



RANCANG BANGUN *PROTOTYPE* PENGATURAN KECEPATAN MOTOR INDUKSI SATU FASA DENGAN METODE PWM MENGGUNAKAN *MULTIVIBRATOR ASTABLE*

Syahban Rangkuti¹, Iksal² dan Muhamad Zakaria³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Elektro, Universitas Faletahan, Indonesia

Corresponding Author : Syahban Rangkuti

Email : syahban3477@gmail.com, iksal_r@yahoo.com dan
muhzakana97@yahoo.com

Info Artikel :

Diterima : 27 April 2022

Disetujui : 11 Mei 2022

Dipublikasikan : 15 Mei 2022

ABSTRAK

Kata Kunci:

Frekuensi, PWM,
Motor Induksi,
Multivibrato

Latar Belakang: Motor induksi adalah mesin penggerak mekanik yang mengubah energi listrik menjadi energi gerak. Motor ini berkonstruksi kuat dan biaya perawatan yang murah. Motor induksi mempunyai kecepatan yang hampir konstan dan banyak digunakan di dalam industri-industri besar. **Tujuan:** Penelitian ini bertujuan untuk membuat prototipe alat pengatur kecepatan motor induksi satu fasa melalui metode pengaturan frekuensi. **Metode:** Metode penelitian ini adalah menggunakan metode PWM (Pulse Widht Modulation) dengan menggunakan Arduino Uno sebagai pembangkit sinyal PWM untuk mengatur besar kecilnya frekuensi pada inverter yang menjadi catu daya masukan pada motor induksi. **Hasil:** Hasil uji coba dalam penelitian ini telah berhasil dilakukan pengaturan kecepatan motor induksi dengan melakukan pengaturan frekuensi, dimana ada korelasi linier antara perubahan frekuensi pada inverter terhadap kecepatan motor induksi. **Kesimpulan:** Pengendalian kecepatan motor induksi dengan metode pengaturan frekuensi dilakukan dengan teknik PWM (Pulse Widht Modulation) yang dihasilkan oleh rangkaian multivibrator astable menggunakan IC 555. Teknik ini digunakan guna menghasilkan frekuensi yang variabel pada keluaran inverter sebagai sumber masukan motor induksi.

ABSTRACT

Keywords:

Brand Image,
Product Variety,
Motivation,
Subscription
Interest

Background: An induction motor is a mechanical propulsion machine that converts electrical energy into mechanical energy. This motor is strong construction and low maintenance costs. Induction motors have a nearly constant speed and are widely used in large industries. **Purpose:** This study aims to make a prototype of a single-phase induction motor speed controller through the frequency control method. **Method:** This research method is using the PWM (Pulse Widht Modulation) method using Arduino Uno as a PWM signal generator to adjust the size of the frequency on the inverter which is the input power supply for the induction motor. **Results:** The results of the trials in this study have been successful in controlling the speed of the induction motor by adjusting the frequency, where there is a linear correlation between the frequency changes in the inverter and the speed of the induction motor. **Conclusion:** The speed control of the induction motor with the frequency setting method is carried out using the PWM (Pulse Widht Modulation) technique produced by an astable multivibrator

circuit using IC 555. This technique is used to produce a variable frequency at the inverter output as an input source for the induction motor.

