

Sistem Kerja Rangkaian Kontrol Star Delta Pada Motor 3 Fasa

Faiz Addawami

Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

Email: 2284200017@untirta.ac.id

Ananda Yhuto Wibisono Putra

Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

Email: wyhuto@untirta.ac.id

Korespondensi penulis: 2284200017@untirta.ac.id

Abstract. *Technological developments in the current era are developing very fast, one of which is in the industrial sector. In Indonesia, the industry is experiencing rapid technological progress, both large and small industries, various technologies have emerged, from newly discovered technologies to previous technological developments. An induction motor is a motor that uses a magnetic field to convert electrical energy into kinetic energy and has a slip between the stator magnetic field and the motor's magnetic field. Three-phase motors have features that can be addressed in several installations, one of which is a simple and accessible multi-system (Δ) star (Y)-delta (Δ) drive system. This study aims to determine the working system on a star delta with a three-phase motor. The research method used is an experimental method with a descriptive qualitative approach. The results and discussion in this study is to design a control system with several buttons such as star, delta and off. Where the realization results in the motor rotation circuit will experience a higher speed when pressed the delta button. So in conclusion these buttons can adjust the rotation speed of the induction motor from minimum to maximum.*

Keywords: *Delta, 3 Phase Motor, Star*

Abstrak. Perkembangan teknologi di era sekarang berkembang sangat cepat salah satunya di bidang industri. Di Indonesia industri mengalami kemajuan teknologi yang pesat, baik industri besar maupun kecil, berbagai teknologi bermunculan, dari teknologi yang baru ditemukan hingga perkembangan teknologi sebelumnya. Motor induksi adalah motor yang menggunakan medan magnet agar dapat mengubah energi listrik menjadi energi kinetik serta memiliki slip antara medan magnet stator dan medan magnet motor. Motor tiga fasa memiliki fitur yang dapat diatasi dalam beberapa instalasi, salah satunya adalah sistem penggerak bintang (Y)-delta multi sistem (Δ) yang sederhana dan dapat diakses oleh semua orang. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sistem kerja pada star delta dengan motor tiga fasa. Metode penelitian yang digunakan yaitu metode eksperimen dengan menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif. Sehingga hasil dan pembahasan pada penelitian ini yaitu dengan merancang sistem kontrol dengan beberapa tombol seperti star, delta dan off. Dimana hasil realisasinya pada rangkaian putaran motor akan mengalami kecepatan yang lebih tinggi ketika ditekan tombol delta. Jadi kesimpulannya tombol-tombol tersebut dapat mengatur kecepatan putaran motor induksi dari minimum hingga maksimum.

Kata kunci: Delta, Motor 3 Fasa, Star

LATAR BELAKANG

Perkembangan teknologi di era sekarang mengalami perubahan yang sangat cepat. Dengan begitu perkembangan teknologi mulai bermunculan dengan berbagai teknologi, dari teknologi yang baru hingga teknologi sebelumnya yang terus dikembangkan (Y. Kurniawan, 2017). Salah satu teknologi yang mengalami kemajuan yaitu pada teknologi industri. Di Indonesia industri mengalami kemajuan dan pertumbuhan yang pesat, baik besar maupun kecil (Evalina et al., 2018). Dengan demikian, akibat kemajuan teknologi tersebut dibutuhkan listrik yang memadai untuk menggerakkannya.

Listrik adalah suatu kebutuhan mendasar dalam setiap aspek kehidupan manusia di dunia ini, mulai dari kebutuhan domestik dan komersial hingga kebutuhan industri. Listrik merupakan bagian penting dari menjalankan mesin-mesin pabrik. Salah satu energi listrik yang dilakukan untuk menggerakkan mesin yaitu motor induksi. Motor induksi ialah motor yang menggunakan medan magnet yang bisa mengubah energi listrik menjadi energi kinetik dan memiliki slip antara medan magnet stator serta medan magnet motor (Rinto et al., n.d.).

