PERANCANGAN SOFT STARTING PADA MOTOR INDUKSI SATU FASA MENGGUNAKAN ARDUINO

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Kurikulum Pada Tingkat Sarjana
Strata-1 Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Tridinanti

Oleh :
RIYO DZULKARNAIN
2002230018

FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS TRIDINANTI
2026

PERANCANGAN SOFT STARTING PADA MOTOR INDUKSI SATU FASA MENGGUNAKAN ARDUINO

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Kurikulum Pada Tingkat Sarjana
Strata-1 Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Tridinanti

Oleh :
RIYO DZULKARNAIN
2002230018

FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS TRIDINANTI
2026

PERANCANGAN SOFT STARTING PADA MOTOR INDUKSI SATU FASA MENGGUNAKAN ARDUINO

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Kurikulum Pada Tingkat Sarjana
Strata-1 Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Tridinanti

Disusun Oleh :
RIYO DZULKARNAIN
2002230018

FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS TRIDINANTI
2026

HALAMAN PENGESAHAN

Nama	**: Riyo Dzulkarnain**
NIM	**: 2002230018**
Program Studi	**: Teknik Elektro**
Fakultas	**: Teknik**
Jenjang Pendidikan	**: Starta-1 (1)**
Judul Skripsi	**: Perancangan *Soft Starting* Pada Motor Satu Fasa Menggunakan Arduino**

Disetujui Oleh :

Pembimbing I,

Moh. Wahyu A., ST., M.T.

Pembimbing II,

Muhni Pamuji., ST., M.M.

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik,

Dr. Ani Firda, S.T., M.T.

Ketua Program Studi
Teknik Elektro

Moh. Wahyu A., ST., M.T.

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Riyo Dzulkarnain

NIM : 2002230018

Program Studi : Teknik Elektro

Fakultas : Teknik

Judul Skripsi : Perancangan *Soft Starting* Pada Motor Satu Fasa Menggunakan Arduino

Dengan ini menyatakan :

1. Tugas Akhir dengan judul tersebut diatas adalah murni hasil karya saya sendiri, bukan hasil plagiat, kecuali yang tertulis dikutip dalam naskah tugas akhir ini disebut dengan referensi serta dimasukkan dalam daftar pustaka.
2. Apabila dikemudian hari penulisan Tugas Akhir orang lain, terbukti merupakan hasil plagiat atau jiplak dari Tugas Akhir karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggung jawabkan serta menerima Sanksi Hukum Berdasarkan Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 2003 Tentang "Sistem Pendidikan Nasional'' Pasal 70 yang berbunyi: Lulusan Yang Karya Ilmiah Yang Digunakan Untuk Mendapatkan Gelar Akademik Profesi Atau Vokalis Bagaimana Dimaksud Dalam Pasal 25 ayat 2 (dua) terbukti merupakan jiplakan, dipidana dengan penjara paling lama 2 tahun atau pidana denda paling banyak Rp.200.000.000,- (Dua ratus juta rupiah). Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak dipaksakan.

Palembang, Februari 2026

Penulis,

(Riyo dzulkarnain)

Dipindai dengan CamScanner

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT, berkat rahmat dan hidayah nya, penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul "Perancangan *Soft Starting* Pada Motor Induksi Satu Fasa Menggunakan Arduino". Skripsi ini diajukan untuk memenuhi persyaratan dalam menempuh derajat Sarjana S-1 Program Studi Teknik Universitas Tridinanti.

Pada kesempetan ini, mengucapkan terima kasih kepada :

1. Allah SWT yang senantiasa memberikan kemudahan dan kelancaran dalam menyelesaikan skripsi ini.
2. Nabi Muhammad SAW sebagai utusan Allah SWT yang memberikan teladan dalam menjalani kehidupan.
3. Kedua orang tua yang telah mendidik dengan baik, terima kasih atas doa, cinta kasih dan sayang yang selalu diberikan dengan tulus.
4. Bapak Prof. Dr. Ir. H. Edizal. AE, MS, selaku Rektor Universitas Tridinanti
5. Ibu Dr. Ani Firda, S.T., M.T, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Tridinanti
6. Bapak Moh. Wahyu Aminullah, ST., M. T , selaku Dosen Pembimbing I dan Ketua Program Studi Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Tridinanti.
7. Bapak Muhni Pamuji, ST., M. T, selaku Dosen Pembimbing II
8. Staf Dosen Pengajar dan Pegawai Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tridinanti.
9. Seluruh pihak yang telah membantu penulis dalam menyusun skripsi ini, yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

10. Kepada Widia Kurnia Sari yang telah memberikan semangat,dukungan, dan bantuan selama proses penyusunan skripsi ini.
11. Kepada teman saya Adit yang telah membantu pembuatan alat ini.
12. Kepada teman-teman PANTI (Pasukan Tim Inovasi) yang selalu menemani bermalaman selama proses penyusunan skripsi ini.