PENDAHULUAN

Motor induksi adalah salah satu dari mesin listrik dalam kategori motor AC yang penggunaannya banyak sekali dibutuhkan baik dalam dunia industri maupun rumah tangga seperti pada motor – motor penggerak (drive), kipas angin, pompa, exhaust fan penyegar ruangan di rumah, perkantoran, atau bahkan pabrik (Diaz Mahendra, 2021). Keuntungan utama motor induksi adalah konstruksinya yang sederhana, murah, memiliki efisiensi yang relatif tinggi, dan bebas perawatan (*free maintenance*) sehingga penggunaannya lebih efisien dibandingkan dengan motor DC yang harus dilakukan perawatan rutin seperti pengecekan carbon brush, namun demikian motor induksi memiliki kelemahan dalam hal pengaturan kecepatan yang terkadang dalam pengaplikasiannya motor induksi sering kali dibutuhkan untuk beroperasi pada kecepatan yang bervariasi sesuai dengan kebutuhan. Pada pabrik baja rolling mill, motor induksi seringkali digunakan pada rentang kecepatan rendah sampai maksimum, hal ini dilakukan karena motor induksi sebagai penggerak utama pada roll table yang berperan seperti halnya conveyor untuk menghantarkan slab baja pada proses rolling. Kemudian pada industri Petrochemical maupun Oil & Gas, kecepatan motor induksi sering kali divariasikan untuk mengatur flow rate pompa pada proses produksi (Fachrudin, 2016).

Pengendalian motor induksi di industri sangat diperlukan dan mengarah pada pengembangan suatu sistem yang dapat memenuhi kebutuhan akan pengaturan putaran motor induksi dengan efisiensi yang tinggi. Terdapat dua faktor yang mempengaruhi kecepatan motor yaitu frekuensi masukan dan jumlah kutub (Yeh & Contreras, 2021). *Electric Motors and Drives: fundamentals, types, and applications: third edition*.

Berdasarkan persamaan rumus kecepatan sinkron $N_s = \frac{120f}{p}$ didapati bahwa pengaturan kecepatan pada motor induksi dapat dilakukan dengan cara merubah nilai frekuensi ataupun merubah jumlah kutub motor, pengaturan dengan mengubah jumlah kutub tidak dapat diperoleh pengaturan motor induksi yang kontinu dan linier, maka untuk mendapatkan pola pengaturan kecepatan motor induksi yang tepat adalah dengan cara memvariasikan frekuensi pada catu daya sebagai incoming supply motor induksi.

Rangkaian kontrol elektronik yang dapat memenuhi keperluan tersebut adalah rangkaian inverter PWM (*Pulse Width Modulation*) yang dapat mengubah sumber tegangan searah menjadi tegangan bolak-balik dengan besar tegangan dan frekuensi dapat diatur (Nugraha & Krismadinata, 2020). Berangkat dari problematika tersebut penulis tertarik untuk membuat penelitian tentang bagaimana merancang sebuah alat untuk dapat mengatur kecepatan motor induksi yang kecepatannya dapat divariasikan sesuai kebutuhan. Pada penelitian kali ini penulis mencoba mengaplikasikan fitur PWM yang terdapat pada Arduino Uno sebagai control frekuensi switching pada MOSFET (Edovidata & Aswardi, 2020). Kemudian tegangan DC yang melalui melalui MOSFET masuk ke dalam Trafo untuk kemudian di Step up menjadi tegangan 220 VAC dengan output frekuensi yang dapat diubah – ubah (Permatasari, Parastiwi, & Putri, 2020). Dari penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan pemodelan alat pengatur kecepatan motor induksi yang bervariasi sesuai dengan kebutuhan serta efisien dari segi biaya namun tetap memiliki performa yang optimal.

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, pengaturan kecepatan motor induksi merupakan kendala utama dalam penggunaan motor induksi secara umum sehingga diperlukan konsep dan pemahaman yang mendalam untuk menentukan metode

yang tepat dalam pengaturan kecepatan motor induksi, oleh karena itu penulis melakukan sebuah penelitian tentang bagaimana mengatur kecepatan motor induksi dengan metode pengaturan variabel frekuensi pada sumber masukan motor induksi. Tujuan penelitian ini adalah untuk Penelitian ini bertujuan untuk membuat prototipe alat pengatur kecepatan motor induksi satu fasa melalui metode pengaturan frekuensi.