Motor induksi adalah motor yang paling umum di industri. Motor induksi yaitu keseluruhan energi yang mencapai 30% yang mana jenis motor arus bolak-balik yang sering digunakan di industri (Muhammad et al., 2021). Motor induksi yang sering kita jumpai di pabrik adalah motor induksi tiga fasa berdaya tinggi. Dibandingkan dengan jenis motor lainnya, motor tiga fasa merupakan jenis motor yang paling banyak digunakan pada industri besar maupun kecil. Dalam jenis induksi motor tiga fasa memiliki 2 tipe utama diantaranya *squirrel cage induction motor* dan *slip ring induction motor* (Fajar pujiyanto, 2022). Dari segi teknis dan ekonomis, hal ini dimungkinkan karena keunggulan motor ini. Meskipun motor listrik memiliki kelebihan, namun juga memiliki kekurangan, yaitu kesulitan dalam pengaturan kecepatan, arus *start* yang besar, dan faktor daya yang rendah terutama pada beban ringan (Sumanjaya et al., 2015). Motor induksi tiga fasa beroperasi pada sistem tegangan tiga fasa serta banyak digunakan di berbagai bidang industri, terutama menggunakan motor arus bolak-balik (ac) yang paling banyak digunakan di industri, sedangkan motor induksi satu fasa beroperasi pada tegangan satu fasa. Sistem ini banyak digunakan dalam sistem tegangan fase pompa air, mesin cuci, kipas angin dan peralatan rumah tangga lainnya (Elo, 2020). Kontrol kecepatan motor induksi tiga fasa dapat dilakukan dengan beberapa cara, salah satunya adalah: Kontrol skalar yang disebut juga dengan kontrol tegangan/frekuensi (v/f). Motor tiga fasa memiliki fitur yang dapat diatasi dalam beberapa instalasi, salah satunya adalah sistem

penggerak bintang (Y)-delta multi sistem (Δ) yang sederhana dan dapat diakses oleh semua orang. Selain itu, motor tiga fasa telah mengembangkan teknologi industri yang membutuhkan sistem kontrol yang murah, jarak jauh (*real-time*) dan mudah dikendalikan. Oleh karena itu, tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat suatu sistem pengaturan *plant* yaitu *setting* dan *starting motor* tiga fasa star (Y)-delta (Δ) yang dikendalikan PC menggunakan sistem pengasutan bintang (Y)-delta (Δ) (Sumanjaya et al., 2015).

KAJIAN TEORITIS

1. Sistem Pengasutan Motor Induksi Tiga Fasa Metode Star-Delta (Y- Δ)

Star delta merupakan suatu sistem pada *starting* motor yang sering dimanfaatkan sebagai *starting* motor induksi 3 fasa. Pada star delta ini memiliki metode dalam motor induksi 3 fasa yaitu metode pengasutan agar meminimalkan tegangan yang akan masuk ke dalam kumparan motor. Salah satu motor induksi yang bisa dimanfaatkan ke dalam satuan ikatan star delta yang memiliki 6 buah terminal serta tidak bisa dimanfaatkan dengan cara bersamaan. Sehingga star (Y) digunakan pada awal motor bekerja serta saat motor sudah maksimal sesuai kecepatan sekitar 80% maka hubungan star dapat diubah menjadi hubungan delta (Δ). Dari star itu, tegangan semua fasa diturunkan sebesar $1/3$ dari 57,7% tegangan sumber serta arus sumber tersebut dapat dikurangi sekitar $1/3$. Selain itu, motor induksi 3 fasa memiliki keuntungan menggunakan ikatan star delta yaitu arus hubungan star memiliki minimum terhadap arus hubungan delta, maka dapat menurunkan besarnya arus start motor yang mendekati 7 kali arus nominal dan torsi motor bisa dipertahankan (Kusmantoro & Nuwolo, 2015).

2. Motor Induksi Tiga Fasa

Motor listrik memilih kegunaan sebagai pengubah energi listrik menjadi energi mekanik yang berupa tenaga putar. Selain itu, motor listrik memiliki 2 komponen yang paling penting diantaranya stator artinya komponen yang diam serta rotor artinya komponen yang berputar. Dengan demikian pada motor AC, kumparan rotor tidak dapat menerima energi listrik secara langsung, namun bisa secara induksi seperti yang terjadi pada energi kumparan transformator. Maka dari itu motor AC umumnya diketahui sebagai motor induksi. Sehingga bisa dilihat dari konstruksi yang kuat dan kokoh serta kesederhanaannya (Reza & Jannah, 2021).