Akhir kata, penulis ucapkan terima kasih. Semoga bantuan dan partisipasi pihak-pihak yang terlibat mendapatkan balasan dari Allah SWT.

Palembang, Februari 2026

Penulis,

Riyo Dzulkarnain

HALAMAN PERSEMBAHAN

“Skripsi bukan tentang siapa yang paling pintar, tapi siapa yang paling bertahan.”

- Riyo dzulkarnain

Skripsi ini saya persembahkan kepada :

Kedua orang tua saya, Bapak Madi Santoso dan Ibu Linas Lismiani. Terimakasih atas doa, bantuan, semangat dan dukungan yang diberikan selama ini.

1. Kepada Widia Kurnia Sari yang telah memberikan semangat,dukungan, dan bantuan selama proses penyusunan skripsi ini.
2. Kepada teman saya Adit telah membantu pembuatan alat ini
3. Kepada teman-teman PANTI (Pasukan Tim Inovasi) yang selalu menemani bermalaman selama proses penyusunan skripsi ini.
4. Seluruh Dosen dan Pegawai Fakultas Teknik Universitas Tridinanti
5. Almamater Kebanggaan (Universitas Tridinanti)

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan menguji sistem *soft starting* pada motor induksi satu fasa berbasis Arduino Nano guna mengurangi lonjakan arus awal (*inrush current*) saat proses pengasutan. Motor induksi satu fasa banyak digunakan pada aplikasi industri dan rumah tangga karena konstruksinya yang sederhana dan keandalannya, namun memiliki kelemahan berupa arus start yang tinggi ketika dioperasikan secara *Direct On Line* (DOL). Arus pengasutan yang besar dapat menurunkan kualitas daya, menimbulkan gangguan pada sistem kelistrikan, serta mempercepat penurunan umur motor.Metode *soft starting* diterapkan dengan mengatur sudut penyalaan TRIAC menggunakan sinyal *zero crossing detector* yang dikendalikan oleh Arduino Nano, sehingga tegangan suplai ke motor dinaikkan secara bertahap. Sistem ini dirancang menggunakan TRIAC BTA41 sebagai pengendali daya, optocoupler MOC3020 sebagai pemicu, serta rangkaian *zero crossing detector* sebagai referensi sinkronisasi gelombang AC.Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem *soft starting* yang dirancang mampu menurunkan arus awal secara signifikan dan memperhalus proses percepatan motor. Pada awal pengoperasian, motor menerima tegangan sekitar 90 V dengan arus sebesar 0,2 A. Tegangan meningkat secara bertahap hingga mencapai 224 V pada detik ke-10, disertai peningkatan kecepatan putar motor dari 1140 RPM hingga mendekati kecepatan nominal sebesar 2920 RPM. Dibandingkan dengan metode DOL yang menghasilkan arus awal rata-rata sebesar 6,23 A, penggunaan *soft starting* terbukti efektif dalam menekan lonjakan arus, meningkatkan kestabilan operasi, serta mengurangi kejutan mekanik pada motor.

Kata kunci: Arduino Nano, *Soft Starting, Zero Crossing,* Motor Induksi Satu Fasa, TRIAC

ABSTRACT

This research aims to design and test an Arduino Nano–based soft starting system for a single-phase induction motor in order to reduce the initial current surge (inrush current) during the starting process. Single-phase induction motors are widely used in industrial and household applications due to their simple construction and reliability; however, they have a drawback in the form of high starting current when operated using the Direct On Line (DOL) method. Excessive starting current can degrade power quality, cause disturbances in the electrical system, and accelerate the reduction of motor lifespan.The soft starting method is implemented by controlling the firing angle of a TRIAC using a zero crossing detector signal managed by the Arduino Nano, so that the supply voltage to the motor is increased gradually. The system is designed using a BTA41 TRIAC as the power controller, an MOC3020 optocoupler as the trigger, and a zero crossing detector circuit as a reference for AC waveform synchronization.The test results show that the designed soft starting system is able to significantly reduce the initial current and smooth the motor acceleration process. At the initial operation, the motor receives a voltage of approximately 90 V with a current of 0.2 A. The voltage increases gradually until it reaches 224 V at the 10th second, accompanied by an increase in motor rotational speed from 1140 RPM to a value close to the nominal speed of 2920 RPM. Compared to the DOL method, which produces an average starting current of 6.23 A, the use of the soft starting system is proven to be effective in suppressing current surges, improving operational stability, and reducing mechanical shock to the motor.

