

**ANALISIS SISTEM RANGKAIAN STAR-DELTA GUNA MENCEGAH
LONJAKAN ARUS PADA MOTOR INDUKSI 3-PHASE****Raden Rafi Nurhuda^{1*}, Dian Budhi Santoso²**

1.2.3. Program Studi Teknik Elektro, Universitas Singaperbangsa Karawang, Indonesia

*e-mail: radennurhuda2002@gmail.com**ABSTRAK**

Penelitian ini berisi tentang percobaan rangkaian star-delta untuk menyalakan sebuah motor induksi 3-phase. Penggunaan rangkaian star delta untuk motor induksi 3-phase berfungsi untuk mengatasi lonjakan arus yang terjadi saat proses starting motor induksi 3-phase. Cara kerja dari rangkaian star-delta adalah dengan bekerja secara bergantian, yang mana sistem star yang akan pertama kali bekerja setelah itu rangkaian akan berganti ke sistem delta. Karena motor induksi membutuhkan arus yang besar untuk menyala an lonjakan arus dapat menyebabkan terbakarnya lilitan sehingga di butuhkan rangkaian star-delta untuk mengatur arus yang masuk ke motor induksi, sehingga dapat memeperpanjang umur dari motor induksi. Pada percobaan yang di lakukan nilai arus yang diukur sistem star pada setiap jalur adalah pada jalur U 0,8A; jalur V 0,8A; jalur W 0,8A. Dan pada sistem delta nilai arus yang diukur adalah pada jalur U 2,7A; jalur V 2,6A; jalur W 2,8A. Pada saat sitem star nilai arus yang masuk ke motor bernilai kecil karena bertujuan untuk mencegah lonjakan arus yang terjadi dan setelah motor sudah mulai berjalan dengan baik maka sistem delta akan membuat nilai arus yang masuk ke motor sesuai dengan kebutuhan motor.

Kata Kunci: Rangkaian Star-Delta, Sistem Star, Sistem Delta

**ANALYSIS OF STAR-DELTA CIRCUIT SYSTEM TO PREVENT SURGE
CURRENT IN 3-PHASE INDUCTION MOTOR****ABSTRACT**

This research contains an experiment of a star-delta circuit to start a 3-phase induction motor. The use of a star delta circuit for a 3-phase induction motor serves to overcome the current surge that occurs during the starting process of a 3-phase induction motor. The workings of the star-delta circuit are to work alternately, where the star system will first work after which the circuit will switch to the delta system. Because induction motors require large currents to turn on a surge in current can cause burning of the winding so that a star-delta circuit is needed to regulate the current entering the induction motor, so as to extend the life of the induction motor. In the experiment, the current value measured by the star system on each line is on line U 0.8A; line V 0.8A; line W 0.8A. And in the delta system the measured current value is on line U 2.7A; line V 2.6A; line W 2.8A. At the time of the star system, the value of the current entering the motor is small because it aims to prevent the current surge that occurs and after the motor has started running well, the delta system will make the value of the current entering the motor according to the needs of the motor.

Keywords: Star-Delta Circuit, Star System, Delta System

I. PENDAHULUAN

Pada saat ini banyak teknologi yang digunakan pada bidang industri, salah satu teknologi tersebut adalah motor induksi. Motor induksi adalah motor yang paling banyak digunakan di industri saat ini [1]. Motor induksi yang sering digunakan di industri adalah jenis motor induksi 3-fasa, penggunaan motor induksi jenis ini karena motor induksi ini memiliki konstruksi yang sederhana, kokoh, harganya relatif murah, serta perawatannya yang mudah sehingga sering digunakan di bidang industri.

Meskipun motor induksi memiliki banyak keunggulan, namun motor induksi memiliki kelemahan yang signifikan. Kelemahan tersebut adalah motor induksi terutama motor induksi 3-fasa menggunakan arus yang sangat besar untuk startingnya, arus yang digunakan bisa mencapai empat hingga tujuh kali arus normalnya [2]. Lonjakan arus ini dapat menyebabkan kerusakan pada lilitan yang terdapat didalam motor apabila terjadi secara terus menerus. Dan juga lonjakan arus ini dapat mengganggu jaringan listrik sehingga tidak diijinkan apabila ini terjadi di dunia perindustrian.