Menurut Harahap (2016), terdapat beberapa kelebihan motor induksi tiga fasa diantaranya mempunyai konstruksi yang paling simpel serta kuat terutama motor induksi rotor sangkar, harganya yang murah, mempunyai efisiensi yang tinggi, dan tidak menggunakan sikat maka dapat diketahui faktor gesekan yang bisa dihindari dan perawatannya yang lebih mudah.

Tetapi motor induksi juga memiliki kekurangan diantaranya jika dibandingkan dengan mesin lainnya seperti *settingan* kecepatannya tidak bisa dilakukan tanpa adanya penurunan efisiensi, putaran pada motor akan terus mengalami penurunan seiring dengan adanya peningkatan beban yang dipikul, serta dapat mempunyai arus *start* yang besar. Motor induksi mempunyai 2 komponen/bagian yang penting, kedua komponen/bagian tersebut yaitu:

- a. Stator (bagian yang diam)
- b. Rotor (bagian yang bergerak)

3. Prinsip Kerja Motor Induksi 3 fasa

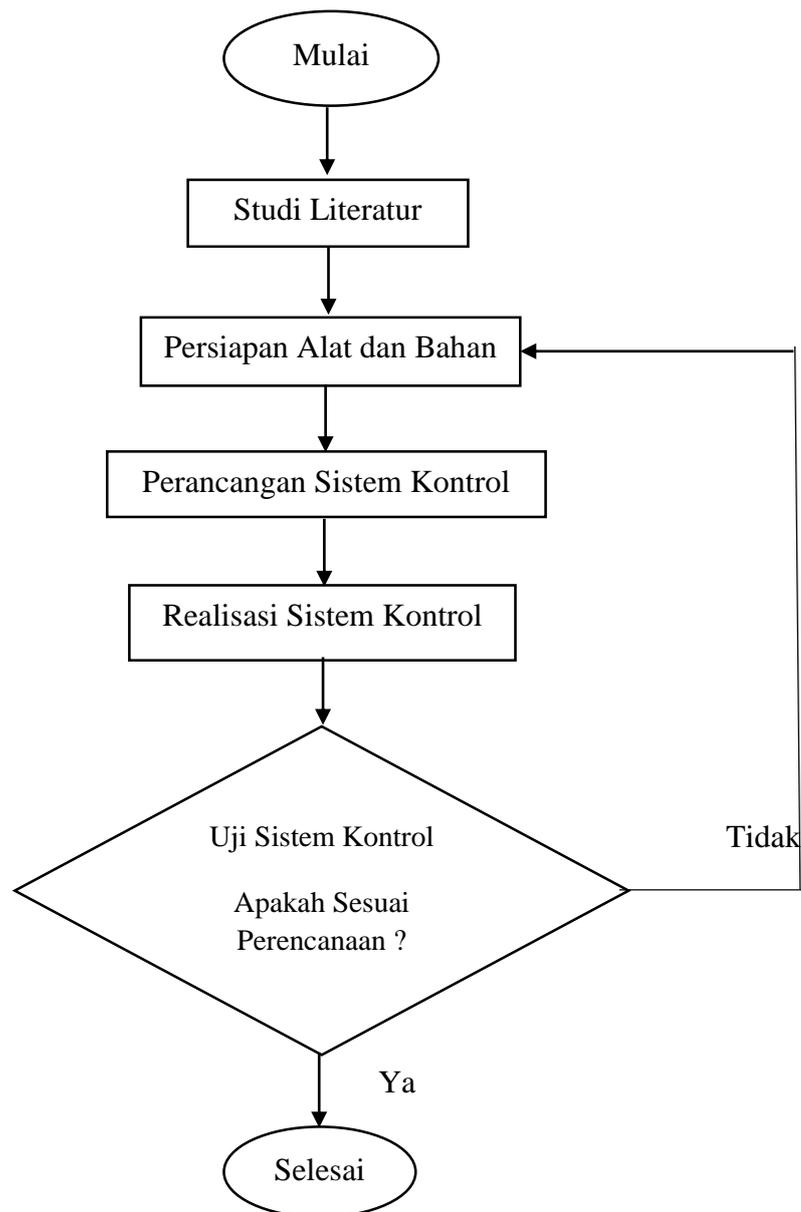
Motor Induksi merupakan motor yang paling banyak kita jumpai dalam industri (Suryani, 2020). Pada motor induksi mempunyai beberapa parameter yang bersifat non-linier, khususnya resistansi rotor, yang dapat memiliki nilai bermacam-macam supaya dapat operasi yang berbeda. Hal ini pengaturan motor induksi akan lebih rumit jika dibandingkan dengan motor DC (Suda et al., 2021). Motor induksi biasanya digunakan pada kehidupan sehari-hari yang dapat diklasifikasikan menjadi 2 kategori, diantaranya motor induksi satu fasa serta motor induksi tiga fasa ('Adli, 2018).

