan arus secara penuh, dimana tegangan yang disuplay dari sumber sama dengan tegangan yang diterima oleh motor, daya hasil perhitungan yang diperoleh hampir sama dengan daya kerja motor pada *name plate* motor.



Gambar 2. Pengukuran Arus Rangkaian *Direct on Line*

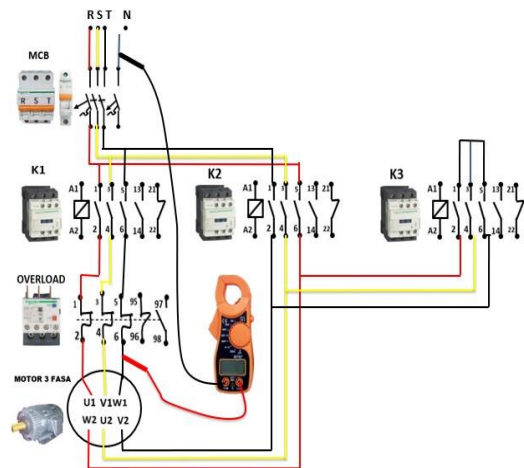
b. Rangkaian Bintang Segitiga (*Star Delta*)

Adalah cara men-*starting* motor dengan membuat rangkaian Bintang dan setelah beberapa detik maka rangkaian diubah ke rangkaian Segitiga. Rangkaian ini digunakan untuk mengurangi lonjakan arus *starting* motor listrik dengan daya yang besar.

2) Perhitungan Daya

Menggunakan persamaan: $P = V \times I$

Hasil perhitungan daya disajikan dalam tabel 1

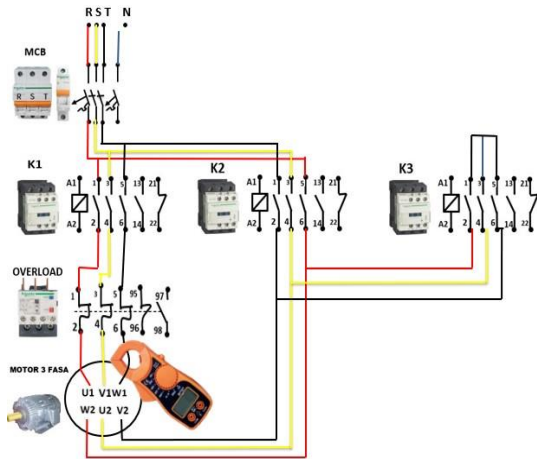


Gambar 3. Pengukuran Tegangan Rangkaian *Star Delta*

Tabel 1. Hasil Perhitungan Rangkaian *Direct on Line*

No	Beban (kW)	Fasa	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (kW)
1	2,2	R	226	2,70	0,61
2		S	225	3,12	0,70
3		T	215	2,67	0,574
Jumlah					1,884

Jadi pada rangkaian DoL:



Gambar 4. Pengukuran Arus Rangkaian Star Delta

Tabel 2. Hasil Perhitungan Rangkaian Star

No	Beban (kW)	Fasa	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (kW)
1	2,2	R	217	2,67	0,579
2		S	219	3,14	0,688
3		T	216	2,59	0,559
Jumlah					1,826

Tabel 3. Hasil Perhitungan Rangkaian Delta

No	Beban (kW)	Fasa	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (kW)
1	2,2	R	213	23,3	4,96
2		S	218	24,1	5,25
3		T	204	22,1	4,59
Jumlah					14,8

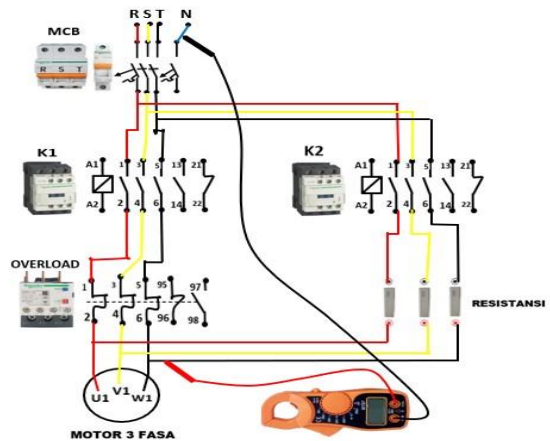
Pada rangkaian Star-Delta:

