

## **RANCANG BANGUN ALAT PENYEIMBANG ARUS BEBAN PADA KAPAL BERBASIS MICROCONTROLLER DENGAN METODE DECISION TREE**

**Ade Rosi Novita Putri<sup>1</sup>, Rini Indartini<sup>2</sup>, Hendro Agus Widodo<sup>3</sup>, Anggara Trisna Nugraha<sup>4</sup>, Diego Ilham Yoga Agna<sup>5</sup>**

*<sup>1,2,3,4,5</sup> Program Studi D4 Teknik Kelistrikan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya*

*Email korespondensi: aderosi@student.ppns.ac.id*

### **ABSTRAK**

*Pada sistem kelistrikan kapal ketidakseimbangan beban listrik seringkali terjadi. Banyak sekali faktor yang mempengaruhi ketidakseimbangan beban listrik tersebut. Salah satu faktornya adalah pada saat pengoperasian, beban yang ada di kapal tidak dioperasikan secara serempak atau pada waktu pemasangan beban tidak merata antara fasa 1, fasa 2, dan fasa 3. Terjadinya ketidakseimbangan beban secara terus menerus merupakan hal yang tidak baik, dikarenakan dapat merusak komponen-komponen di dalam kapal. Sebagai contoh yaitu transformator akan mengalami performa penurunan dan MCB feeder pada kapal akan mengalami panas, hal itu juga akan mengurangi lifetime generator dan losses energi. Pada penelitian ini dibuatlah sebuah alat untuk merealisasikan penyeimbangan beban pada generator kapal dengan menggunakan metode decision tree. Decision tree sendiri merupakan sebuah metode yang digunakan untuk mengelompokkan beban dan melakukan prediksi, karena decision tree ini sendiri memiliki interpretasi hasil yang baik. Fokus dari paper ini adalah menyeimbangkan arus beban pada generator melalui proses penyeimbangan arus beban yang akan dilakukan pada masing-masing beban yang sudah dipasang sensor arus dengan menggunakan metode perbandingan. Selanjutnya program akan mengolah data untuk membandingkan besar prosentase ketidakseimbangan arus beban saat beban dipindah ke fasa pilihan pertama dengan pilihan kedua lalu program akan memilih secara otomatis prosentase mana yang lebih kecil, dengan syarat prosentase tersebut lebih kecil daripada prosentase sebelum diseimbangkan.*

**Kata kunci:** *Decision tree, MCB feeder, generator.*

### **PENDAHULUAN**

Energi listrik merupakan salah satu bentuk energi yang mudah dalam penyaluran dan pemanfaatannya. Energi listrik dapat dengan mudah diubah kedalam bentuk energi lain (Yoana Anestia Pradita, 2019). Energi listrik dapat dikatakan memiliki sistem yang baik jika mampu menyediakan pasokan energi listrik secara kontinu (Adinda Islamiasti, 2015). Oleh sebab itu agar sistem energi listrik memiliki kualitas yang baik perlu di rencanakan

sistem instalasi listrik. Instalasi listrik harus dilengkapi dengan suplai daya generator yang memadai agar tidak terjadi gangguan

gangguan pada pendistribusian listrik kapal yang berpengaruh pada kenyamanan dan keamanan seluruh awak kapal.

Sumber energi listrik tidak boleh terputus selama pelayaran. Untuk itu biasanya disediakan beberapa generator di kapal sebagai pembangkit tenaga listrik. Biasanya ada sekitar tiga sampai lima generator dalam satu kapal, fungsinya jika satu atau dua generator bekerja, generator

lainnya akan menjadi cadangan, generator cadangan ini harus segera menyala apabila terjadi gangguan pada sistem pembangkit.

Salah satu hal yang berpengaruh pada instalasi listrik adalah beban listrik. Beban listrik yang tidak seimbang seringkali ditemui di kapal-kapal, baik itu kapal penumpang maupun kapal tanker. Pada sistem kelistrikan di kapal sendiri kondisi ketidakseimbangan beban listrik seringkali terjadi. Banyak sekali faktor yang mempengaruhi ketidakseimbangan beban listrik tersebut. Salah satu contohnya adalah saat pengoperasian beban yang ada di kapal tidak dioperasikan secara serempak/waktu pemasangan beban tidak merata antara fasa 1, fasa 2, dan fasa 3. Terjadinya ketidakseimbangan beban secara terus menerus merupakan hal yang tidak baik, dikarenakan dapat merusak komponen komponen dalam kapal. Sebagai contoh transformator akan mengalami penurunan dan MCB feeder pada kapal akan panas, lalu akan mengurangi lifetime generator dan losses energi (Mertasana, 2016).