Motor ini memiliki prinsip kerja yang pada dasarnya gelombang induksi elektromagnetik pada stator yang ada di rotor. Garis gaya fluks menjadi induksi dari adanya stator yang dapat memotong kumparan rotor tersebut maka dapat mengeluarkan emf. Penghantar rotor merupakan ikatan yang ditutup, maka akan mengalir arus dalam rotor (Putra N et al., 2021). Pada dunia manufaktur, motor induksi dimanfaatkan sebagai penggerak utama alat-alat produksi seperti *conveyor*, pompa dan lain sebagainya (Aditya & Utomo, 2020). Arus pada tiap fasa menghasilkan fluksi bolak-balik yang berubah-ubah. Amplitudo fluksi yang dihasilkan berubah secara sinusoidal dan arahnya tegak lurus terhadap belitan fasa (Novianto et al., 2022).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian eksperimental dengan pendekatan kualitatif. Pada penelitian ini dilakukan percobaan perancangan sistem kontrol start delta dengan menggunakan teknik pengumpulan data secara studi literatur yang dilakukan sesuai dengan analisis kebutuhan alat dan bahan atau dalam perancangan sistem kontrol yang diujicobakan. Selanjutnya, dilakukan pengamatan (observasi) yang bertujuan untuk mengamati komponen serta perancangan sistem kontrol yang diuji. Kemudian tahapan berikutnya adalah pengujian

langsung di Balai Besar Pelatihan Vokasional dan Produktivitas Serang yang bertujuan untuk menganalisis keberhasilan sistem kontrol start delta yang telah dibuat. Lalu, data yang telah didapatkan dari hasil eksperimen tersebut dianalisis dengan menggunakan teknik deskriptif kualitatif. Teknik deskriptif kualitatif ini digunakan untuk mendeskripsikan semua rangkaian alur penelitian yang dimulai dari analisis kebutuhan alat dan bahan, Perancangan sistem kontrol, realisasi sistem kontrol, hingga hasil pengujian sistem kontrol. Untuk diagram alir pada penelitian ini sebagai berikut:



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Dalam penelitian ini diperlukan beberapa alat dan bahan antara lain:

Alat:

1. Stenley VDE Set Obeng
2. Stenley 84-011 Set Tang
3. Tang Pengupas dan Pemotong Kabel
4. Multimeter Digital

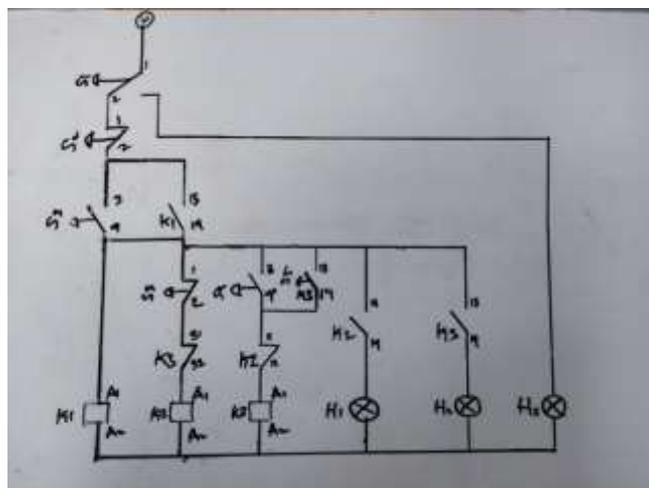
Bahan:

1. Box Panel
2. Kabel NYAF 1.5mm 3 Warna
3. Skun Y 1,5mm (Sepatu Kabel)
4. MCB 1 Fasa C6 dan 3 Fasa C16
5. Kontaktor 3 Buah tipe LC1D18
6. *Thermal Overload Relay* LDR22 16A – 24A
7. *Emergency Push Button*
8. Lampu 6 Buah (2 Hijau, 2 Merah, dan 2 Kuning)
9. Push Button 3 Buah
10. Terminal Sambungan 2 Buah
11. Motor Induksi 3 Fasa 0,75 KW, 220/ 380 VAC

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan di Balai Besar Pelatihan Vokasional Dan Produktivitas. Dengan merangkai sistem kerja pada star delta berawal dari perancangan sistem kontrol, realisasi sistem kontrol hingga mendapatkan hasil realisasi sistem kontrol.

