

Prototipe Proteksi Motor 3 Fasa Menggunakan Rele PFR NJYB315

Syaprudin^{1*}, Yonda Nugraha¹, Aripin Triyanto¹

¹Fakultas Teknik, Prodi Teknik Elektro, Universitas Pamulang, Jl. Witana Harja No.18b, Pamulang Barat, Kec. Pamulang, Kota Tangerang Selatan, Banten 15417, Indonesia

Email: ^{1*}dosen01315@unpam.ac.id

(* : coressponding author)

Abstrak—Penyebab kerusakan yang terjadi dalam sebuah rangkaian listrik yaitu hubung singkat dan troubleshoot dari gangguan yang terjadi dari eksternal dan internal. Agar kerusakan tidak terjadi kedalam rangkaian dan merusak sistem yang terpasang maka perlu adanya proteksi yang terpasang pada rangkaian. Penerapan proteksi dapat diimplementasikan pada input dan output sebuah rangkaian. Metode yang digunakan adalah dengan merancang sebuah prototipe proteksi dan simulasi beban menggunakan motor 3 phase. Penggunaan metode adalah mendesain, menentukan rele dengan kapasitas beban motor 3 phase yang digunakan dan melakukan pengujian beban secara bertahap. Tujuan dari rancangan adalah mengetahui kinerja dari rele NJYB315 dalam pengaruh gangguan yang ditimbulkan dalam rangkaian dalam keadaan normal dan berbeban. Data yang dihasilkan dalam rancang bangun yaitu dalam keadaan normal tegangan R, S dan T teraliri tegangan 380 V rele tidak bekerja. Pada saat terjadi loss atau terputus satu Fasa rele bekerja memutus arus yang mengalir dalam rangkaian. Pada saat terjadi trip rele bekerja memutus arus input yang mengalir ke motor dan keadaan tersebut membuktikan rele bekerja dengan baik.

Kata Kunci: Rele NJYB315, Hubung singkat, *Loss voltage*, *Over voltage*

Abstract—*The causes of damage that occurs in an electrical circuit are short circuits and troubleshooting from external and internal disturbances. So that damage does not occur in the circuit and damage the installed system, it is necessary to have protection installed in the circuit. The protection can be applied at the input and output of a circuit. The method used is to design a protection prototype and load simulation using a 3 phase motor. The use of the method is to design, determine the relay with the load capacity of the 3 phase motor used and carry out load testing in stages. The purpose of the design is to determine the performance of the NJYB315 relay under the influence of disturbances generated in the circuit under normal and loaded conditions. The data generated in the design is that the relay does not work under normal conditions when the voltages R, S and T are supplied with a voltage of 380 V, the relay does not work. When a loss occurs or a single phase is cut off, the relay works to cut off the current flowing in the circuit. When a trip occurs, the relay works to cut off the input current flowing to the motor and this condition proves that the relay is working properly.*