Batas toleransi maksimal ketidakseimbangan arus beban pada masing-masing generator adalah 15% dari total beban.

## TINJAUAN PUSTAKA



Gambar 1. Beban tidak seimbang



Gambar 2. Beban tidak seimbang

Gambar diatas adalah beberapa contoh ketidakseimbangan beban pada kapal. Terlihat perbedaan yang sangat jauh pada R,S, dan T. lalu selanjutnya ada contoh beban yang seimbang pada R,S,T agar bisa dijadikan sebagai perbandingan.



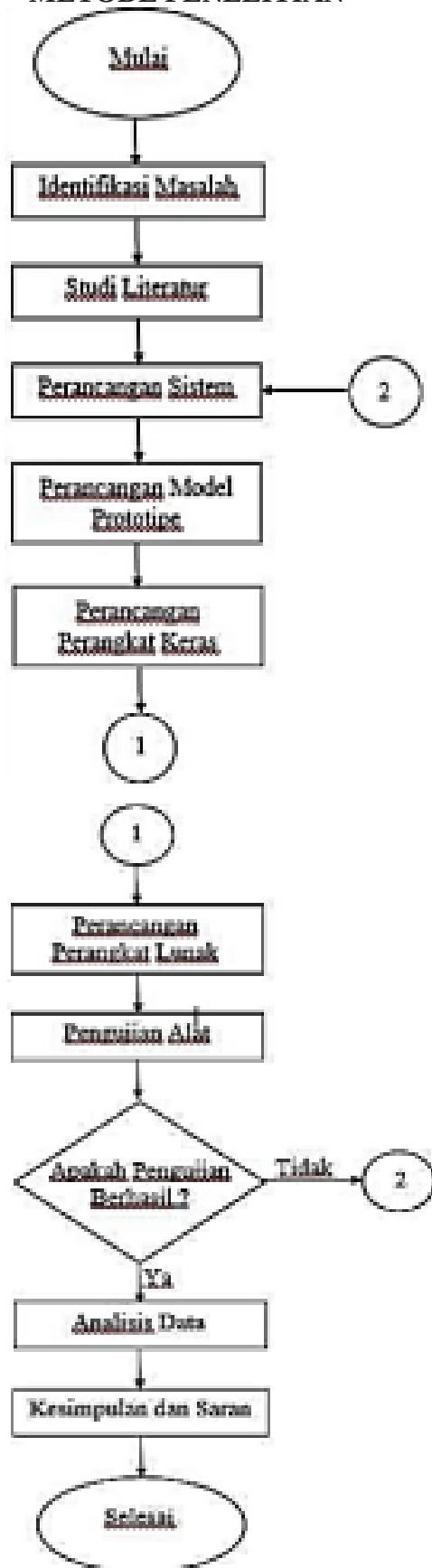
Gambar 3. Beban seimbang



Gambar 4. Beban seimbang

Salah satu penyebab ketidaseimbangan beban secara tidak langsung adalah keadaan beban tegangan rendah yang terjadi terus menerus dan berubah-ubah setiap fasanya, maka dari itu perlu dilakukan penyeimbangan beban secara berkala. Kegiatan penyeimbangan beban memiliki 3 tahapan yaitu tahapan yang pertama adalah melakukan pengukuran langsung pada generator, tahapan yang kedua adalah melakukan penentuan penyeimbangan beban, dan tahapan yang ketiga adalah melakukan eksekusi. Alat ini akan mempermudah teknisi kapal dalam melakukan konfigurasi DG (diesel generator). Pada penelitian ini yang berjudul “Rancang bangun alat penyeimbang beban pada kapal berbasis microcontroller dengan metode decision tree” dibuatlah sebuah alat untuk merealisasikan penyeimbangan beban pada kapal dengan menggunakan metode decision tree. Decision tree merupakan sebuah metode yang akan digunakan untuk mengelompokkan beban dan melakukan prediksi, karena decision tree ini sendiri memiliki interpretasi hasil yang baik