Sehingga dibutuhkan pencegah lonjakan arus ini, salah satu nya adalah menggunakan rangkaian star-delta. Rangkaian star-delta merupakan rangkaian sirkuit yang sering digunakan dalam pengoperasian motor induksi. Penggunaan rangkaian star-delta ini digunakan untuk mencegah terjadinya lonjakan arus dan juga dapat menstabilkan daya yang masuk [3].

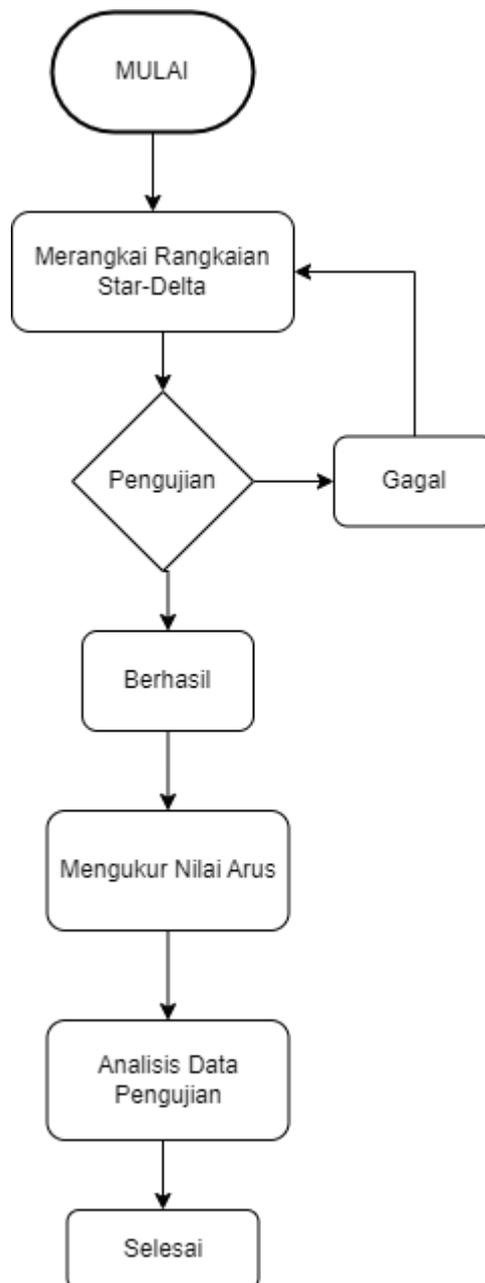
Rangkaian star-delta terdapat dua jenis yang berbeda, rangkaian star-delta manual dan rangkaian star-delta otomatis. Dua rangkaian ini memiliki perbedaan masing-masing, untuk rangkaian manual memiliki wiring yang lebih sederhana dan tidak menggunakan timer dalam penyusunannya namun kelemahannya adalah perpindahan dari sistem star ke sistem delta secara manual sehingga apabila menekan tombol sistem delta terlalu lama dapat menyebabkan terbakarnya motor. Dan untuk rangkaian otomatis, menggunakan timer untuk perpindahan dari sistem star ke sistem delta sehingga dapat memudahkan pengguna, namun rangkaian ini memiliki sistem yang lebih kompleks dan rumit [4].

Rangkaian star-delta berfungsi untuk mengurangi arus yang masuk sehingga tidak terjadi lonjakan arus, walaupun arus yang masuk dikurangi namun torsi yang dihasilkan oleh motor tetap stabil dan tidak berkurang. Rangkaian ini juga dapat menstabilkan tegangan pada motor serta dapat mencegah terjadi kerusakan akibat kelebihan beban, karena dapat memutus tegangan secara otomatis.