1. Perancangan Sistem Kontrol



Gambar 2. Rangkaian sistem kontrol

Rangkaian star adalah perangkat listrik tiga fasa yang terdiri dari tiga bagian (misalnya belitan) yang disusun dengan cara yang sama seperti huruf Y, dengan ujung-ujungnya dihubungkan sebagai garis dan bagian netral di tengah. Sirkuit delta adalah perangkat listrik tiga fasa yang terdiri dari tiga bagian yang sama (misalnya belitan) yang disusun dalam segitiga dengan ujung-ujungnya terhubung dalam garis tanpa netral. Jika ingin mendapatkan kabel netral biasanya diambil dari *ground*, asalkan sumber tegangannya juga di *ground* (Setiawan, 2020).

Maka dapat dilihat pada rangkaian di atas bahwa suatu komponen yang dipakai dalam menghidupkan rangkaian yaitu S3 (pb 3). Namun sebaliknya, jika komponen yang dipakai untuk membuat rangkaian mati ialah S2 (pb 2). Dengan demikian, prinsip kerjanya yaitu jika tombol pada S3 ditekan maka akan menghidupkan K1, K2, dan H1. Sehingga kontak bantu pada K1 digunakan sebagai alat pengunci, jadi walaupun S3 dilepas atau dimatikan akan membuat K1, K2, dan H1 tetap hidup. Prinsip kerja demikianlah yang disebut dengan konfigurasi STAR.

Setelah konfigurasi star berjalan, lalu menekan tombol S4 sebagai tombol *stop* dan mematikan konfigurasi star, setelah menekan tombol S4, lalu menekan tombol S5 yang akan menyebabkan K3 aktif serta kontak bantu dari K3 berfungsi sebagai pengunci dan menyalakan lampu H2. Konfigurasi delta-lah yang bekerja pada sistem kerja motor ini.

2. Realisasi Sistem Kontrol

Pada dasarnya motor induksi 3 fasa aslinya memiliki prinsip kerja yang paling sederhana. Dengan penjelasannya bila sumber tegangan sumber 3 fasa disalurkan pada kumparan stator, maka akan muncul medan putar dengan kecepatan tertentu (Siburian et al., 2020). Untuk realisasi pada sistem kontrol star delta menggunakan motor 3 fasa, sumber dari rangkaian ini menggunakan tegangan listrik AC. Jadi Semua alat berfungsi untuk saling terhubung dan menjalankan dengan sistem yang saling mendukung pada start delta kemudian terdapat komponen-komponen yang bisa mengubah kecepatan atau memvariasikan kecepatan mulai dari kecepatan minimum hingga kecepatan maksimum.



Gambar 3. Foto sistem kendali motor 3 fasa yang telah direalisasikan

Gambar 3 merupakan hasil realisasi sistem kendali menggunakan motor 3 fasa. Sistem di atas terdiri dari beberapa komponen yaitu panel kontrol, MCB 1 Fasa C6, MCB 3 Fasa C16, 3 Kontaktor tipe LC1D18, *Thermal Overload Relay* LDR22 16A – 24A. Seperti yang telah dilihat sistem tersebut saling berhubungan dan menjalankan fungsinya sebagai sistem. Pada gambar 3 terlihat komponen yang digunakan untuk menyalakan rangkaian yaitu dengan menekan tombol *push button* 3 (pb3). Tapi, jika komponen yang digunakan adalah untuk membuat rangkaian mati, maka tekan tombol *push button* 2 (pb2). Dengan demikian, pada dasarnya prinsip kerja tombol-tombol tersebut adalah *push button* 3 untuk menghidupkan kontaktor 1, kontaktor 2, dan lampu 1 (H1). Sehingga kontak bantu pada Kontaktor 1 berfungsi untuk mengunci. Namun, walaupun *push button* 3 itu dilepas atau dimatikan maka akan membuat kontaktor 1, kontaktor 2, dan lampu 1 tetap hidup. Jadi, dasar konfigurasi star itu bisa dilihat dari prinsip kerja tersebut. Lalu konfigurasi star tersebut berjalan dengan cara menekan tombol *push button* 4 sebagai tombol untuk mematikan konfigurasi star. Kemudian tombol *push button* 5 untuk mengaktifkan Kontaktor 3 yang berfungsi sebagai pengunci serta menyalakan lampu 2 maka sistem kerja motor ini dikerjakan oleh konfigurasi delta.