Keywords: single-phase induction motor, soft starting, Arduino Nano, zero crossing detector, TRIAC.

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN PENGESAHAN II
HALAMAN PERNYATAAN III
KATA PENGANTAR IV
HALAMAN PERSEMBAHAN VI
ABSTRAK VII
ABSTRACT VIII
DAFTAR ISI IX
DAFTAR TABEL XI
DAFTAR GAMBAR XII

BAB I PENDAHULUAN 1
1.1. Latar Belakang 1
1.2. Rumusan Masalah 2
1.3. Batasan Masalah 2
1.4. Tujuan Penelitian 2
1.5. Sistematika Penulisan 3

BAB II KAJIAN PUSTAKA 4
2.1. Landasan Teori 4
2.1.1. Motor Induksi 4
2.1.2. Prinsip Kerja Motor Induksi 4
2.1.3. Soft Starting 7
2.1.4. Zero Crossing Detector 9
2.1.5. Arduino Nano 10
2.1.6. BTA41 TRIAC 11
2.1.7. Mosfet FR120N atau D4184 12
2.1.8. MOC3020 13
2.1.9. Trafo (Transformator) 14
2.1.10. Penelitian Terdahulu 16

BAB III METODE PENELITIAN 18
3.1 Metode Penelitian 18
3.1.1. Jadwal Penelitian 18
3.1.2. Tahap Penelitian 18
3.1.3. Diagram Alir Penelitian 19
3.1.4. Perancangan Mekanik 19
3.1.5. Diagram Block Sistem Soft Starting 20
3.1.6. Sistem Kerja *Zero Crossing Detector* 22
3.1.7. Sistem Kerja Soft Starting 24
3.1.8. Alat dan Bahan Penelitian 25
3.1.9. Spesifikasi Motor 26
3.1.10. Program dari Alat ke Arduino Nano 26
3.1.11. Spesifikasi Alat Soft Starting 26

BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISA 28
4.1. Hasil Perancangan Rangkaian Alat *Soft Starting* 28
4.2. Hasil Pengujian Rangkaian Zero Crossing Detector 30
4.3. Pengujian Gelombang Output Rangkaian *Soft Starting* 31
4.3.1. Gelombang Sinus Rangkaian Soft Starting (3 sec) 31
4.3.2. Gelombang Sinus Rangkaian Soft Starting (7 sec) 32
4.3.3. Gelombang Sinus Rangkaian Soft Starting (10 sec) 32
4.4. Hasil Perbandingan Penggunaan Motor Pompa Air .....
menggunakan Soft Starting dan Tanpa Soft Starting 36

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN 39
5.1. Kesimpulan 39
5.2. Saran 39

DAFTAR PUSTAKA 41

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu 16
Tabel 4 1 Hasil Output Alat Soft Starting Motor Pompa Air 33
Tabel 4 2 Hasil Pengujian Motor Satu Fasa Hubung Langsung (DOL) 37

DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 2. 1 (a) Rangkaian Ekivalen Motor Induksi 1 Fasa. .....
(b) Rangkaian Pengganti Motor..... 6
Gambar 2. 2 Kontruksi Motor Induksi Satu Fasa Dengan Rotor Sangkar..... 6
Gambar 2. 3 Torsi Arah Maju dan Torsi Arah Mundur..... 7
Gambar 2. 4 Arduino Nano..... 11
Gambar 2. 5 BTA41..... 12
Gambar 2. 6 MOSFET D4184..... 13
Gambar 2. 7 MOC3020 14
Gambar 2. 8 Trafo 2 A..... 15
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian 19
Gambar 3. 2 Box Alat Soft Starting Motor 1 Fasa 20
Gambar 3. 3 Diagram Block Sistem Soft Starting..... 21
Gambar 3. 4 Rangkaian *zero crossing detector* 23
Gambar 3. 5 Pemograman Arduino 27
Gambar 4. 1 Tampilan Rangkaian skematik keseluruhan *Soft Starting* 28
Gambar 4. 2 Tampak Depan Box 29
Gambar 4. 3 Perakitan Seluruh Alat 29
Gambar 4. 4 Sinyal Output Hasil Pengujian Rangkaian Zero Crossing..... 30
Gambar 4. 5 Hasil Pengujian Gelombang Rangkaian Soft Starting (3 sec) 31
Gambar 4. 6 Hasil Pengujian Gelombang Rangkaian Soft Starting (7 sec) 32
Gambar 4. 7 Hasil Pengujian Gelombang Rangkaian .....
Soft Starting (10 sec)..... 32
Gambar 4. 8 Karakteristik Arus (A) terhadap Tegangan (V) 34
Gambar 4. 9 Karakteristik Arus (I) Terhadap Waktu (s)..... 35
Gambar 4. 10 Karakteristik Tegangan (U) Terhadap Waktu (s) 36
Gambar 4. 11 Karakteristik Arus DOL Terhadap waktu..... 37
Gambar 4. 12 Karakteristik Perbandingan Arus Soft Starting dan DOL..... 38