METODE PENELITIAN

Metode yang diterapkan dalam penelitian ini yaitu Studi literatur dilakukan untuk mendapatkan referensi mengenai sistem yang akan dibuat pemodelannya dan landasan teorinya. Informasi tersebut diperoleh melalui jurnal, laporan penelitian, artikel, dan video tutorial. Perancangan alat dilakukan dengan terlebih dahulu membuat konsep dari alat yang akan dibuat sehingga dapat menentukan parameter sistem dan juga dapat menentukan kebutuhan komponen – komponen dari alat tersebut. Alat yang selesai dibuat kemudian diuji coba untuk mengetahui apakah parameter yang sudah ditentukan sesuai dengan keluaran yang dihasilkan dari alat tersebut. Uji coba dilakukan dengan melihat perubahan kecepatan motor induksi satu fasa serta dilakukan pengukuran terhadap tegangan dan frekuensi keluaran dari inverter.

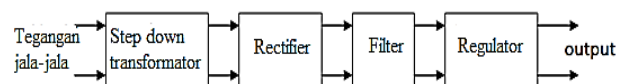
HASIL DAN PEMBAHASAN

Rectifier

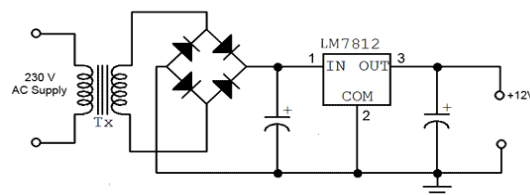
Dalam membangun power supply yang digunakan untuk rangkaian multivibrator astable membutuhkan beberapa komponen yaitu:

- Transformator,
- *Rectifier*,
- Filter,
- Regulator.

Alur dari desain tersebut digambarkan dalam diagram blok pada Gambar 1



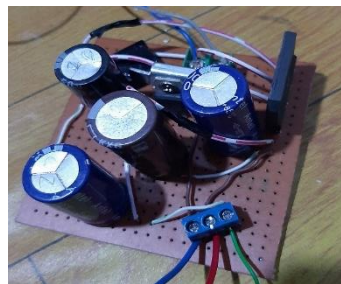
Gambar 1. Diagram Blok Rangkaian *Rectifier*



Gambar 2. Skema Rangkaian *Rectifier*

Dalam membuat kisaran tegangan output 12 VDC, diperlukan regulator tegangan. Fungsinya sebagai penstabil tegangan tetap, input sesuai rating, dan menurunkan tegangan DC sebagai input tegangan kerja pada multivibrator (Saputro & Hadi, 2021). Regulator tegangan yang dipilih penulis adalah IC 7812, seperti pada Gambar 4.2. Regulator tegangan tersebut dikemas dalam bentuk sirkuit terintegrasi (IC). Alasan

memilih komponen tersebut, karena konstruksinya sederhana hanya terdapat tiga kaki pin sehingga mudah dalam perancangan dan banyak dengan mudah ditemukan di pasaran (Styawan, 2019). Seri regulator ini masuk di tipe fixed output (keluaran tetap). Untuk menghasilkan tegangan keluaran pada IC 7812 yang bebas dari riak (riple) maka perlu penambahan komponen sebagai filter berupa kapasitor polar untuk input dan output IC 7812 dimana dalam perancangannya penulis menggunakan masing -masing dua buah kapasitor untuk inputan sebesar 3300 μF / 50 V dan 2200 μF / 50 V dan dua buah kapasitor untuk outputan masing sebesar 1000 μF / 50V (Pangaribuan, 2020). Adapun hasil realisasi rangkaian power supply dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Hasil realisasi Rectifier

Pengukuran rangkaian rectifier dilakukan untuk menguji keberhasilan suatu rangkaian tersebut dan untuk mengetahui kesesuaian tegangan keluaran rectifier berdasarkan pada rancangan skema yang dibuat (Wibowo & Aris Budiman, 2021). Seperti yang terlihat pada tabel di bawah.