II. METODE PENELITIAN

2.1 Flowchat penelitian

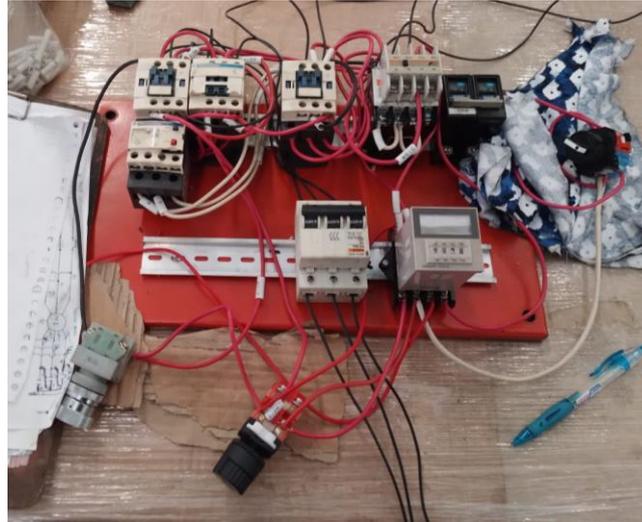
Di bawah ini merupakan flowchart penelitian yang dilaksanakan disusun dalam bentuk diagram alir untuk memudahkan pemahaman alur proses penelitian.



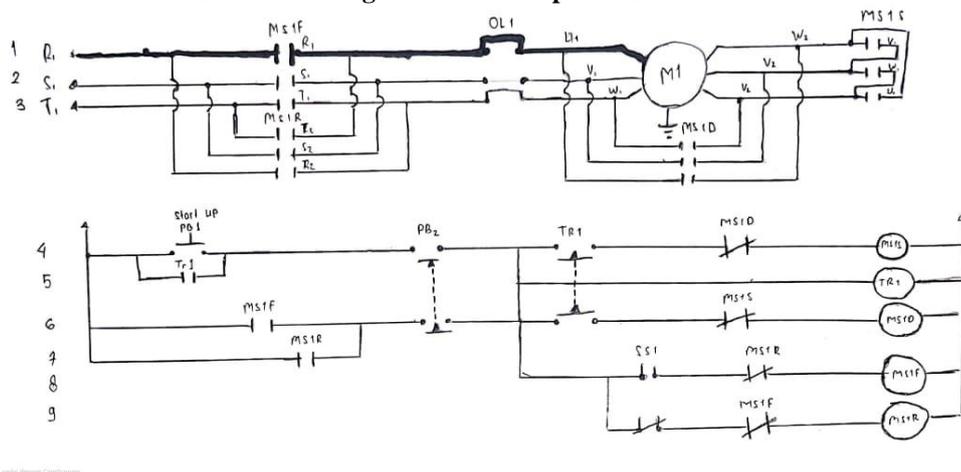
Gambar 1 Flowchart Alur Penelitian

Pada gambar 1 menunjukkan langkah-langkah dalam melakukan penelitian, langkah pertama Merangkai rangkaian star-delta, langkah kedua melakukan pengujian dan apabila berhasil dapat lanjut ke langkah berikutnya namun apabila gagal maka kembali lagi ke langkah pertama. Langkah ketiga mengukur nilai arus pada rangkaian, langkah keempat melakukan analisis data hasil pengujian.

2.2 Rangkaian Star-Delta dan Komponen Yang Digunakan



Gambar 2 Rangkaian dan Komponen Star-Delta



Gambar 3 Diagram Rangkaian Star-Delta

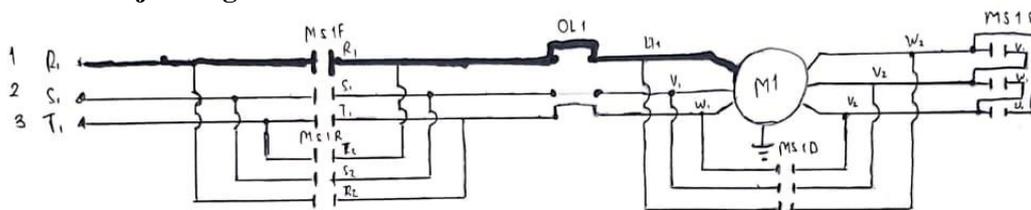
Pada gambar 2 bisa dilihat bentuk dari rangkaian star-delta serta komponen apa saja yang digunakan ,terdapat berbagai macam komponen yang digunakan . Berikut komponen apa saja yang digunakan :