Keywords: *NJYB315 relay, Short circuit, Loss voltage, Over voltage*

1. PENDAHULUAN

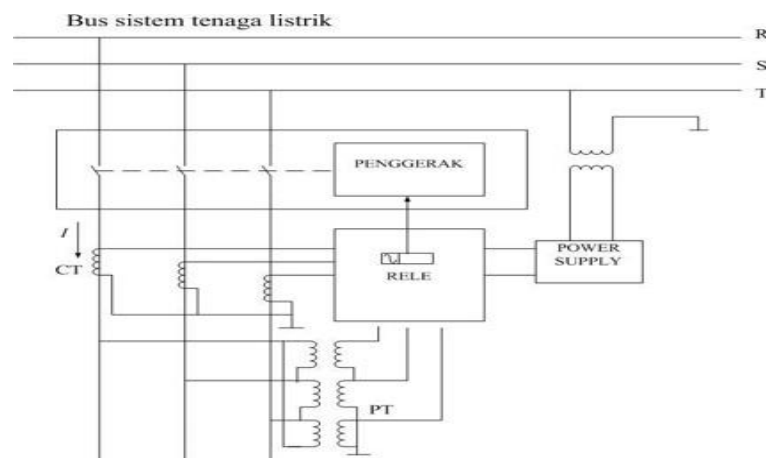
Motor listrik telah banyak digunakan sebagai penggerak dan alat bantu untuk merubah keadaan dari energi listrik menjadi energi mekanik. Motor tersebut digunakan sebagai alat bantu untuk penggerak dalam sebuah produksi atau sirkulasi dalam pergerakan sebuah benda. Seiring berjalannya motor secara terus menerus menyebabkan kelalaian dalam preventif, sehingga terjadi kerusakan motor akibat pemakaian dalam waktu yang lama. Kerusakan yang terjadi dapat diakibatkan karena faktor eksternal dan internal. Gangguan eksternal dapat disebabkan adanya troubleshoot didalam instalasi sehingga motor tersebut terputus dari power utama. Gangguan internal dapat disebabkan oleh beberapa faktor antara lain; suhu tinggi didalam rangkaian motor, bearing macet dan gulungan terbakar. Permasalahan tersebut dapat dicegah dengan menggunakan rangkaian proteksi pada power utama sebelum arus listrik masuk kedalam rangkaian motor. Sehingga motor lebih aman saat terjadi troubleshoot power utama sudah off. Studi proteksi menggunakan relay IWU 2-3 pada trafo 1600 kVA dapat bekerja dengan baik dari hasil perhitungan dilapangan dan kinerja OCR dibuktikan dengan hasil pemasangan OCR untuk memproteksi gangguan sebesar 827,385 kW. Perancangan sistem proteksi berbentuk prototipe untuk mengatur arus beban lebih dengan beban DC menghasilkan data beban lampu 50 W dengan rele NC 12 VDC. Pada saat terjadi gangguan arus lebih pada rangkaian maka sistem terputus dikarenakan terdapat kontak rele yang memerintahkan dari kondisi NC menjadi NO untuk memproteksi rangkaian.

Penggunaan rele arus lebih tipe SEL-351 A untuk proteksi motor 3 phase dengan hasil setting 1.2 Ampere dan waktu tunda 0,01 detik. Pada saat terjadi arus gangguan paling rendah 1.3 A waktu pemutusan adalah 7.53 detik. Pada saat arus gangguan paling tinggi 1,5 A waktu pemutusan adalah 2,02 detik. Penggunaan metode dalam penelitian adalah dengan mendesain dari tempat untuk komponen rele dan penunjang lainnya didalam trainer. Sehingga pada saat trainer dan motor sebagai beban dijanakan proteksi dapat bekerja dengan sesuai dengan perencanaan awal. Tujuan dari penelitian yang dilakukan adalah untuk memproteksi rangkaian trainer agar tidak terjadi kerusakan kedalam rangkaian dan komponen. Selain itu digunakan untuk praktik pada laboratorium untuk memperjelas kinerja sistem proteksi sesuai dengan materi.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Sistem Pengaman

Untuk melindungi sistem tenaga listrik dari gangguan seperti arus lebih dan hubung singkat, tegangan naik dan turun, frekuensi turun dan naik, isolasi yang buruk dan isolasi yang melemah, gangguan dapat dicegah dengan memasang alat pengaman dan alat pelindung. diperlukan untuk penghindaran yang cepat. Oleh karena itu, sistem keamanan harus memiliki karakteristik dan standar operasi yang andal, selektif, dan sederhana. Sistem pengaman terdiri dari pemutus arus atau circuit breaker, transformator potensial atau potensial yang terdiri transformator arus (CT) dan juga transformator tegangan (PT), dan terdiri dari alat-alat utama seperti relai. Gangguan sistem tenaga menunjukkan besaran s arus yang melebihi batas normal. Kondisi ini bias saja mengganggu dan merusak peralatan dari sistem tenaga listrik. Untuk mengatasi masalah ini, perangkat harus mendeteksi atau memantau besarnya gangguan sebelum pemutus sirkuit (CB) memutuskan bagian yang rusak. Perangkat yang memantau tingkat dan terjadinya kesalahan dan memasok daya ke pemutus sirkuit pada saat yang sama.