## METODE PENELITIAN



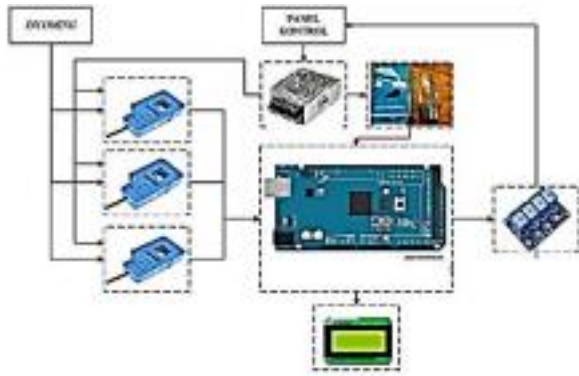
Gambar 5. Alur Penelitian

Pada Gambar 5 merupakan alur penelitian ini dari awal hingga akhir. Kajian Pada perancangan sistem ini akan dijelaskan mengenai perancangan secara umum dan pembuatan perangkat keras dari penelitian “Rancang Bangun Alat Penyeimbang Arus Beban Pada Kapal Berbasis Microcontroller Dengan Metode *Decision Tree*”. Untuk memperjelas perancangan system yang akan dibuat, maka dibuatlah blok diagram seperti yang terlihat pada Gambar 6. Alat ini dapat mempermudah teknisi kapal melakukan konfigurasi Generator sebagai Tindakan penyeimbangan dan monitoring arus beban 1 fasa pada generator. Alat ini akan mengirim data sensor arus pada generator dan beban kapal menuju MCU.

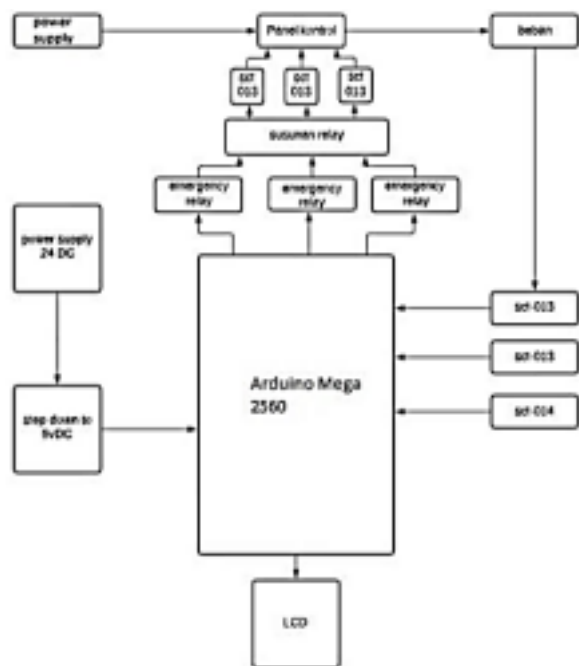
Sebagai penyeimbang arus beban, alat ini bisa memindahkan fasa beban ke fasa yang lainnya secara otomatis bekerja apabila terjadi ketidakseimbangan arus beban lalu kemudian mikrokontroller akan memindahkan beban ke Gambar 7 Blok Diagram Sistem 23 24 fasa R, S atau T dengan mengoperasikan 3 buah *relay* yang terdapat pada susunan relay 1.

Prinsip kerjanya ialah, MCU akan memastikan beban tersebut sedang tersambung dengan fasa yang mana, kemudia MCU akan mengidentifikasi menggunakan *decision tree* dan melakukan pemindahan beban 1 ke fasa lain sehingga ketidakseimbangan akan berkurang. Kemudian MCU akan mengirimkan sms bahwa telah dilakukan penyeimbangan beban pada beban 1.

Setelah itu, MCU kembali membaca sensor arus Ir, Is dan It untuk mengecek apakah ketidakseimbangan masih ada atau tidak, jika iya maka dilanjutkan pada susunan relay 2 untuk melakukan penyeimbangan beban dan notifikasi. Begitu juga untuk selanjutnya pada susunan relay 3 jika keseimbangan beban masih ada. Lalu jika terjadi suatu gangguan dimana *decision tree* tidak berjalan maka diberikan *emergency relay/* manual switching relay menggunakan *output push button* lalu pada outputnya diberikan *switching* manual atau auto. *Emergency relay* ini tidak melalui mikrokontroller.