1. **Push Botton** : Berdasarkan rangkaian, terdapat dua push button. Fungsi dari push button 1 (PB1) adalah untuk memulai rangkaian atau start up. Push button 2 (PB2) untuk menghentikan jalan rangkaian [5].
2. **Kontaktor** : Berdasarkan rangkaian, terdapat 4 kontaktor. Ada kontaktor Star (MS1S), kontaktor Delta(MS1D), kontaktor Reverse(MS1R), dan Kontaktor Forward(MS1F) [6].

3. **TOR (Thermal Overload Relay)** : Berdasarkan rangkaian, terdapat satu TOR (OL1). Fungsi dari TOR adalah untuk mencegah terjadinya kelebihan arus yang akan masuk ke rangkaian [7].
4. **TDR (Timer Delay Relay)** : Berdasarkan rangkaian, terdapat satu TDR (Tr1). Fungsi dari TDR adalah untuk membuat delay waktu yang merubah sistem rangkaian dari sistem star ke sistem delta [7].
5. **Switch Selector** : Berdasarkan rangkaian, terdapat satu switch selector (SS1) . Fungsi dari switch selector adalah untuk mengubah putaran motor dari forward ke reverse [8]
6. **MCB (Mini Circuit Breaker)** : Berdasarkan rangkaian, terdapat satu MCB 3-phase. Fungsi dari MCB adalah untuk memutus aliran listrik apabila terjadi kelebihan arus yang masuk ke rangkaian atau terjadi nya hubungan pendek arus [9].
7. **Motor** : Berdasarkan rangkaian, terdapat satu motor induksi. Berfungsi untuk beban yang digunakan [10].

Dan pada gambar 4, merupakan diagram rangkaian star-delta yang digunakan. Rangkaian star-delta saat dimulai pertama kali yang akan bekerja adalah sistem star, setelah hitungan *timer* selesai maka rangkaian akan berubah menjadi sistem delta. Rangkaian star delta juga terdiri dari dua rangkaian, yaitu rangkaian power dan rangkaian control. Rangkaian di atas merupakan rangkaian power dan rangkaian yang di bawah merupakan rangkain kontrol reverse/forward.

2.2.1 Cara Kerja Rangkaian Power



Gambar 4 Diagram Rangkaian Power Star-Delta

Cara kerja dari rangkain di atas adalah :

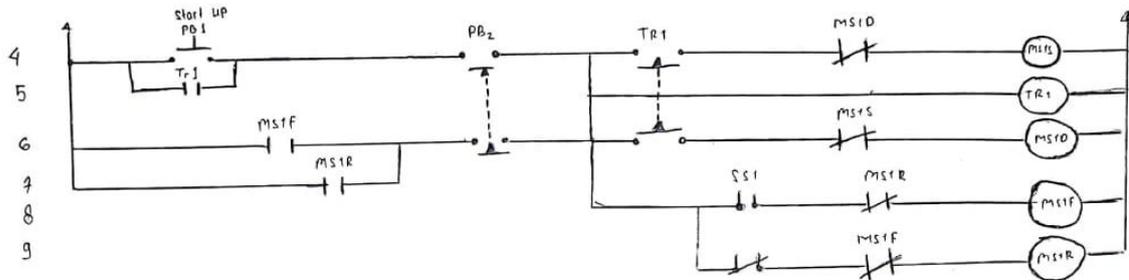
1. Pertama MCB di ubah ke keadaan *on* sehingga tegangan listrik dapat mengalir ke rangkaian
2. Tegangan Masuk ke kontaktor MS1F (forward) dan MS1R(reverse), keluaran dari kontaktor MS1F dan MS1R terhubung dan masuk ke OL1 (TOR). Keluaran dari 2 kontaktor tersebut bisa dilihat, R1 terhubung dengan T2, S1 terhubung dengan S2, T1 terhubung dengan R2. Alasan mengapa ada perbedaan hubungan keluaran karena

keluaran MS1R akan membuat putaran motor menjadi *reverse*, yang mana perbedaan masukan rangkaian 3-fasa pada motor akan membuat putaran motor akan berubah.