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Motor induksi merupakan alat yang paling banyak digunakan dalam industri besar maupun industri rumahan dikarenakan kontruksinya yang sederhana. Motor industri memiliki permasalahan yang sangat merugikan sistem, yaitu arus pengasutnya yang tinggi ketika di hidupkan secara langsung. Arus awal yang tinggi dapat memberikan dampak langsung terhadap kualitas daya pada sistem distribusi, antara lain penurunan tegangan sesaat (voltage sag),serta penurunan faktor daya sistem.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, diperlukan metode pengasutan yang mampu menurunkan arus awal secara bertahap. Salah satu metode yang digunakan adalah *Soft Starting*, yaitu pengasutan motor dengan mengatur tegangan dan arus masukan secara bertahap menggunakan rangkaian elektronika daya, sehingga putaran awal motor lebih terkendali dan arus pengasutan dapat ditekan.

Salah satu metode yang banyak dikembangkan untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah penggunaan *soft starting*, baik dengan komponen elektronika daya seperti TRIAC maupun dengan sistem kendali berbasis mikrokontroler seperti Arduino. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa penggunaan *soft starting* mampu menurunkan arus start secara signifikan,

memperbaiki kualitas daya, serta meningkatkan keandalan sistem penggerak motor induksi satu fasa.

Penelitian dilakukan untuk merancang dan menguji efektivitas sistem *Soft Starting* dalam menurunkan arus pengasutan dan memperbaiki karakteristik putaran motor dibandingkan pengasutan langsung.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan diatas, maka dapat dirumuskan suatu permasalahan antara lain:

1. Bagaimana perancangan sistem soft starting motor induksi satu fasa berbasis Arduino?
2. Apakah soft starting mampu menurunkan arus pengasutan awal dibandingkan metode DOL?
3. Bagaimana karakteristik tegangan dan putaran motor selama proses starting menggunakan sistem soft starting?

1.3. Batasan Masalah

Untuk memudahkan penyesunan tugas akhir dan supaya isinya tidak melebar serta merta lebih terarah,maka penulis membuat Batasan masalah untuk penulisan laporan ini. Batasan masalah yang akan penulis bahas adalah:

1. Analisa fokus pada respon awal motor induksi satu fasa (pompa air) tanpa beban dengan *Soft Starting*, menggunakan motor 220 V, 1,4 A, daya 200 W (output) / 550 W (input), 2900 rpm.
2. Komponen driver menggunakan TRIAC sebagai komponen untuk dilakukannya *Soft Starting* pada motor induksi satu fasa.
3. Pengujian dilakukan pada beban tertentu dan tidak mencakup variasi beban yang kompleks.

1.4. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan merealisasikan sistem soft starting motor induksi satu fasa berbasis Arduino, serta menurunkan arus pengasutan awal, memperbaiki karakteristik tegangan dan putaran motor, dan meningkatkan kualitas daya dibandingkan dengan metode pengasutan langsung (Direct On Line).

1.5. Sistematika Penulisan

Skripsi ini disusun dalam lima bab dengan sistematika penulisan sebagai berikut:

Bab I Pendahuluan

Bab ini berisi latar belakang penelitian, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, serta manfaat penelitian yang menjadi dasar dilaksanakannya penelitian.

Bab II Kajian Pustaka

Bab ini membahas teori-teori pendukung yang berkaitan dengan penelitian, meliputi motor induksi satu fasa, arus pengasutan (inrush current), metode *Soft Starting*, prinsip kerja TRIAC, zero crossing detector, mikrokontroler Arduino Nano, serta penelitian-penelitian terdahulu yang relevan.