- digunakan untuk mengurangi lonjakan arus pada awal *starting* peralatan listrik dengan daya yang besar di atas 5 kW.
- hasil perhitungan daya untuk hubungan bintang pemakaian daya motor sebesar 1,826 kW dan pada hubungan segitiga sebesar 14,8 kW. Jadi saat menggunakan hubungan bintang arus listrik yang digunakan oleh motor kecil, tetapi tidak mengurangi torsi dari motor tersebut. Pada saat menggunakan hubungan segitiga arus

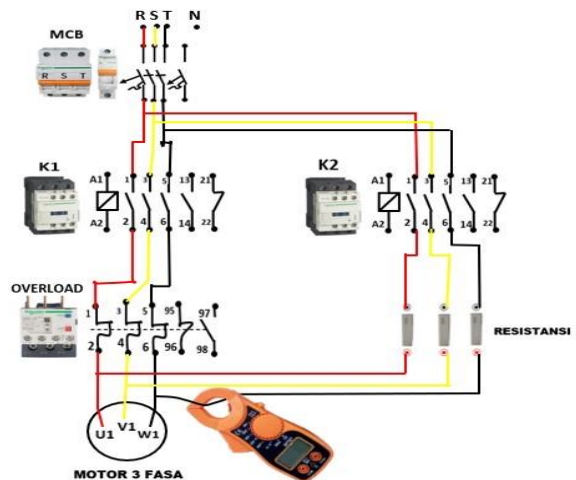
yang digunakan motor besar namun kecepatan putar motor tersebut sangat cepat dari putaran hubungan bintang.

c. Rangkaian Tahanan Depan Stator

Digunakan untuk menurunkan tegangan yang masuk ke motor melalui tahanan primer



Gambar 5. Pengukuran Tegangan pada Rangkaian Tahanan Depan



Gambar 6. Pengukuran Arus pada Rangkaian Tahanan Depan

Tabel 4. Hasil Perhitungan Rangkaian Tahanan Depan

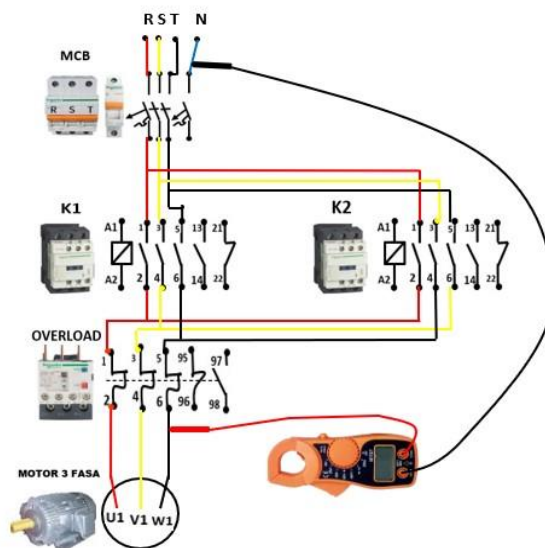
No	Beban (kW)	Fasa	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (kW)
1	2,2	R	145	1,45	0,21
2		S	150	1,34	0,21
3		T	147	1,44	0,22
Jumlah					0,64

Jadi pada rangkaian Tahanan Depan:

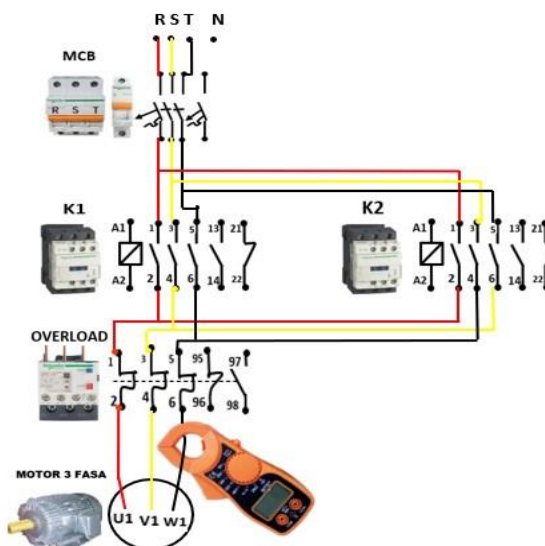
- Pada percobaan rangkaian Tahanan Depan terdiri dari dua tahapan, tahapan pertama dengan cara mengurangi tegangan yang menuju terminal stator dengan penambahan tahanan luar yang diserikan dengan terminal belitan stator motor. Selama tahap pertama, besarnya nilai tegangan yang diberikan ke motor adalah sebesar tegangan *supply* yang dikurangi tegangan jatuh (*drop* tegangan), setelah kecepatan motor stabil.
- Rangkaian berpindah ketahapan dua dengan melepas hubungan tahanan, sehingga motor mendapat *supply* tegangan penuh. Proses pemindahan tahapan ini biasanya dikontrol menggunakan *timer*.
- Pada Percobaan Tahanan Depan (*Primary Resistor*) didapatkan hasil perhitungan daya sebesar 0,64 kW, nilai daya tersebut sangat kecil dari daya kerja motor secara normal yaitu sebesar 2,2 kW. Hal ini dipengaruhi oleh penambahan tahanan pada pengoperasian motor sehingga motor tidak mendapat tegangan dan arus secara penuh.
- Pada percobaan Tahanan depan kecepatan putar motor sangat pelan dari kecepatan normal motor pada hubung bintang.

d.Rangkaian Membalik Arah Putaran Motor Listrik (*Forward-Reverse*)

Membalik Arah Putara Motor Listrik adalah salah satu jenis pengontrolan pada motor dengan tujuan untuk bisa menggunakan motor sebagai penggerak maju mundur suatu peralatan.



Gambar7.Pengukuran Tegangan pada Rangkaian Membalik Arah Putaran Motor Listrik



Gambar 8.Pengukuran Arus pada Rangkaian Membalik Arah Putaran Motor Listrik

Tabel 5. Hasil Perhitungan Rangkaian Membalik Arah Putaran Motor Listrik-*forward*

No	Beban (kW)	Fasa	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (kW)
1	2,2	R	223	4,71	1,05
2		S	228	4,81	1,09
3		T	225	4,14	0,93
Jumlah					3,07

Tabel 6. Hasil Perhitungan Rangkaian Membalik Arah Putaran Motor Listrik-*reverse*

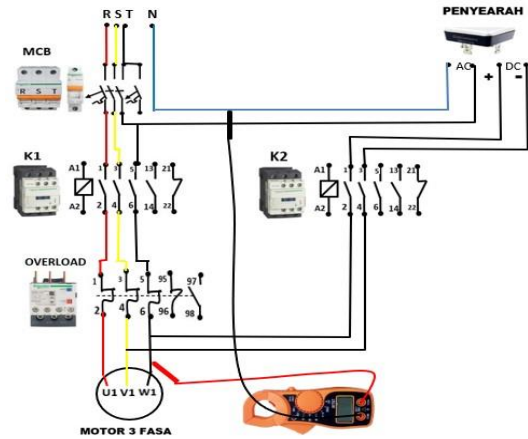
No	Beban (kW)	Fasa	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (kW)
1	2,2	R	218	3,87	0,84
2		S	214	4,21	0,90
3		T	217	3,69	0,80
Jumlah					2,54

Pada rangkaian membalik Arah Putaran Motor Listrik:

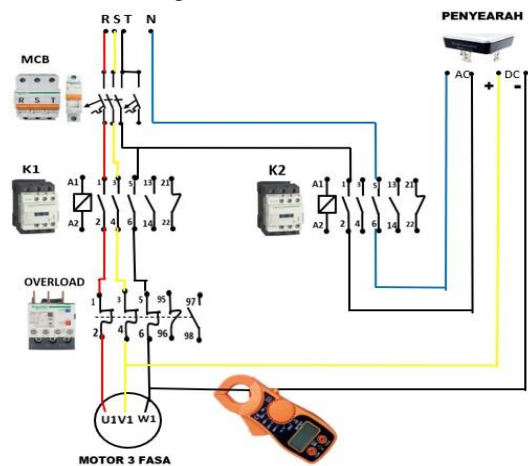
- dilakukan dengan menukar salah satu fasa rangkaian daya pada motor.
- digunakan untuk keperluan penggunaan motor pada industri
- hasil perhitungan daya untuk rangkaian *Forward* didapatkan 3,07 kW dimana daya motor tersebut lebih besar dari daya nominal motor. Hal ini dipegaruhi dari tegangan yang diterima oleh motor lebih besar dari tegangan nominal motor. Pada perhitungan daya untuk rangkaian *Reverse* didapatkan 2,54 kW dimana hasil perhitungan tersebut hampir sama dengan daya nominal motor sebesar 2,2 kW

e. Rangkaian Pengeraman Motor Listrik

Pengeraman untuk menghentikan putaran motor induksi dapat dirancang secara dinamik, yaitu sistem pengeraman yang dilakukan dengan membuat medan megnetik motor. Keadaan tersebut dilakukan dengan menginjeksikan arus DC pada kumparan stator motor induksi tiga fasa.



Gambar 9. Pengukuran Tegangan pada Rangkaian Pengeraman Motor Listrik



Gambar 10. Pengukuran Arus Pengeraman Motor Listrik

Hasil pengukuran pengeraman motor Listrik

No	Beban (kW)	Tegangan (V)	Arus (A)	Waktu (s)
1	2,2	219V _{DC}	2,64	1

Pada percobaan rangkaian pengeraman motor:

- Pada percobaan rangkaian pengeraman motor dilakukan dengan cara mensuplai tegangan DC pada motor induksi sehingga terbentuk medan mangnet yang dapat menarik stator sehingga stator tidak bisa bergerak.
- Pengeraman dibutuhkan pada penggunaan pagar pintu otomatis, otomasi industri dan sebagainya.

- Pada hasil pengukuran lama waktu yang di butuhkan oleh motor berhenti total pada saat pengereman sebesar 1 detik

4.KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dan pembahasan pada penelitian Pengembangan modul praktikum ini dapat disimpulkan:

- 1) Pengembangan alat praktikum kontrol motor yang terdiri dari rangkaian *Direct on line*, Bintang Segitiga (*start Delta*), Tahanan depan stator (*primary resistor*), membalik arah putaran motor, dan pengereman motor telah berhasil didesain, dirangkai, dan dianalisa dengan baik.
- 2) Rangkaian kontrol motor berhasil dibuat dengan baik.
- 3) Pengujian berjalan dengan baik sesuai dengan modul yang dibuat.

REFERENSI

- [1] Ardhan, Izatur Rachman. (2020). “*Analisis Model Pengasutan Motor Induksi 3 Fasa Terhadap Arus Start dan Torsi*”, Fakultas Teknik Universitas Nusantara.
- [2] Emidiana, Matra Widodo, (2018). *Karakteristik Kabel Yang Di Tekuk Saat Di*

Aliri Arus. Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas PGRI Palembang. [18 Februari 2022].

- [3] Herlambang, Rino. (2021). “*Analisis Pengasutan Motor Induksi Daya Besar Menggunakan Soft Stater dan Inverter*”, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
- [4] Hariyadi, Laksamana Suryasantausa. Joko. (2021). *Pengembangan Trainer Pengendali Elektromagnetik Motor Listrik AC 3 Fasa sebagai Media Praktikum*. Surabaya: Universitas Negeri Surabaya.
- [5] Huzaini, Y. N., Yusro, A. C., & Purwandari, P. (2019). *Pengembangan Trainer KIT Kontrol Motor Listrik Berbasis Kontaktor untuk Meningkatkan Hasil Belajar Mahasiswa*. Jupiter (Jurnal Pendidikan Teknik Elektro), 4 (2), 30-34.
- [6] I Ketut Wijaya, (2007). *Penggunaan Dan Pemilihan Pengaman Mini Circuit Breaker(MCB) Secara Tepat Menyebabkan Bangunan Lebih Aman Dari Kebakaran Akibat Listrik*. Universitas Udayana. Bali. [17 Februari 2022]