

SISTEM AUTOMATIC TRANSFER SWITCH SYNCHRONOUS MENGUNAKAN DUA TRAFU SEBAGAI PEMICU LVD DAN HVD PADA PLN-PLTS ON GRID

Rifqi Badruzzaman¹, Irwanto²

¹Pendidikan Vokasional Teknik Elektro, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan,
Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Indonesia

²Pendidikan Vokasional Teknik Elektro, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan,
Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Indonesia

Corresponding Author: irwanto.ir@untirta.ac.id

INFORMATION

Artikel History:

Rec. 28-November-2023

Acc. 10-Desember-2023

Pub. Desember, 2023

Page. 112-123

Kata Kunci:

- Sistem
- Switch
- Synchronous
- Trafo
- Transfer

ABSTRACT

Indonesia is a country that has abundant natural resources with the potential for renewable energy such as sun, water, wind, etc. In the rapid development of technology, of course, the utilization of natural resources that are very abundant is something that must be done. Especially solar power that can be utilized as an efficient and environmentally friendly Solar Power Plant (PLTS). In addition, the utilization of PLTS is as backup power when PLN experiences power outages. Sudden power outages create a lot of unrest and complaints from electricity users, especially those that require continuous electricity supply such as offices and markets in data storage. The solution to the problem is to use the Automatic Transfer Switch Synchronous system using 2 transformers that work by transferring power automatically without a split second power outage.

This is an open access article under the CC BY-SA license.



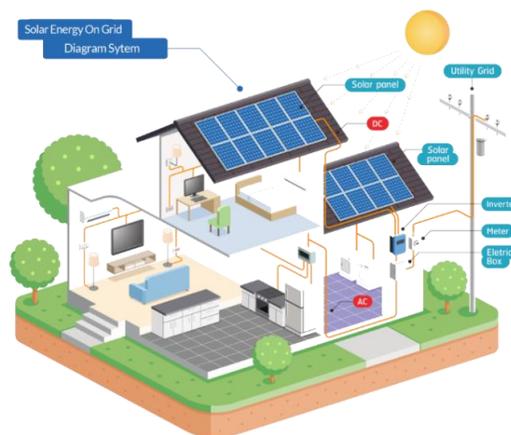
PENDAHULUAN

Teknologi pembangkit listrik tenaga surya pada saat sudah banyak dimanfaatkan sebagai tenaga *back-up* maupun sumber listrik utama untuk memenuhi kebutuhan energi listrik dalam keperluan sehari-hari, seperti untuk penerangan jalan umum, pompa air, industri rumahan (*home industry*) dan perkantoran yang memerlukan pasokan listrik setiap saat. Penggunaan atau pemanfaatan melalui sistem PLTS di Indonesia hingga akhir tahun mencapai 271,6 MW dengan jumlah pelanggan hingga 6.461 sektor, seperti residensial, sosial, pemerintah, bisnis, hingga industri.

PLTS *on-grid* merupakan Pembangkit Listrik Tenaga Surya yang masih terhubung dengan jaringan listrik dari PLN dimana kedua jaringan tersebut siap menyuplai daya yang diperlukan untuk peralatan listrik dirumah maupun industri. PLTS *on-grid* ini dikombinasikan dengan sistem *Automatic Transfer Switch* (ATS) dimana saat *supply* yang diberikan oleh PLN itu terputus maka langsung di *back-up* atau pindah secara otomatis dengan jeda waktu perpindahan sumber listriknya , sehingga yang mensuplai sumber listrik ke beban itu sumber listrik dengan memanfaatkan tenaga surya.