Bab III Metode Penelitian

Bab ini menjelaskan tahapan penelitian yang dilakukan, meliputi perancangan sistem *Soft Starting*, perancangan perangkat keras (hardware), perancangan perangkat lunak (software), diagram blok sistem, flowchart program, serta metode pengujian sistem.

Bab IV Pengujian dan Analisa

Bab ini menyajikan hasil pengujian sistem *Soft Starting* pada motor induksi satu fasa. Pembahasan meliputi analisis tegangan, arus pengasutan, dan kinerja motor sebelum dan sesudah menggunakan *Soft Starting*, serta evaluasi kinerja sistem yang telah dirancang.

Bab V Kesimpulan dan Saran

Bab ini berisi kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian serta saran untuk pengembangan dan penyempurnaan sistem di masa mendatang.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Setiawan, A., & Kurniawan, D. (2018). Studi penggunaan motor induksi pada aplikasi industri. *Jurnal Teknik Elektro, 8*(2).

[2] Winardi, B., & Saputra, R. (2019). Analisis kinerja motor induksi pada beban industri. *Jurnal Energi dan Kelistrikan, 9*(1).

[3] Pratama, M. H., & Dermawan, E. (2019). Analisis prinsip kerja motor induksi satu fasa. *Jurnal Elektronika dan Tenaga Listrik, 6*(2).

[4] Rizki, M. F. S. (2019). Analisis Performansi Motor Induksi Satu Fasa Dengan Perbandingan Suplai Daya v/f Konstan Pada Blower Dengan Menggunakan Matlab. *Journal of Electrical and System Control Engineering*, *2*(2), 80-97.

[5] Nugroho, A., & Facta, M. (2020). Penerapan soft starter pada motor induksi satu fasa. *Jurnal Teknik Elektro, 10*(2).

[6] Saputra, R. A., & Winardi, B. (2020). Analisis pengaruh soft starting terhadap umur motor induksi. *Jurnal Energi dan Kelistrikan*, *11*(1).

[7] Pratama, M. H., & Dermawan, E. (2019). Pengendalian sudut penyalaan TRIAC pada soft starter motor induksi. *Jurnal Elektronika dan Tenaga Listrik, 7*(1).

[8] Tjahjono, A., & Nugroho, A. (2021). Implementasi zero crossing detector pada sistem soft starting. *Jurnal Teknik Elektro UNDIP, 11*(2).

[9] Nugroho, A., & Facta, M. (2020). Analisis zero crossing detector pada system kendali daya AC. *Jurnal Teknik Elektro, 10*(1).

[10] Saputra, R. A., & Winardi, B. (2021). Implementasi zero crossing detector pada soft starter motor induksi. *Jurnal Energi dan Kelistrikan, 11*(2).

[11] Pratama, M. H., & Dermawan, E. (2019). Perancangan zero crossing detector untuk pengendalian sudut penyalaan. *Jurnal Elektronika dan Tenaga Listrik, 7*(1).

[12] Tjahjono, A., & Nugroho, A. (2021). Studi penggunaan optocoupler pada zero crossing detector. *Jurnal Teknik Elektro UNDIP*, *12*(2).

[13] Hakim, M. F., & Purnomo, D. (2021). Peran zero crossing detector pada sistem soft starting motor induksi. *Jurnal Sistem Tenaga Listrik, 9*(2).

[14] Winardi, B., & Saputra, R. A. (2022). Pengaruh akurasi zero crossing detector terhadap harmonisa. *Jurnal Energi Elektrik, 13*(1).

[15] Nugroho, A., & Kurniawan, D. (2019). Pemanfaatan Arduino Nano sebagai sistem kendali elektronik. *Jurnal Teknik Elektro, 9*(1).

[16] Ramadhan, A. F., & Tjahjono, A. (2020). Implementasi Arduino Nano pada sistem soft starter motor induksi. *Jurnal Teknik Listrik, 11*(2).

[17] Pratama, M. H., & Dermawan, E. (2019). Analisis kinerja mikrokontroler ATmega328P pada sistem kendali. *Jurnal Elektronika dan Tenaga Listrik, 7*(2).

[18] Hakim, M. F., & Purnomo, D. (2021). Pengendalian sudut penyalaan TRIAC menggunakan Arduino Nano. *Jurnal Sistem Tenaga Listrik, 9*(1).

[19] Nugroho, A., & Facta, M. (2020). Penggunaan TRIAC sebagai pengendali daya pada sistem soft starter. *Jurnal Teknik Elektro, 10*(2).