Gambar 6. Diagram blok



Gambar 7. Blok Diagram Sistem 23/24 fasa R

## HASIL DAN PEMBAHASAN

| Hasil Pengujian Sensor SCT |                    |           |                    |           |                    |           |
|----------------------------|--------------------|-----------|--------------------|-----------|--------------------|-----------|
| I <sub>max</sub> (A)       | I <sub>R</sub> (A) | Error (%) | I <sub>S</sub> (A) | Error (%) | I <sub>T</sub> (A) | Error (%) |
| 0,0                        | 0,11               | 0,0%      | 0,13               | 0,0%      | 0,12               | 0,0%      |
| 0,5                        | 0,51               | 0,0%      | 0,53               | 4,0%      | 0,52               | 4,0%      |
| 1,0                        | 0,93               | 0,0%      | 0,98               | 3,0%      | 0,98               | 3,0%      |
| 1,5                        | 1,43               | 0,0%      | 1,43               | 0,0%      | 1,48               | 3,0%      |
| 2,0                        | 1,96               | 0,0%      | 1,97               | 1,0%      | 1,97               | 1,0%      |
| 2,5                        | 2,46               | 0,0%      | 2,48               | 0,8%      | 2,47               | 1,2%      |

$$\% \text{ error} = \frac{I_{\text{alat ukur}} - I_{\text{sensor}}}{I_{\text{alat ukur}}} \times 100\% \quad (4.1)$$

Gambar 8. Hasil Pengujian Sensor SCT

Berikut contoh perhitungan pada masing-masing sensor yang digunakan:

- Untuk perhitungan error pada fasa R :

$$\% \text{ error} = \frac{I_{\text{alat ukur}} - I_{\text{sensor}}}{I_{\text{alat ukur}}} \times 100\%$$

$$\% \text{ error} = \frac{2 - 1,96}{2} \times 100\% =$$

$$\% \text{ error} = 2 \%$$

- Untuk perhitungan error pada fasa S :

$$\% \text{ error} = \frac{I_{\text{alat ukur}} - I_{\text{sensor}}}{I_{\text{alat ukur}}} \times 100\%$$

$$\% \text{ error} = \frac{2 - 1,97}{2} \times 100\% =$$

$$\% \text{ error} = 1,5 \%$$

- Untuk perhitungan error pada fasa R :

$$\text{error} = \frac{I_{\text{alat ukur}} - I_{\text{sensor}}}{I_{\text{alat ukur}}} \times 100\%$$

$$\% \text{ error} = \frac{2 - 1,97}{2} \times 100\%$$

$$\% \text{ error} = 1,5 \%$$

$$\% \text{ error} = \frac{2 - 2,03}{2} \times 100\%$$

$$\% \text{ error} = 1,5 \%$$

Setelah mendapatkan nilai error maka selanjutnya mencari nilai rata-rata dari prosentase error tersebut. Berikut adalah contoh perhitungannya:

- Perhitungan rata-rata nilai % error pada fasa R

$$= (0 + 2 + 3 + 2 + 2 + 2,4 + 4 + 3,7 + 4 + 4 + 3,8 + 3,8 + 3,7 + 3,8 + 2,9 + 3,3) / 16$$

$$= 3,2 \%$$

- *Perhitungan rata-rata nilai % error pada fasa S*

$$= (0,0 + 4,0 + 2,0 + 2,0 + 1,5 + 2,4 + 4,0 + 3,4 + 4,3 + 3,8 + 3,8 + 3,8 + 3,7 + 4,0 + 2,9 + 3,2) / 16$$

$$= 3,2 \%$$

- *Perhitungan rata-rata nilai % error pada fasa T*

$$= (0,0 + 4,0 + 2,0 + 1,3 + 1,5 + 1,2 + 3,3 + 2,9 + 3,5 + 3,3 + 3,0 + 3,5 + 3,0 + 3,4 + 2,1 + 2,7) / 16$$

$$= 2,7 \%$$

| Hasil Pengujian Relay |         |         |          |
|-----------------------|---------|---------|----------|
| nama                  | trigger | kondisi | delay(s) |
| RELAY 1               | SET     | nyala   | 20       |
| RELAY 2               | SET     | nyala   | 20       |
| RELAY 3               | SET     | nyala   | 20       |
| RELAY 4               | SET     | nyala   | 20       |
| RELAY 5               | RESET   | mati    | 20       |
| RELAY 6               | RESET   | mati    | 20       |
| RELAY 7               | RESET   | mati    | 20       |
| RELAY 8               | RESET   | mati    | 20       |
| RELAY 9               | RESET   | mati    | 20       |