Penelitian yang membahas tentang PLTS on grid sudah cukup banyak dilakukan seperti penelitian oleh Bambang Sujanarko, tentang suatu metode baru pada proses sinkronisasi inverter dengan jaringan listrik PLN satu fasa. Hasil simulasi dengan MATLAB menunjukkan bahwa metode baru tersebut dapat menghasilkan sinkronisasi yang lebih baik dibandingkan dengan metode sinkronisasi yang lain, karena menghasilkan bentuk gelombang tegangan yang sama dengan bentuk gelombang jaringan PLN (Sujanarko, 2010), Selanjutnya penelitian oleh Helly Andri, tentang perancangan, pembuatan dan pengujian inverter satu fasa yang karakteristiknya sama dengan tegangan jaringan PLN. Proses tersebut dilakukan dengan mengontrol inverter menggunakan metode algoritma digital *Phase Locked Loop* (PLL) sehingga diperoleh tegangan, frekuensi dan sudut fasa yang sesuai dengan jaringan PLN (Andri, 2012).

Berdasarkan hal tersebut, masih sedikit penelitian yang membahas tentang operasi *Automatic Transfer Switch synchronous* saat operasi PLTS-PLN dengan sistem on grid atau menjawab permasalahan pemadaman listrik secara tiba-tiba dan akan *ter-back up* otomatis oleh ATS *synchronous* dimana sumber listrik yang disuplai tidak terputus sedetikpun. Dalam hal ini LVD (*Low Voltage Detection*) dan HVD (*High Voltage Disconnect*) yang nantinya akan menghentikan penggunaan dari sumber listrik yang digunakan serta modul ini yang nantinya akan mengatur dan mengamankan baterai agar tidak *overcharge* sehingga daya tahan baterai akan lebih lama digunakan, begitupun sebaliknya. PLTS adalah suatu pembangkit listrik yang menggunakan sinar matahari melalui sel surya (*photovoltaic*) untuk mengkonversikan radiasi sinar foton matahari menjadi energi listrik. Unjuk kerja PLTS sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu faktor lingkungan, faktor temperatur PV modul, faktor kondisi cuaca lingkungan dan faktor intensitas cahaya matahari (Anggara, 2014).



Gambar 1. Sistem PLTS *on-grid* pada rumah bertingkat

Pada dasarnya PLTS merupakan sumber energi terbarukan yang dimana memanfaatkan sinar matahari sebagai sumber energi yang tidak ada habisnya, selain dari itu PLTS adalah suatu pembangkit listrik yang ramah lingkungan karena tidak menimbulkan kebisingan dan tanpa mengeluarkan gas buangan atau polusi. Sistem PLTS *on-grid* dengan *back up battery* adalah sistem PLTS solusi energi hijau untuk penduduk perkotaan baik perumahan, perkantoran atau fasilitas publik. Sistem ini menggunakan modul surya (*Photovoltaic Module*) sebagai penghasil listrik yang ramah lingkungan dan bebas emisi. Sistem PLTS *on-grid* ini juga berfungsi sebagai backup energi listrik untuk menjaga kontinuitas operasional peralatan-peralatan elektronik. Jika suatu saat terjadi kegagalan pada suplai listrik PLN (pemadaman listrik) maka peralatan-peralatan elektronik dapat beroperasi secara normal dalam jangka waktu tertentu tanpa adanya gangguan. Keuntungan dari sistem ini adalah menghasilkan energi listrik mandiri dan mengurangi tagihan listrik PLN (Kananda, 2013).

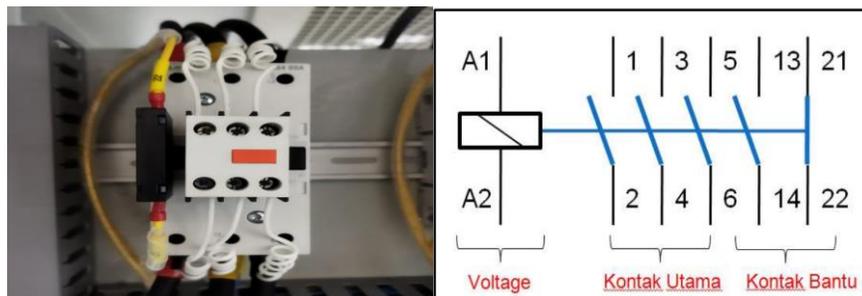
Secara umum fungsi dari ATS adalah untuk menghubungkan beban dengan dua sumber tenaga (sumber utama & sumber cadangan) atau lebih yang terpisah yang bertujuan untuk menjaga ketersediaan dan keandalan aliran daya menuju beban. Secara sederhana fungsi ATS adalah untuk melakukan transfer daya secara otomatis ke beban, dari sebuah sumber utama (jaringan listrik) ke sumber cadangan ketika terjadi gangguan pada sumber utama. Secara luas ATS telah diaplikasikan di industri maupun perkantoran yang membutuhkan sistem kelistrikan dengan tingkat keandalan yang tinggi (Ginting & Sinuraya, 2014).