Tabel 1.
Hasil Pengukuran Tegangan

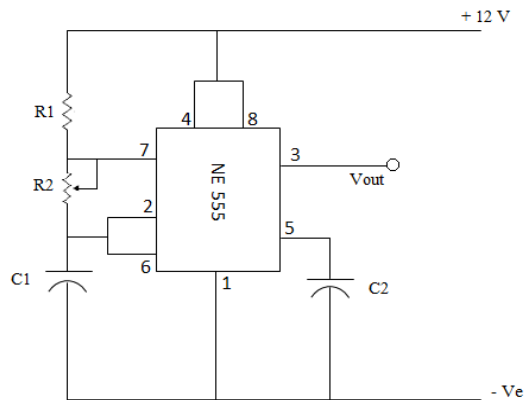
V_{in}	$V_{out 1}$	$V_{out 2}$
220 VAC	12.03 VDC	22.81 VDC



Gambar 4. Hasil pengujian rangkaian rectifier

Multivibrator

Rangkaian multivibrator adalah rangkaian *osilator* untuk pengaturan lebar pulsa sebagai triger pada inverter yang dimana nantinya dengan metode pengaturan lebar pulsa ini didapatkan nilai frekuensi keluaran pada inverter yang variabel. Adapun rangkaian multivibrator yang dirancang pada penelitian kali ini adalah jenis multivibrator astable dengan menggunakan IC 555 (Basri, Arsyfadhillah, Irfan, & Thamrin, 2018).



Gambar 5. Rangkaian *Multivibrator Astable* IC 555

IC 555 bekerja pada rentang tegangan mulai dari 4.5 – 16 VDC dengan maximum operating temperature sebesar 70°C disamping itu juga pemilihan IC 555 sebagai komponen utama pada alat ini karena diantaranya memiliki kelebihan yaitu dapat berfungsi sebagai PWM (Pulse Width Modulation) yang dibutuhkan untuk pengaturan lebar pulsa (adjustable duty cycle) yang diberikan ke rangkaian inverter sebagai pengatur frekuensi untuk pengaturan kecepatan motor induksi dan lebih ekonomis.

Agar IC 555 dapat digunakan sebagai pembangkit pulsa (pulse generator) diperlukan penambahan komponen external berupa resistor dan kapasitor (Mandala, Likadja, & Galla, 2020). Pada Gambar 4.5 R1 dan R2 adalah komponen external pada IC 555 yang digunakan sebagai pengaturan duty cycle pada rangkaian multivibrator astable sedangkan C1 digunakan untuk proses pengisian (charging) dan pengosongan (discharging) untuk menghasilkan frekuensi osilasi. Dalam pembuatan rangkaian multivibrator astable ini penulis menggunakan komponen external resistor R1 sebesar 2700 ohm, potensiometer R2 sebesar 10 Kohm dan C1 sebesar 1000 nF sehingga didapatkan frekuensi maksimum pada keluaran inverter sebesar 55.1 Hz. Berdasarkan Gambar 4.5 multivibrator astable bekerja dengan melakukan pengisian dan pengosongan kapasitor C1 melalui R1 dan R2 yang dihubungkan terhadap Vcc dan terhadap ground, ketika output pin 3 dalam keadaan high maka kapasitor C1 melakukan proses pengisian (charging) melalui R1 dan R2 pada saat ini tegangan kapasitor C1 setara 2/3 Vcc namun sebaliknya pada saat output pin 3 dalam keadaan low kapasitor C1 melakukan proses pengosongan (discharging) melalui R2 dan tegangan kapasitor C1 setara 1/3 Vcc. Waktu yang dibutuhkan untuk proses pengisian dan pengosongan kapasitor diperoleh melalui persamaan berikut:

Waktu pengisian (*charging*) kapasitor C1 dari 1/3 Vcc sampai 2/3 Vcc

$$T_C = 0.693 (R_1 + R_2)C$$

Waktu pengosongan (*discharging*) kapasitor C1 dari 2/3 Vcc sampai 1/3 Vcc

$$T_D = 0.693 (R_2)C$$

Kemudian dari penjumlahan waktu pengisian T_c dan waktu pengosongan T_D Diperoleh waktu osilasi sebagai berikut:

$$T_{osc} = 0.693(R_1+R_2)C + 0.693(R_2)C$$

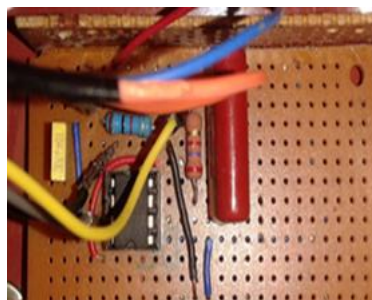
$$T_{osc} = 0.693(R_1 + 2R_2)C$$

Sementara frekuensi osilasi dan *duty cycle* didapat melalui persamaan berikut

$$f_{osc} = 1 / T_{osc}$$

$$f_{osc} = 1.44 / 0.693(R_1 + 2R_2)C$$

$$\text{Duty Cycle } W = \frac{T_c}{T_{osc}} = \frac{R_1+R_2}{R_1+2R_2} \times 100\%$$



Gambar 6. Hasil realisasi Rangkaian

Multivibrator Astable

Multivibrator astable berperan sebagai pembangkit sinyal pulsa (pulse generator) untuk memodulasi lebar pulsa pada penyulutan mosfet. Perubahan dari pulsa high ke low yang berlangsung begitu cepat menghasilkan frekuensi osilasi untuk membangkitkan gelombang AC pada inverter (Putri, Maulana, & Haryadi, 2021). Besarnya perubahan modulasi lebar pulsa (duty cycle) dan frekuensi osilasi pada output rangkaian multivibrator astable ditunjukkan pada tabel 4.2.

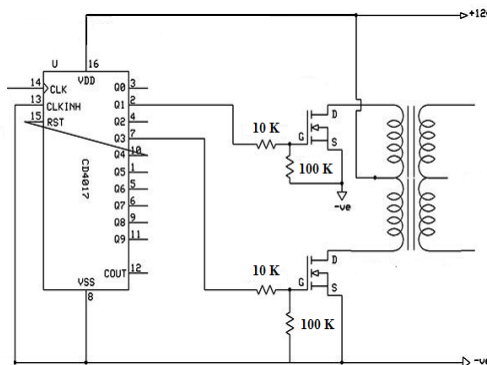
Tabel 2.
Hasil Pengujian Rangkaian *Multivibrator Astable*

Vout	Duty Cycle	Frekuensi Osilasi
(Vdc)	(%)	(Hz)
6.2	72.3	50.3
6.2	75.3	67.2
6.3	75.5	83.2
6.3	75.6	87.1
6.4	75.9	95.4
6.4	76.1	99.3
6.5	78.4	108.7
6.6	84.1	161.8
6.6	99.7	220.8

Rangkaian *Inverter*

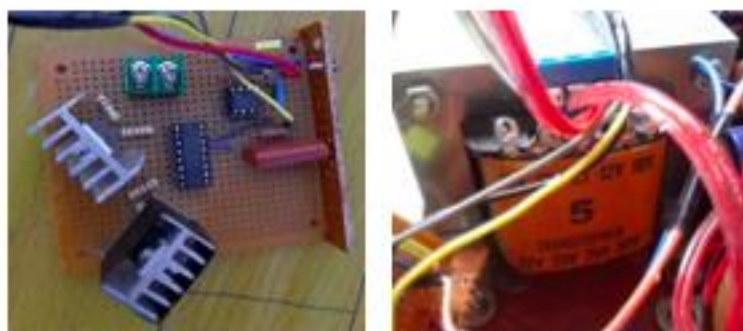
Rangkain pada inverter terdiri dari regulator tegangan, osilator, dan rangkaian penguat. IC 555 menghasilkan output sinyal pulsa sebagai masukan pada pin 14 IC 4017.

Keluran IC 4017 yaitu Q1 dan Q3 digunakan untuk proses penyulutan (*triggering*) MOSFET. Arah aliran MOSFET yang bolak balik menimbulkan tegangan AC pada *ouput inverter* (Desiwantiyani, 2018).