3. Hasil Realisasi Sistem Kontrol

Pada sistem kontrol ini, putaran motor induksi bergerak secara ke depan saja. Jika tombol delta ditekan kemudian disalurkan ke magnetik kontaktor delta, maka motor akan bergerak lebih cepat. Tapi pada saat pertama, motor bisa bekerja dengan menggunakan hubungan star (Y) sedangkan ketika motor mengalami kecepatan mencapai 80% dari kecepatan maksimalnya, maka star diubah menjadi hubungan delta (Δ) saling berkaitan (A. Kurniawan & Yandri, 2020).

Pada putaran star delta ini biasanya pada motor induksi memiliki 3 fasa yang dimana prinsip kerja sederhana. Bila sumber tegangan sumber 3 fasa disalurkan pada kumparan stator, maka akan muncul medan putar dengan kecepatan tertentu. Motor induksi tiga fasa sebagai pekerja keras utama sebagai penggerak proses manufaktur dan produksi di industri (Putra, Arie Sukma; Setya Putra; Sukmadi, Tejo; Handoko, 2014).

Pada sistem tersebut ketika *push button* ditekan maka akan mengaktifkan seluruh rangkaian sistem kerja pada putaran motor. Ketika motor induksi bekerja secara *start* maka pada putaran motor akan maju secara perlahan ke depan, kemudian jika tombol delta ditekan maka pada putaran motor mengalami kecepatan dari putaran sebelumnya.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian, maka dapat disimpulkan bahwa pada motor induksi memiliki 3 tombol yaitu star, delta dan *off*. Dimana putaran pada motor induksi ini bergerak hanya ke depan saja dengan beberapa kecepatan yang diinginkan seperti pada tombol star ketika ditekan hanya bergerak secara perlahan, kemudian ketika ditekan tombol delta akan mengalami peningkatan kecepatan yang sangat cepat. Pada dasarnya motor induksi memiliki prinsip kerja yang sederhana yaitu jika sumber tegangan sumber 3 fasa disatukan pada kumparan stator, maka akan sering muncul di medan putar dengan kecepatan yang ditentukan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Saya ucapkan terima kasih kepada pihak Balai Besar Pelatihan Vokasional Dan Produktivitas kota Serang, dosen pembimbing dan jurusan Pendidikan Vokasional Teknik Mesin serta Universitas Sultan Ageng Tirtayasa yang telah mendukung saya dalam praktik industri serta penelitian ini merupakan hasil penelitian yang saya lakukan selama 40 hari.

DAFTAR REFERENSI

- ‘Adli, M. S. (2018). *STUDI PENGKAJIAN PERFORMA MOTOR INDUKSI TIGA FASA DUAL VOLTAGE FEEDBACK TIPE NO. 250 DI LABORATORIUM LISTRIK DAN OTOMASI KAPAL UNTUK PENERAPAN BOW THRUSTER PADA KAPAL. 250.*
- Aditya, A. W., & Utomo, R. M. (2020). Pemodelan State Space Motor Induksi Tiga Fasa Sebagai. *Jurnal Teknologi UMJ*, 12(1), 39–48.
- Elo, Y. La. (2020). *Simulasi Kontrol Motor Y- Δ Menggunakan Lampu Berbasis PLC.* 3(1), 9–14.
- Evalina, N., Azis, A. H., & Zulfikar. (2018). Pengaturan Kecepatan Putaran Motor Induksi 3