Gambar 9. Hasil Pengujian Relay

Pengujian relay bertujuan untuk memastikan bahwa relay dapat bekerja dengan baik, Relay akan menjadi pemutus dari Arduino mega dan supply sebesar 5 Vdc. Penggunaan 9 buah relay diperuntukan pemindahan Fasa pada beban. Dimana relay disetting NO atau Normally Open. Pada Tabel 4.2 menunjukan hasil pengujian relay sudah sesuai yakni bisadilihat ketika diberi logika 1 atau “SET” maka kondisi relay akan menyala sedangkan ketika diberi logika 0 atau “RESET” kondisi relay mati.

Pengujian integrasi yaitu pengujian sistem secara keseluruhan. Semua komponen pada sistem akan bekerja bersama sama untuk mengurangi

ketidakseimbangan arus. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui keandalan sistem apakah sistem yang telah dirancang dan dibuat telah bekerja dengan baik sesuai yang telah direncanakan dari awal yaitu mampu melakukan penyeimbangan arus beban sehingga prosentase ketidakseimbangan berkurang.

## KESIMPULAN

Setelah melakukan perencanaan, pengujian, dan analisa proyek akhir ini secara keseluruhan, maka dapat diambil kesimpulan dari proyek akhir ini, yaitu :

1. Sensor arus SCT akan lebih baik jika kapasitas sensor arus yang digunakan mendekati dengan nilai nominal beban yang dipakai. Hal itu dapat dilihat pada Agus Dwi Santoso et al - Penggunaan Simulator Dalam Pengembangan Skenario pengukuran beban yang bernilai lebih besar dari 1A maka error pengukuran beban hanya 0.4% hingga 3.6% saja. Sedangkan pada pengukuran arus dengan beban yang bernilai kurang dari 1A maka error yang akan muncul bervariasi dari 0,7 % hingga 14%.
2. Nilai beban yang digunakan dalam pengujian integrasi sangat terbatas hanya bisa sampai 0,5 A per 1 lampu tergantung dari besar dayanya.
3. Prosentase ketidakseimbangan arus beban dapat dikurangi dengan memindahkan beban ke fasa yang lain dengan perhitungan yang tepat. Hal itu dapat dilihat dengan alat ini prosentase ketidakseimbangan beban berkurang sebesar 9% sampai dengan 60%.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adinda Islamiasti (2015) ‘DISTRIBUSI DAYA DAN PEMBEBANAN PADA GENERATOR SEBAGAI SUMBER



TENAGA LISTRIK KAPAL LAUT’.

- Franky (2007) ‘Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Tiga Fasa terhadap Hasil Pengukuran’, pp. 1–5.
- Legowo, E. (2017) ‘Analisis Stabilitas Tegangan Pada Sistem Kelistrikan di Kapal General Cargo’, DEPARTEMEN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN Fakultas Teknologi Kelautan Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- Mertasana, P. A. (2016) TERHADAP ARUS NETRAL DAN LOSSES PADA TRANSFORMATOR ISTIRIBUSI KA 0562 PADA PENYULANG UMA ALAS LAPORAN.
- Nugraha, Anggara Trisna, and Rachma Prilian Eviningsih. Penerapan Sistem Elektronika Daya: AC Regulator, DC Chopper, dan Inverter. Deepublish, 2022.
- Priyambodo, Dadang, and Anggara Trisna Nugraha. "Design and Build A Photovoltaic and Vertical Savonius Turbine Power Plant as an Alternative Power Supply to Help Save Energy in Skyscrapers."
- Nugraha, Anggara Trisna, et al. Rancang Bangun Ship Alarm Monitoring (SAM) Sebagai Solusi Keamanan Pengoperasian Auxiliary Engine. Deepublish, 2021.
- Utomo, Agung Prasetyo, et al. "Speed Adjustment on Variable Frequency Induction Motor Using PLC for Automatic Polishing Machine."
- Nugraha, Anggara Trisna, and Dadang Priyambodo. "Design of Hybrid Portable Underwater Turbine Hydro and Solar Energy Power Plants: Innovation to Use Underwater and Solar Current as Alternative Electricity in Dusun DongolSidoarjo." *Journal of Electronics, Electromedical Engineering, and Medical Informatics* 3.2 (2021): 93-98.
- Ramadhan, Moch Fadhil, Muhammad Jafar Shiddiq, and Anggara Trisna Nugraha. "PERENCANAAN PEMBANGKIT LISTRIK ENERGI SURYA UNTUK KEBUTUHAN LISTRIK JEMBATANSURAMADU GUNA MEWUJUDKAN TUJUAN PEMBANGUNAN BERKELANJUTAN." Seminar MASTER PPNS. Vol. 6. No. 1.2021.
- Nugraha, Anggara Trisna, and Dadang Priyambodo. "Prototype Design of Carbon Monoxide Box Separator as a Form of Ar-Rum Verse 41 and To Support Sustainable Development Goals Number 13 (Climate Action)."
- Tiwana, Mayda Zita Aliem, Adianto Adianto, and Anggara Trisna Nugraha. "PERANCANGAN SISTEM MONITORING DAN ALARM BERBASIS LOGIC PANEL DAN KOMUNIKASI MODBUS." Seminar MASTER PPNS. Vol. 6. No. 1. 2021.
- Nugraha, Anggara Trisna, et al. "Use Of ACS 712ELC-5A Current Sensor on Overloaded Load Installation Safety System."
- Zakariz, Naufal Praska, Joessianto Eko Poetro, and Anggara Trisna Nugraha. "PENGARUH VARIASI INLET NOTCH TERHADAP KECEPATAN DAN DAYA YANG DAPAT TERBANGKITKAN DARI GENERATOR PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA PIKOHIDRO."