Gambar 7. Skema Rangkaian Inverter dengan IC 4017

Berdasarkan perancangan *prototipe* ini menggunakan *trafo* 5 A sebagai penaik tegangan (*step up*) untuk menghasilkan tegangan output bernilai AC (*Alternating Current*) dimana sisi sekunder trafo difungsikan sebagai inputan. Dua lilitan pada sisi sekunder trafo yang bernilai 12 V dihubungkan di kedua kaki *drain MOSFET* 3205 dan pada sisi ct diberikan tegangan 20 VDC.



Gambar 8. Realisasi rangakaian *inverter*

Tabel 3.
Pengujian Rangkaian Inverter

V_{in}	V_{out} Inverter	Frekuensi out Inverter
VAC	VAC	HZ
220	146	12.2
220	166	15.7
220	178	17.8
220	189	19.6
220	196	22.5

220	220	27.5
220	240	32.4
220	248	39.5
220	203	44.9
220	255	55.3

Pengujian

Pengujian dilakukan dengan menguji perubahan kecepatan motor induksi satu fasa. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan beban berupa motor AC 1 fasa run capacitor 220 VAC berdaya 60 Watt. Kemudian dilakukan analisa sistem untuk mengetahui tingkat keberhasilan inverter dalam mengendalikan kecepatan motor induksi satu fasa.



Gambar 9. Motor Induksi Satu Fasa *Run Capacitor*

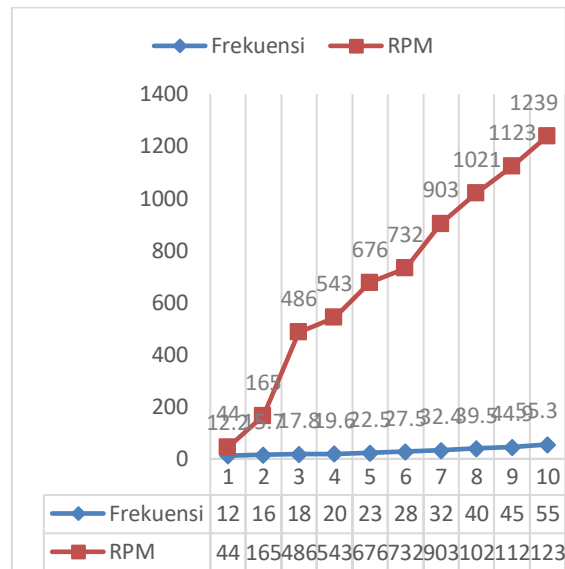
Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan didapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 4.
Pengujian Inverter dengan Motor induksi satu fasa run capacitor

V _{in}	V _{out} inverter	Frekuensi out inverter	Kecepatan
VAC	VAC	HZ	(RPM)
220	146	12.2	44
220	166	15.7	165
220	178	17.8	486
220	189	19.6	543
220	196	22.5	676
220	220	27.5	732
220	240	32.4	903
220	248	39.5	1021
220	203	44.9	1123

220 255 55.3 1239

Berdasarkan hasil pengujian ini terlihat bahwa kecepatan motor induksi terendah berada pada rentang 44 rpm pada frekuensi 12.2 Hz dan mencapai nilai maksimum 1239 rpm pada frekuensi 55.3 Hz. Dari tabel tersebut kemudian didapatkan grafik sebagai berikut:



Gambar 10. Grafik perubahan frekuensi inverter terhadap kecepatan motor induksi

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan maka penulis menarik kesimpulan Terdapat korelasi linier antara perubahan frekuensi pada inverter terhadap kecepatan motor induksi. Pengendalian kecepatan motor induksi dengan metode pengaturan frekuensi dilakukan dengan teknik PWM (*Pulse Width Modulation*) yang dihasilkan oleh rangkaian multivibrator astable menggunakan IC 555. Teknik ini digunakan guna menghasilkan frekuensi yang variabel pada keluaran inverter sebagai sumber masukan motor induksi. IC 555 bekerja berdasarkan proses charging dan discharging kapasitor yang dikonfigurasi dengan resistor menjadi rangkaian *multivibrator astable* sebagai PWM untuk memanipulasi lebar pulsa.