3. Setelah keluaran MS1F dan MS1R masuk ke OL1, di OL1 akan menjaga arus yang akan masuk ke motor dan rangkaian sesuai dengan arus yang sudah di atur di OL1. Apabila arus yang masuk melebihi arus yang di atur, maka OL1 akan memutus aliran listrik yang masuk.
4. Selanjutnya keluaran tersebut akan masuk ke M1 (motor), MS1D (delta), dan MS1S (star).

Dikarenakan semua kontaktor bersifat NO (normally open), sehingga motor tidak menyala sampai PB1 di rangkaian kontrol di tekan.

2.2.2 Cara Kerja Rangkaian Kontrol



Gambar 5 Diagram Rangkaian Kontrol Star-Delta

Cara kerja dari rangkaian di atas adalah :

1. Saat PB1 (Push Button 1). Maka tegangan akan masuk ke PB2 (Push Button 2), dikarenakan PB2 bersifat NC (normally close) maka aliran listrik akan teris bergerak menuju TR1. Dikarenakan aliran masuk ke kontak NC TR1(timer), maka aliran listrik akan langsung masuk ke kontak NC MS1D dan aliran langsung masuk ke MS1S. Sehingga sistem star akan menyala dan motor mulai bergerak.
2. Keluaran dari PB2 juga mulai masuk ke TR1, sehingga penghitung waktu delay antara sitem star ke sistem delta mulai berjalan. Disini waktu yang di atur adalah 5s (5 detik). Disaat bersamaan kontak NO TR1 mulai menyala sehingga membuat sistem terkunci, yang berarti rangkaian akan tetap terus menyala tanpa PB1 di tekan terus-menerus.
3. TR1 mulai menghitung waktu delay 5 detik. Saat hitungan waktu delay selesai maka kontak NC TR1 akan terputus dan kontak NO TR1 akan menyambung, sehingga aliran ke MS1S terputus dan MS1D menyala. Dan aliran listrik masuk ke kontak NC MS1S

dan langsung masuk ke MS1D. Pada saat ini rangkaian sistem star berhenti dan berubah menjadi sistem delta.

4. Keluaran dari PB2 juga masuk ke SS1 (Selector Switch), SS1 terhubung dengan MS1F (forward) dan MS1R (reverse). Dikarenakan kondisi awal adalah kontak NO SS1 tersambung dengan MS1F dan kontak NC tersambung dengan MS1R. Maka yang tersambung / menyala adalah MS1R, sehingga rangkaian bersifat *reverse* yang berarti motor akan bergerak secara terbalik. Dan saat SS1 di arahkan ke arah MS1F maka rangkaian bersifat forward yang berarti motor akan bergerak secara normal. Yang mana saat sistem berubah menjadi forward, maka sistem akan memulai dari awal.
5. Dan saat PB2 di tekan, maka rangkaian sistem akan berhenti. Ini dikarenakan sifat PB2 adalah NC, yang berarti saat tidak di tekan maka aliran listrik bisa langsung masuk ke rangkaian. Dan saat PB2 di tekan maka aliran listrik akan terputus.

2.2.3 Hubungan Rangkaian Power dan Rangkaian Kontrol

Hubungan rangkaian power dengan rangkaian kontrol adalah rangkaian power hanya rangkaian untuk aliran listrik bisa masuk kedalam rangkaian dan motor. Dan sistem tidak akan berjalan dikarenakan kontaktor yang ada di rangkaian power bersifat NO (normally open), yang mana motor tidak akan bisa berjalan apabila rangkaian kontrol tidak menyala/ mulai. Dan rangkaian kontrol adalah rangkaian yang bisa membuat sistem berubah dari sistem star ke sistem delta, atau perubahan gerak motor dari *reverse* ke *forward*. Dan rangkaian kontrol tidak akan bisa menyala apabila rangkaian power tidak menyala terlebih dahulu.