- Seminar MASTER PPNS. Vol. 6. No. 1.2021.
- Angga, Anggara Trisna Nugraha, et al. "Solutions for Growing the Power Factor Prevent A Reactive Electricity Tariff And Decrease Warmth On Installation With Bank Capacitors." *Applied Technology and Computing Science Journal* 4.1(2021): 35-46.
- Shiddiq, Muhammad Jafar, Moch Fadhil Ramadhan, and Anggara Trisna Nugraha. "PERENCANAAN PEMBANGKIT LISTRIK ENERGI BAYU KINCIR SAVONIUS GUNA MEWUJUDKAN PEMANFAATAN RENEWABLE ENERGY PADA JEMBATANSURAMADU." Seminar MASTER PPNS. Vol. 6. No. 1. 2021.
- Angga, Anggara Trisna Nugraha, Muhammad Jafar Shiddiq, and Moch Fadhil Ramadhan. "Use Ordinary Expressions to Learn How to Extract Code Feedback from the Software Program Upkeep Process." *International Journal of Advances in Data and Information Systems* 2.2 (2021): 105-113.
- Zaibah, Siti, and Anggara Trisna Nugraha. "PEMBANGKIT ENERGI LISTRIK PICO HYDRO TERAPUNG MENGGUNAKAN UNDERWATER TURBINE UNTUK MENDUKUNG PEMENUHAN RASIO ELEKTRIFIKAS DAN ENERGI LISTRIK DI DAERAH 3T." Seminar MASTER PPNS. Vol. 6. No. 1. 2021.
- Nugraha, Anggara Trisna, et al. "Penyearah Setengah Gelombang Tiga Fasa Tak Terkontrol Menggunakan Motor Induksi Tiga Fasa."
- Febrianto, Roby, and Anggara Trisna Nugraha. "PERANCANGAN BATTERY CHARGER MENGGUNAKAN ENERGI PENGGERAK MIKRO HIDRO BERBASIS ARDUINO UNO." Seminar MASTER PPNS. Vol. 6.No. 1. 2021.
- Thahirah, R. J. (2021) RANCANGBANGUN SISTEM LOAD SHEDDING DENGAN IOT MONITORING MENGGUNAKANMETODE DECISION.
- Yoana Anestia Pradita (2019) 'ANALISIS KETIDAKSEIMBANGAN BEBAN TERHADAP ARUS KAWAT NETRAL GEDUNG E11 DAN GEDUNG DEKANAT FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG.
- Yulisetiawan, R. D., Koenhardono, E. S.and Sarwito, S. (2017) 'Effect Analysis of Unbalanced Electric Load in Ship at Three PhaseSynchronous Generator on Laboratory Scale', *Jurnal Teknik ITS*, 5(2), pp. 389–395. Doi: 10.12962/j23373539.v5i2.19417.

~HALAMAN SENGAJA DIKOSONGKAN~