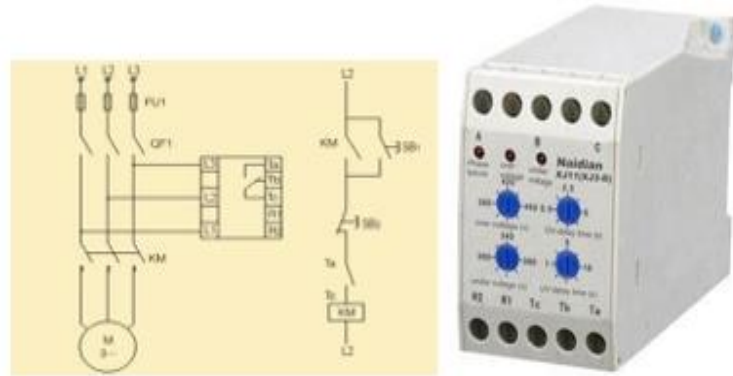
Gambar 1. Single Line Sistem Pengaman Proteksi Rele

2.2 Rele Proteksi

Suatu sistem kelistrikan memiliki beberapa bagian, dalam hal ini sistem relai pelindung. Relai proteksi adalah susunan perangkat yang dimaksudkan untuk memungkinkan deteksi atau pengukuran gangguan pada perangkat atau komponen sistem tenaga, serta deteksi ketidakseimbangan dan anomali. Memberi sinyal berupa lampu dan bel untuk memberi perintah pada perangkat lain atau bagian dari suatu sistem untuk segera membuka pemutus arus otomatis. Relai proteksi juga dapat mendeteksi dan mendeteksi kesalahan pada peralatan yang dilindungi dengan membandingkan atau mengukur jumlah yang diterima seperti arus, tegangan, daya, sudut fasa, frekuensi, impedansi, dll. Selanjutnya, pemutus sirkuit biasanya dipasang di generator, transformator, saluran transmisi, atau motor listrik untuk membuat keputusan untuk segera menunda pemutus sirkuit. Pisahkan bagian-bagian dari sistem sehingga sisa sistem dapat terus berfungsi secara normal.

2.3 Rele PFR NJYB315

PFR atau Phase Failure Relay adalah rele atau komponen yang biasa digunakan untuk memantau perubahan keadaan tegangan tiga fasa yang beroperasi dalam rangkaian. Berawal dari prinsip dasar, PFR memiliki prinsip kerja yang mirip dengan proteksi beban dan biasa digunakan untuk melindungi motor listrik dari beban lebih.



Gambar 2. Rele PFR NJYB315

Phase Failure Relay (PFR) adalah perangkat kontrol memantau kondisi tegangan tiga fase yang mengalir melalui sistem kontrol. Pengontrol keselamatan untuk melindungi pengontrol dari situasi/kondisi tegangan yang salah seperti; Fasa pada instalasi 1, 2, atau semua 3 fase hilang. Diluar urutan fase tegangan kurang tegangan lebih. Jika terjadi situasi abnormal dalam waktu yang ditentukan kontak rele kontrol PFR akan berubah secara otomatis seperti perubahan peralatan kontrol lainnya dan NO akan menjadi NC On sebaliknya. apabila dalam jangka waktu setting ada perubahan kontak setelah situasi abnormal tersebut dapat disetting. Jika toleransi diatur dalam 30 detik maka waktu menjadi abnormal dan rele mendeteksi perubahan. Perbedaan pada rele proteksi NJYB315 adalah pada saat rangkaian motor terhubung start-delta mendeteksi gangguan internal dari fasa R, S dan T.