- Fasa Menggunakan Programmable logic controller. *Journal of Electrical Technology*, 3(2), 73–80.
- Fajar pujiyanto, E. D. (2022). Analisis Perubahan temperatur induksi motor 3 phase berbasis fuzzy inference system (fis). *Saintek Maritim*, 23(8.5.2017), 2003–2005.
- Harahap, P. (2016). Pengaruh Jatuh Tegangan Terhadap Kerja Motor Induksi Tiga Fasa Menggunakan Simulink MATLAB. *Media Elektrika*, 9(2), 1–18.
- Kurniawan, A., & Yandri, W. (2020). Operasi Motor Listrik Dengan Sistem Kendali Star Delta Menggunakan Plc Zelio Sr3B101Fu. *Jurnal. Ensiklopediaku.Org*, 2(5), 1–6.
- Kurniawan, Y. (2017). Analisis Pengaruh Penggunaan Sistem Star Delta Dengan Rangkaian Manual Dan Plc Pada Motor Listrik 3 Fasa. *Simki-Techsain*, 01(03), 1–14.
- Kusmanto, A., & Nuwolo, A. (2015). Pengendali Star Delta Pada Pompa Deep Well 3 Fasa 37 Kw Dengan Plc Zelio Sr3B261Fu. *Media Elektrika*, 8(2), 1–11.
- Muhammad, M., Yuniarti, E., Sofiah, S., Saputra, A., & Pani, A. (2021). Performa Motor Induksi Satu Fasa Sebagai Penggerak Mesin Pengering. *Jurnal Tekno*, 18(2), 1–10. <https://doi.org/10.33557/jtekn.v18i2.1469>
- Novianto, D., Zondra, E., & ... (2022). Analisis Efisiensi Motor Induksi Tiga Fasa Sebagai Penggerak Vacuum Di PT. Pindo Deli Perawang. *SainETIn: Jurnal Sains ...*, 4(2), 73–80. <https://doi.org/10.31849/sainetin.v6i2.9734>
- Putra, Arie Sukma; Setya Putra; Sukmadi, Tejo; Handoko, S. (2014). Analisa Daya Motor Induksi 3 Fasa Pada Operasi Intermittent Dengan Variasi Periode Pembebanan. *Transient*, 3(4).
- Putra N, I. putu, Arta Wijaya, I. W., & Suartika, I. M. (2021). 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*, 8(4), 103–109.
- Reza, M., & Jannah, M. (2021). *Analisa Pengoperasian Motor Induksi Satu Fasa*. 10, 35–41.
- Rinto, D., Yantoro, Y., & Riyadi, T. (n.d.). *PENGEDALIAN MOTOR LISTRIK 3 PHASA HUBUNGAN BINTANG SEGITIGA (STAR DELTA) SECARA OTOMATIS Motor listrik tiga fasa memiliki karakteristik arus awal yang besar namun hal ini dapat diatasi dengan beberapa metode pengaturan , salah satunya adalah dengan sys*. 09, 1–4.
- Setiawan, A. (2020). Analisis Korsleting Listrik Rangkaian Kontrol Star Delta 380V Pada Panel Motor Listrik Pompa Analisis Korsleting Listrik Rangkaian Kontrol Star Delta 380V Pada Panel Motor Listrik Pompa. *Officers, Electro Technical Iii, Program Diploma Surabaya, Politeknik Pelayaran*, 1(1), 10–14.
- Siburian, J., Jumari, & Simangunsong, A. (2020). Studi Sistem Star Motor Induksi 3 Fasa Dengan Metode Star Delta Pada Pt . Toba Pulp Lestari Tbk. *Teknologi Energi Dua*, 9(2), 84–85.
- Suda, K. R. S., Purwanto, E., Sumantri, B., Fakhruddin, H. H., Muntashir, A. A., & Rusli, M. R. (2021). Pengaturan Kecepatan Motor Induksi 3 Fasa Dengan Menggunakan Pemodelan Sistem (Dtc) Direct Torque Control. *Jurnal Pendidikan Teknologi Dan Kejuruan*, 18(2), 237–248.
- Sumanjaya, R., Elektro, F. T., Telkom, U., & Skalar, K. (2015). Perancangan Simulasi Sistem Kontrol Kecepatan Motor Induksi 3 Fasa Dengan Metode Kontrol Skalar. *EProceedings of Engineering*, 2(3), 1–8.
- Suryani. (2020). Sistem Pengontrolan Mi3F Dengan Tiga Kecepatan Berbasis Plc. *Vertex Elektro*, 12(01), 37–47.