Low Voltage Disconnect (LVD) pada sistem *Automatic Transfer Switch (ATS)* berfungsi untuk melindungi baterai dari kerusakan akibat adanya *overdischarge*. LVD ini akan memutuskan beban dari baterai secara otomatis saat tegangan baterai sudah turun mencapai batas *setting* tegangan rendah. Kemudian, secara otomatis akan tersambung kembali jika baterai sudah terisi kembali dan tegangannya sudah mencapai batas *setting* dengan tegangan *reconnect* (Ardiansyah, 2020). *Automatic Transfer Switch Synchronus* adalah sistem operasi

yang dapat berpindah secara otomatis dengan mensinkronkan gelombang tegangan yang dikeluarkan PLN dengan tegangan PLTS tanpa adanya listrik jeda sedetikpun, berbeda dengan ATS biasa yang dimana ketika beroperasi atau saat berpindah secara otomatis dengan adanya jeda listrik mati beberapa detik. Pada penelitian kali ini, penulis melakukan pengamatan pada penyusunan sistem *Automatic Transfer Switch Syncronus* pada PLN-PLTS *on grid* menggunakan dua trafo sebagai pemicu LVD dan HVD. Dalam proses penyusunan ini, penulis menggunakan beberapa komponen penting yang ada pada panel, diantaranya sebagai berikut:

1. Kontaktor

Kontaktor ialah komponen listrik yang bekerja dengan menggunakan prinsip kerja induksi elektromagnetik. Kontaktor berfungsi pada rangkaian untuk menyambung atau memutuskan arus listrik AC dengan sumber daya listrik yang besar dan biasanya digunakan untuk kendali motor pada listrik.



Gambar 2. Kontaktor dengan kontak-kontaknya

Kontaktor (*Magnetic Contactor*) yaitu peralatan listrik yang bekerja berdasarkan prinsip induksi elektromagnetik. Pada kontaktor terdapat sebuah belitan yang mana bila dialiri arus listrik akan timbul medan magnet pada inti besinya, yang akan membuat kontakannya tertarik oleh gaya magnet yang timbul tadi. Kontak bantu NO (*Normally Open*) akan menutup dan kontak bantu NC (*Normally Close*) akan membuka. Kontak pada kontaktor terdiri dari kontak utama dan kontak bantu. Kontak utama digunakan untuk rangkaian daya sedangkan kontak bantu digunakan untuk rangkaian kontrol. Didalam suatu kontaktor elektromagnetik terdapat kumparan utama yang terdapat pada inti besi. Kumparan hubung singkat berfungsi sebagai peredam getaran saat kedua inti besi saling melekat (Gunawan, 2017).

2. Modul LVD dan HVD

Penggunaan modul LVD (*Low Voltage Disconnect*) digunakan untuk melindungi baterai dari kerusakan dan membuat lebih lama *life time* dari baterai yaitu dengan membatasi penggunaan energi baterai pada 80% dari kapasitas baterai. Modul LVD (*Low Voltage Disconnect*) berfungsi sebagai pemutus aliran daya dari

baterai ke inverter ketika tegangan baterai di bawah tegangan yang sudah ditentukan. Inverter terhubung ke relay sebagai pengendali utama pada perpindahan aliran daya antara panel surya maupun listrik PLN.