2.4 Motor induksi 3 Phase

Motor induksi (MI) merupakan alat listrik yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik yang berupa tenaga putar. Motor induksi banyak dipakai sebagai penggerak untuk mengerjakan banyak proses di industri seperti menggerakkan blower (penghasil angin) berkapasitas besar yang dipakai untuk pembakaran di dalam tungku peleburan, menggerakkan conveyor (pengangkut bahan), menggerakkan pompa air untuk sirkulasi air pendingin dan lain – lain. Meskipun MI cukup handal tetapi pada kenyataannya dapat saja mengalami banyak masalah pada saat beroperasi yang menyebabkan kerusakan total pada motor induksi tersebut. Pada umumnya motor induksi kuat dan handal. Tetapi, lingkungan kerja, instalasi dan faktor produksi bisa menyebabkan kerusakan pada rotor dan stator. Kerusakan tersebut tidak hanya menurunkan efisiensi kerja dari mesin, melainkan bisa menimbulkan pengaruh bahaya untuk produksi yang berkelanjutan dan keamanannya. Ada beberapa yang dapat mempengaruhi kerusakan motor yaitu tegangan, arus, frekuensi, keseimbangan ketebalan tegangan, temperatur, getaran, kebisingan (noise). Motor induksi yang digunakan secara terus – menerus akan mengalami proses penuaan motor secara alami yang dapat menyebabkan kekusakan pada motor induksi. Apabila kerusakan pada motor induksi tidak dapat dideteksi sedini mungkin akan dapat mengakibatkan kerusakan yang sangat parah dengan berbagai tipe kerusakan. Kerusakan motor akan menyebabkan hilangnya waktu produktif akibat perbaikan mesin yang cukup lama, pemeliharaan biaya yang sangat besar, akibat banyaknya komponen yang harus diganti. Kerusakan total motor induksi pada saat berlangsungnya proses produksi dapat mengakibatkan rendahnya mutu barang jadi yang dihasilkan hingga sampai berhentinya proses produksi itu sendiri. Salah satu contoh kerusakan motor induksi adalah Stress mekanik akibat pola operasi. Stress mekanik terjadi akibat kelebihan beban dan perubahan beban secara tiba – tiba yang dapat mengakibatkan kerusakan bearing dan patahnya rotor bar.



Gambar 3. Motor Induksi 3 Phase

2.5 *Prototipe Trainer*

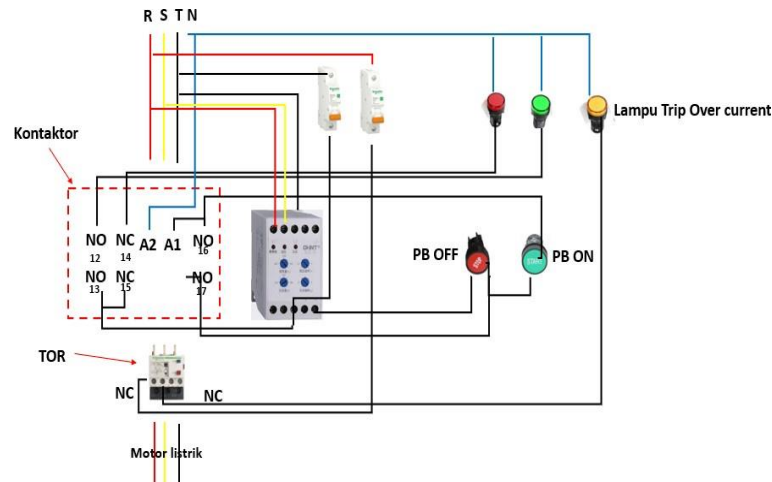
Trainer adalah bagian dari tata letak suatu komponen elektronika dalam sebuah papan atau breadboard. Terdapat beberapa komponen dari bagian sisi input, sisi kontrol dan bagian output suatu rangkaian. Untuk memudahkan dalam penggunaan power input dapat ditempatkan pada posisi yang terjangkau dan aman. Sedangkan untuk kontrol dapat digunakan dibagian tengah atau atas untuk memudahkan dalam monitoring rangkaian saat terjadi kesalahan instalasi. Sedangkan output biasanya dapat ditempatkan di bagian bawah dikarenakan beban yang berat dalam proses pengujian dan pengambilan data.