[20] Wahyudi, I., & Wibowo, S. R. (2019). Karakteristik dan aplikasi TRIAC pada pengendalian beban AC. *Jurnal Rekayasa Elektrika, 14*(1).

[21] Hidayat, R., & Prakoso, Y. (2020). Analisis prinsip kerja TRIAC pada rangkaian pengendali daya. *Jurnal Teknologi Elektro, 7*(2).

[22] Nugroho, A., & Kurniawan, D. (2019). Analisis penggunaan MOSFET pada rangkaian elektronika daya. *Jurnal Teknik Elektro, 9*(2).

[23] Wahyudi, I., & Wibowo, S. R. (2019). Karakteristik MOSFET sebagai saklar elektronik. *Jurnal Rekayasa Elektrika, 14*(1).

[24] Pratama, M. H., & Dermawan, E. (2019). Analisis tegangan ambang MOSFET pada aplikasi switching. *Jurnal Elektronika dan Tenaga Listrik, 6*(2).

[25] Ramadhan, A. F., & Tjahjono, A. (2020). Interface mikrokontroler dan MOSFET pada sistem kendali. *Jurnal Teknik Listrik, 11*(1).

[26] Setiawan, A., & Santoso, H. (2018). Analisis penggunaan optocoupler pada sistem elektronika daya. *Jurnal Teknik Elektro, 10*(1).

[27] Firmansyah, R., & Anwar, M. (2019). Isolasi listrik menggunakan optocoupler pada sistem kendali. *Jurnal Rekayasa Elektrika, 15*(2).

[28] Pratama, D., & Nugroho, A. (2019). Pemicu TRIAC menggunakan optocoupler MOC3020. *Jurnal ELTEK, 8*(1).

[29] Wibowo, S., & Prasetyo, E. (2020). Pengendalian sudut fasa menggunakan optocoupler non-zero crossing. *Jurnal Teknik Listrik, 1*(2).

[30] Kurniawan, A., & Hidayat, M. (2019). Prinsip kerja optocoupler pada sistem kendali daya. *Jurnal Elektronika dan Tenaga Listrik, 7*(2).

[31] Putra, R. A., & Purnomo, D. (2021). Perancangan soft starter motor AC berbasis Arduino dan TRIAC. *Jurnal Energi dan Kelistrikan, 12*(1).

[32] Pratama, S. H., & Ridwan, A. (2018). Analisis prinsip kerja transformator daya. *Jurnal Teknik Elektro, 9*(1).

[33] Siregar, M., & Santoso, B. (2019). Aplikasi transformator sebagai catu daya rangkaian kendali. *Jurnal Rekayasa Elektrika, 14*(2).

[34] Kurniawan, R., & Hidayat, D. (2019). Perancangan catu daya menggunakan transformator step-down. *Jurnal ELTEK, 10*(1).

[35] Nugroho, A., & Wibowo, S. (2020). Analisis kebutuhan arus catu daya sistem mikrokontroler. *Jurnal Elektronika dan Tenaga Listrik, 8*(2).

[36] Zaki, M., Nurhazizah, N., Saputra, Z., & Yudhi, Y. (2021, August). Perancangan soft starting pada motor induksi satu fasa. In *Prosiding Seminar Nasional Inovasi Teknologi Terapan* (Vol. 1, pp. 120–126).

[37] Pratama, A. R., Nugroho, S., & Hidayat, M. (2021). Perancangan soft starter motor induksi satu fasa berbasis Internet of Things (IoT). *Jurnal Teknik Elektro dan Teknologi Informasi*, 10(2), 85–92.

[38] Primatama, A. (2013). Perancangan *Soft Starter* Motor Induksi Satu Fasa dengan Metode Closed Loop Menggunakan Mikrokontroler Arduino (Doctoral dissertation, Universitas Brawijaya).

[39] Rajagukguk, A., Iskandar, A., & Munte, A. R. (2025). Indonesia Perubahan Parameter Motor 140-PM-17 Menggunakan Strating Autotrafo Dan Soft Starter Pada PT Kilang Pertamina Internasional RU II Dumai. *Electrical Today*, *1*(01), 11-22.

[40] Pratama, R. A., Wibowo, S., & Hidayat, M. (2022). Rancang bangun sistem pengereman plugging motor induksi satu fasa berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan modul softstart. *Jurnal Teknik Elektro dan Kendali Industri*, 9(2), 101–109.