III.HASIL DAN PEMBAHASAN

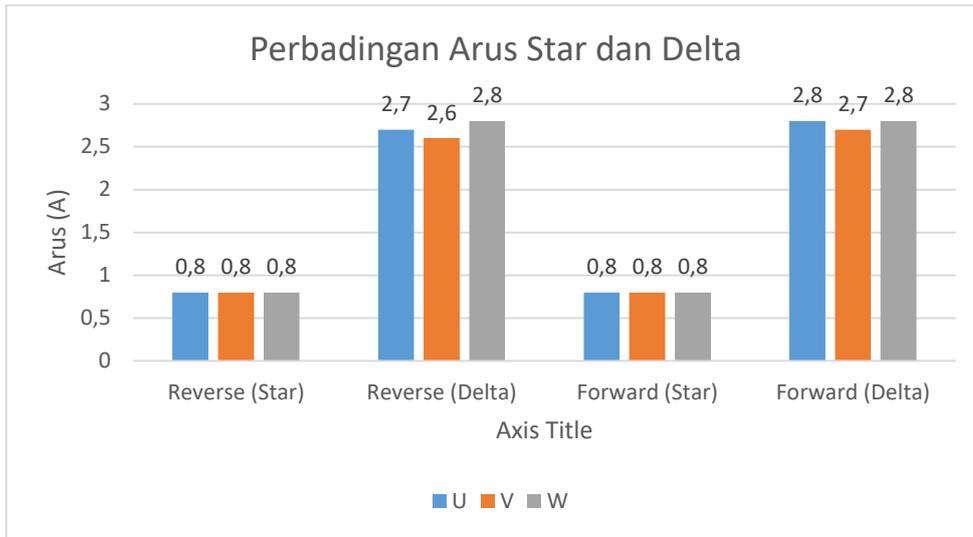
3.1 Data

Tabel 1 Hasil Pengukuran Sistem Star

No	Masukan	Arus (A)		Tegangan (V)	Hambatan (Ω)
		Reverse	Forward		
1	U	0.8	0.8	220	6
2	V	0.8	0.8	220	6
3	W	0.8	0.8	220	6

Tabel 2 Hasil Pengukuran Sistem Delta

No	Masukan	Arus (A)		Tegangan (V)	Hambatan (Ω)
		Reverse	Forward		
1	U	2.7	2.8	220	6
2	V	2.6	2.7	220	6
3	W	2.8	2.8	220	6



Gambar 6 Diagram Perbandingan Nilai Arus Sistem Star dan Sistem Delta

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan, dapat dilihat nilai arus saat rangkaian star-delta berjalan. Pada saat sistem star berjalan, arus yang masuk bernilai 0,8A. Pada saat sistem delta berjalan, arus memiliki nilai yang berbeda pada setiap jalurnya, dan nilai rata-ratanya adalah 2,7A. Dan nilai ini memiliki besar yang sama pada situasi *forward* dan *reverse*.

3.2 Analisis

Berdasarkan dari data perbandingan arus saat sistem star dan saat sistem delta, dapat dilihat bahwa nilai arus saat sistem keadaan star itu memiliki nilai yang sama pada masukan U,V,dan W. Dan nilai pun tetap sama antara saat reverse ataupun forward, yang mana bernilai 0,8 A

Dan nilai arus pada saat sistem keadaan delta, arus pada masukan U,V,dan W pada saat reverse adalah 2.7A, 2.6A, dan 2.8A. Serta pada saat forward adalah 2.8A, 2.7A, dan 2.8A. Berdasarkan data hasil yang ada, dapat disimpulkan bahwa rangkaian tersebut adalah rangkaian star-delta. Ini bisa dilihat di atas tentang hubungan star dan hubungan delta, yang mana hubungan star memiliki nilai arus yang kecil. Dan hubungan delta memiliki nilai arus yang lebih besar.