Gambar 4. Trainer Konversi Mesin Listrik

2.6 **Blok Diagram Penelitian**

Pada bagian rangkaian daya terdapat 3 komponen utama yaitu MCCB, Kontaktor, dan Motor Induksi tiga fasa. Relay NJYB 3-15 pada rangkaian daya terdapat komponen utama yaitu MCCB 20 A, Kontaktor, Thermal over load, dan motor listrik 3 fasa. Pada bagian rangkaian control terdapat dua bagian rangkaian control yaitu rangkaian control analog dan rangkaian control digital rangkaian control analog terdapat 5 komponen penting yaitu Rele PFR, MCB, Push button On, Push Buton Off.



Gambar 5. Rancangan Penelitian

Pengujian ini dilakukan untuk memastikan bahwa desain yang kami buat berfungsi dengan baik dan untuk melihat pengaruh ketidakstabilan satu fasa ketika sistem proteksi rela dibebani dengan motor induksi 3 fasa yang akan dieksekusi. Selain itu, pengujian dilakukan dengan menerapkan beban. Untuk mendapatkan data yang ingin saya ketahui, saya akan menjelaskan putaran motor induksi tiga fasa secara detail. Pengambilan data merupakan fase saat berjalan sehabis pengujian alat. Pengambilan data adalah pengambilan data yang dibaca oleh tampilan visual pada panel. Pengambilan data manual oleh meter digital menggunakan multimeter digital yang telah dikalibrasi sebelumnya, pengambilan data oleh multimeter digital terkalibrasi adalah untuk memverifikasi atau membandingkan pembacaan instrumen. Ini ditampilkan pada panel tampilan menggunakan multimeter digital yang dikalibrasi, memungkinkan pembacaan dua meter untuk dianalisis.

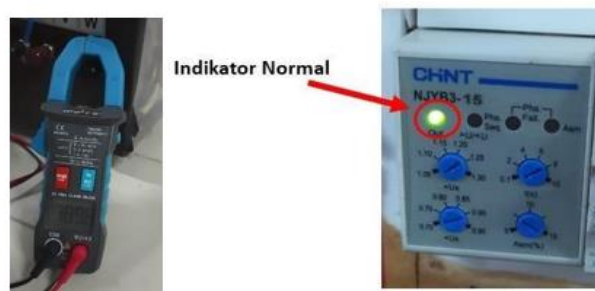
3. ANALISA DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengujian Rele *NJYB315*

Pengujian rele dilakukan dalam keadaan normal dan over voltage, berikut ini adalah hasil dari pengambilan data penelitian.

3.1.1 Pengujian Rele Dalam Kondisi Tegangan Normal

Dengan menggunakan tang amper digital, input tegangan dalam kondisi normal yaitu 380 VAC maka relay proteksi *NJYB315* tidak akan bereaksi artinya dalam kondisi ini relay dapat berfungsi terhadap rangkaian untuk bekerja sesuai perintah dan ditandai dengan lampu indikator berwarna hijau, kita perhatikan pada gambar 6 di bawah ini.

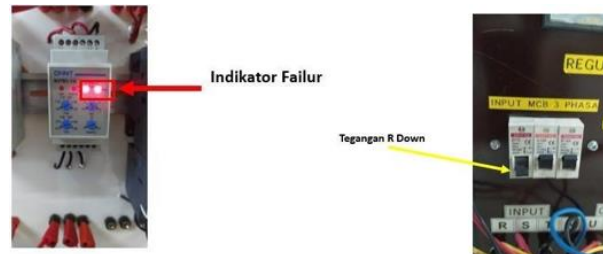


Gambar 6. Pengujian Kondisi Tegangan Normal

Dalam keadaan tegangan normal rele standby dan terdapat indikator pada lampu rele berwarna hijau yang menandakan rele berfungsi dengan mendapatkan arus dari power utama.