BIBLIOGRAFI

- Basri, Irma Yulia, Arsyfadhillah, Arsyfadhillah, Irfan, Dedy, & Thamrin, Thamrin. (2018). Rancang Bangun Media Pembelajaran Mini Trainer IC 555. *INVOTEK: Jurnal Inovasi Vokasional Dan Teknologi*, 18(2), 65–76.
- Desiwantiyani, Novita. (2018). Rancang bangun inverter SPWM.
- Diaz Mahendra, Lucky. (2021). Analisis Kebutuhan Motor Listrik Pada Mesin Pengering Biji-Bijian Type Rotary Dryer. DIII Teknik mesin Politeknik Harapan Bersama.
- Edovidata, Hafelzan Enang, & Aswardi, Aswardi. (2020). Perancangan Sistem Pengisian Accumulator Mobil Listrik dengan Sumber Listrik Solar Cell Berbasis Mikrokontroler. *JTEV (Jurnal Teknik Elektro Dan Vokasional)*, 6(1), 57–68.
- Fachrudin, Imam Nur. (2016). *Perhitungan Ulang (Manual & Numerik) Crude Oil*

- Booster Pump Pada Cpa Pertamina Petrochina Tuban*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Mandala, Jani F., Likadja, Frans, & Galla, Wellem F. (2020). Pemanfaatan Wash Timer Dan Ic 555 Sebagai Saklar Pengaturan Waktu Pengairan Untuk Tanaman Berskala Kecil. *Jurnal Teknologi*, 14(2), 46–55.
- Nugraha, David, & Krismadinata, Krismadinata. (2020). Rancang Bangun Inverter Satu Fasa Dengan Dengan Modulasi Lebar Pulsa PWM Menggunakan Antarmuka Komputer. *Jtev (Jurnal Teknik Elektro Dan Vokasional)*, 6(1), 340–351.
- Pangaribuan, Herman Saputra. (2020). *Sistem Monitoring Perubahan Tegangan Generator Tenaga Angin Berbasis Mikrokontroler Atmega32*.
- Permatasari, A. A. Intan, Parastiwi, Andriani, & Putri, Ratna Ika. (2020). Perancangan dan Implementasi Push-Pull Inverter dengan Buck Converter Pada Sistem Stand Alone Photovoltaic. *Jurnal Elektronika Otomasi Industri*, 4(2), 16–22.
- Putri, Ratna Ika, Maulana, Fahrul, & Haryadi, Herman. (2021). Desain Inverter Full-Bridge 1 Fasa dengan DSP F28069M Menggunakan Teknik SPWM. *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, 20(2), 257–264.
- Saputro, Moh, & Hadi, Anwar. (2021). *Rancang Bangun Pemanas Induksi Menggunakan Half Bridge*. Universitas Islam Lamongan.
- Styawan, Rohmat Affandi. (2019). *LKP: Proses Pembuatan Sandal dengan Teknik Embos di PT Harles Mojokerto*. Institut Bisnis dan Informatika Stikom Surabaya.
- Supardi, Agus, Umar, U., Setiyoko, Ilham, & Saifurrohman, Muhammad. (2022). Rancang Bangun Sistem Kendali Dan Monitoring Kecepatan Motor Induksi Berbasis Programmable Logic Controller (PLC) Dilengkapi Layar Sentuh. *Emitor: Jurnal Teknik Elektro*, 22(1).
- Wibowo, Muhammad David, & Aris Budiman, S. T. (2021). *Rancang Bangun Simulator Sinkronoskop Generator Sinkron Pararel Berbasis Mikrokontroler AT Mega 2560*. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Yeh, Ting Yu, & Contreras, Gregory P. (2021). Full vaccination is imperative to suppress SARS-CoV-2 delta variant mutation frequency. *Medrxiv*.



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).