Alasan mengapa diperlukan rangkaian star-delta untuk motor induksi adalah karena motor induksi merupakan komponen elektronik yang memerlukan daya tinggi saat awal di nyalakan. Dengan adanya rangkaian star-delta dapat menurunkan nilai arus saat motor listrik mulai menyala, yang mana dapat mencegah lilitan rotor terbakar. Dan saat daya motor yang digunakan sudah stabil maka arus yang masuk akan sesuai dengan arus yang diperlukan oleh motor.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan Rangkaian star-delta dapat mengurangi arus yang keluar saat pertama kali menyalakan motor induksi dan mencegah kerusakan pada motor induksi karena lonjakan arus. Selain itu, rangkaian ini berfungsi untuk mengurangi lonjakan arus saat motor pertama kali dihidupkan tanpa mengurangi torsi pada elektromotor. Rangkaian star-delta juga bisa digunakan untuk membuat stabil tegangan arus pada motor listrik, dengan besaran arus saat sistem star lebih kecil (0,8 A) yang mana berfungsi untuk mencegah lonjakan arus dan naik kembali saat sistem delta yang mengalami peningkatan menjadi sekitar 2,7 A.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Y. W. P. Faiz Addawami, "Sistem Kerja Rangkaian Kontrol Star Delta Pada Motor 3 Fasa," *Jurnal Teknik Mesin, Industri, Elektro Dan Informatika (JTMEI)*, vol. 4, no. 1, pp. 56-65, 2022.
- [2] J. S. Jhonson Siburian, "STUDI SISTEM STAR MOTOR INDUKSI 3 PHASA DENGAN METODE STAR DELTA PADA PT.TOBA PULP LESTARI TBK".
- [3] R. G. H. Sarjono, "EVALUASI KINERJA MOTOR INDUKSI 3 FASA 100 HP / 75 KW PADA PANEL STAR – DELTA DI PDAM TIRTA RAYA ADI SUCIPTO KUBU RAYA".
- [4] F. Addawami, "Sistem Kerja Rangkaian Kontrol Star Delta Pada Motor 3 Fasa," *Jurnal Teknik Mesin, Industri, Elektro Dan Informatika (JTMEI)*, vol. 1, no. 4, pp. 56-65, 2022.
- [5] I. G. S. Sudaryana, "PEMANFAATAN RELAI TUNDA WAKTU DAN KONTAKTORPADA PANELHUBUNG BAGI (PHB) UNTUK PRAKTEKPENGHASUTAN STARTINGMOTOR STAR DELTA," *JPTK, UNDIKSHA*, vol. 12, no. 2, pp. 131 -142, 2015.
- [6] Suryani, "SISTEM PENGONTROLAN MI3F DENGAN TIGA KECEPATAN BERBASIS PLC," *Vertex Elektro*, vol. 12, no. 1, pp. 37 - 47, 2020.
- [7] M. Hendy Pradika, "THERMAL OVERLOAD RELAY SEBAGAI PENGAMAN OVERLOAD PADAMINIATUR GARDU INDUK BERBASIS PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER (PLC) CP1E-E40DR-A," *GEMA TEKNOLOGI*, vol. 17, no. 2, pp. 80-85, Oktober 2012 – April 2013.
- [8] D. B. S. S. Paul Yosua, "Rancang Bangun Automatic Washing and Drying System untuk Mesin Pencuci Cylinder Block," *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, vol. 7, no. 4, pp. 430-444, 2021.
- [9] E. Susanto, "Automatic Transfer Switch (Suatu Tinjauan)," *Jurnal Teknik Elektro*, vol. 5, no. 1, pp. 18 - 21, 2013.
- [10] ,. N. E. A. A. H. T. N. Zulfikar, "ANALISIS PERUBAHAN KECEPATAN MOTOR INDUKSI 3G3MX2," *SEMNASTEK UISU* , pp. 174 - 177, 2019.