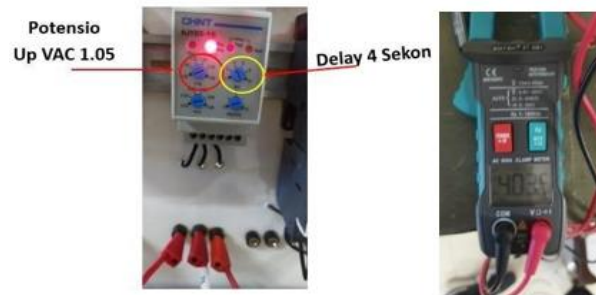
3.1.2 Pengujian Rele Pada Saat Terjadi *Low Voltage*

Dalam kondisi tidak normal, hasil dari simulasi menggunakan komponen MCB sebagai input sehingga menghasilkan pada bagian fasa R secara otomatis trip dan terjadi pemutusan tegangan serta arus kepada rangkaian. Simulasi rele dapat disimak pada gambar 7 berikut.



Gambar 7. Pengujian Rele kondisi Low Voltage

Pada saat pengujian rele dilakukan beberapa variasi untuk mengetahui kinerja rele, antara lain dengan menggunakan time delay pada rele berikut.



Gambar 8. Posisi Potensio 1.05 Delay 4 Detik

Untuk memudahkan monitoring data, terdapat pengumpulan data melalui tabel 1 berikut didalam penelitian yang sudah dilakukan.

Tabel 1. Data Hasil Percobaan Simulasi Rele Dengan Variasi Tegangan Pada Fasa R,S dan T

No	Tegangan (V)	Warna Lampu	Kondisi Motor	Rele Proteksi
1	260 V	Merah	Mati	Bekerja
2	258 V	Merah	Mati	Bekerja
3	260 V	Merah	Mati	Bekerja
4	260 V	Merah	Mati	Bekerja
5	260 V	Merah	Mati	Bekerja
6	260 V	Merah	Mati	Bekerja
7	260 V	Merah	Mati	Bekerja
8	380	Hijau	Hidup	Standby
9	351	Merah	Mati	Bekerja
10	350	Merah	Mati	Bekerja
11	350	Merah	Mati	Bekerja
12	351	Merah	Mati	Bekerja
13	409V	Merah	Mati	Bekerja
14	411 V	Merah	Mati	Bekerja

15	410 V	Merah	Mati	Bekerja
16	410 V	Merah	Mati	Bekerja
17	410 V	Merah	Mati	Bekerja
18	412 V	Merah	Mati	Bekerja
19	409 V	Merah	Mati	Bekerja
20	410 V	Merah	Mati	Bekerja
21	410 V	Merah	Mati	Bekerja

Dari hasil yang didapatkan pada tabel 1 di atas adalah pada saat kondisi tegangan yang terdapat pada salah satu fasa R, S dan T terjadi penurunan tegangan maka rele bekerja untuk memutuskan arus ke dalam motor yang digunakan sebagai beban. Sedangkan pada kondisi tegangan normal 380 V pada masing-masing fasa R, S dan T maka rele standby dan motor hidup. Pada saat terjadi over voltage maka rele bekerja untuk memutuskan arus yang mengalir kedalam motor sehingga motor terhindar dari kerusakan yang diakibatkan arus lebih.

4. KESIMPULAN

Sistem proteksi dapat diaplikasikan dengan baik pada prototipe motor dengan data yang didapatkan pada saat tegangan R, S dan T bernilai 380 V kondisi rele NJYB315 memutuskan arus pada rangkaian. Sedangkan jika terdapat loss dari salah satu fasa maka rele bekerja memutus arus dalam rangkaian. Posisi trip pada rangkaian terjadi pada saat terjadi hubung singkat rangkaian dan rele memberikan triger pada jalur input motor untuk memutuskan arus. Prototipe telah diujicobakan dengan beban menggunakan motor AC tiga phase pada saat pengambilan data. Kondisi yang dilakukan pada rele adalah saat keadaan normal dan keadaan berbeban sehingga dapat diketahui kinerja rele terhadap gangguan sistem yang terjadi pada rangkaian.

REFERENCES

- A. V. Yunitasari, A. V. Yunitasari, and S. Pramono, (2021). "Sistem Proteksi Over Current Relay Motor Forced Draft Fan Pada Pembangkit Listrik Tenaga Uap," *J. Teknol.*, vol. 13, no. 1, pp. 55–62. [Online]. Available: <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/jurtek/article/view/6002>
- A. Triyanto, (2023). *PROTEKSI SISTEM TENAGA*. UNPAM PRESS.
- F. Musyaffa and K. Medilla, (2020). "Monitoring Motor Induksi Terhadap Temperatur dan Getaran Motor Menggunakan Arduino Uno". [Online]. Available: <https://dspace.uui.ac.id/bitstream/handle/123456789/20235/08.naskah publikasi.pdf?sequence=12&isAllowed=y>
- E. S. Nasution, F. I. Pasaribu, and M. H. Hidayat, (2021). "Studi Proteksi Sistem Tenaga Listrik Pada Trafo 1600 kVA Menggunakan Current Relay IWU 2-3," *J. MESIL (Mesin Elektro Sipil)*, vol. 2, no. 2, pp. 28–39. doi: 10.53695/jm.v2i2.562.
- D. Suyanto and H. Yusuf, (2013). "Perancangan Prototype Proteksi Arus Beban Lebih Pada Beban DC Menggunakan Mikrokontroler," *Elektum J. Tek. Elektro*, vol. 14, no. 2, pp. 25–34.
- S. Aiyub, Yaman, and Maimun, (2019). "Penggunaan Relay Arus Lebih Tipe Sel-351A Sebagai Proteksi Pada Motor Induksi 3 Fasa," *Pros. Semin. Nas. ...*, vol. 3, no. 1, pp. 67–74, 2019, [Online]. Available: <http://e-jurnal.pnl.ac.id/semnaspnl/article/view/1669%0Ahttp://e-jurnal.pnl.ac.id/semnaspnl/article/viewFile/1669/1435>
- A. I. Weking, P. Studi, T. Elektro, and U. Udayana, (2020). "Studi Koordinasi Sistem Pengaman Pada Sub Region Bali Di Gardu Induk Padang Sambian," vol. 7, no. 1, pp. 161–168.
- A. Daud, (2019). "Rancang bangun modul proteksi arus beban lebih dan hubung singkat," *J. Tek. Energi*, vol. 9, no. 1, pp. 37–44.
- PT.PLN(Persero), (2013). "Buku Pedoman Proteksi dan Kontrol Penghantar," Prot. dan Kontrol Penghantar, pp. 1–499.
- D. Meidiasha, M. Rifan, and M. Subekti, (2020). "Alat Pengukur Getaran, Suara Dan Suhu Motor Induksi Tiga Fasa Sebagai Indikasi Kerusakan Motor Induksi Berbasis Arduino," *J. Electr. Vocat. Educ. Technol.*, vol. 5, no. 1, pp. 27–31. doi: 10.21009/jevet.0051.05.
- A. Triyanto, G. Firasanto, E. Mualim, D. Agus, and L. Utomo, (2022). "Implementasi dan Sosialisasi Prototipe Panel Surya 30 WP sebagai Pembelajaran di Lab SMK Khazanah Kebajikan Pondok Cabe Pamulang , Tangerang Selatan," vol. 2, no. 6, pp. 1849–1856.