Gambar 3. Modul *low voltage disconnect*

HVD (*High Voltage Disconnect*) berfungsi untuk memutus listrik dari modul surya ketika baterai atau aki sudah penuh terisi. Listrik dari modul surya ini nantinya akan dimasukkan kembali ke baterai jika *voltage battery* kembali turun.

3. Transformator

Transformator bekerja berdasarkan induksi elektromagnetik. Saat lilitan primer terhubung dengan arus AC biasanya akan menghasilkan perubahan arus listrik. Perubahan arus listrik yang terjadi akan berpengaruh pada medan magnet yang ada dan membuat inti besi semakin kuat. Nantinya inti besi ini akan mengantarkan perubahan pada lilitan sekunder.



Gambar 4. Trafo AC 220V

Kondisi ini menyebabkan adanya GGL induksi yang terjadi pada lilitan sekunder. Proses ini seringkali disebut dengan induksi bolak-balik dan cara kerjanya sama dengan induksi bolak balik dan cara kerjanya sama dengan

induksi elektromagnetik. Dimana keduanya baik induksi bolak-balik atau induksi magnetik juga memiliki penghubung magnetik antara lilitan primer dan sekunder (Djufri, 2021).

Transformator merupakan suatu komponen yang dapat bekerja berdasarkan sebuah kumparan yang diinduksikan pada kumparanlain, trafo hanya dapat bekerja ketika diberikan suatu aliran arus listrik ac (arus bolak-balik) dan sebaliknya transformator tidak dapat bekerja ketika arus yang dialirkannya aliran arus DC (arus searah). Transformator merupakan suatu peralatan tenaga listrik yang berfungsi sebagai untuk menyalurkan tenaga atau daya listrik dari suatu tegangan tinggi ke tegangan rendah atau sebaliknya (Febriyan, 2023).

4. Relay AC

Relay adalah suatu peralatan elektronik yang berfungsi untuk memutuskan atau menghubungkan suatu rangkaian listrik yang satu yang lainnya. Relay merupakan salah satu peralatan listrik yang prinsip kerjanya mengacu pada induksi medan elektromagnetik. Bila sebuah penghantar atau pada relay merupakan kawat tembaga dialiri dengan arus listrik, maka akan timbul medan magnet pada sekitar penghantar tersebut.



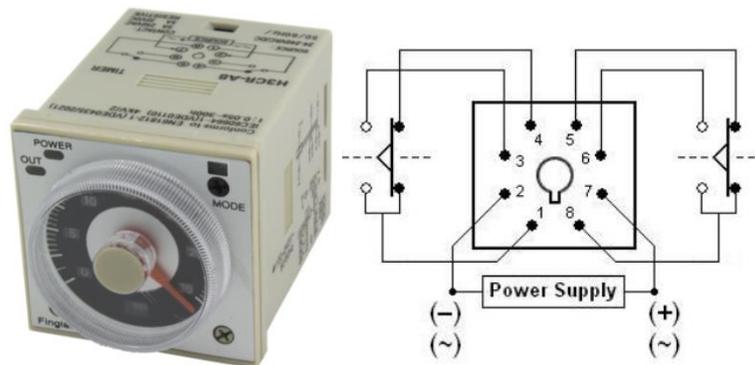
Gambar 5. Relay AC 230V

Relay adalah Saklar (Switch) yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen *Electromechanical (Elektromekanikal)* yang terdiri dari 2 bagian utama yakni Elektromagnet (*Coil*) dan Mekanikal (seperangkat Kontak Saklar/Switch). Relai menggunakan Prinsip Elektromagnetik untuk menggerakkan Kontak Saklar sehingga dengan arus listrik yang kecil (*low power*) dapat menghantarkan listrik yang bertegangan lebih tinggi *Time Delay Relay* (Sumahendra, 2010).

5. *Timer Delay Relay* (TDR)

Time Delay Relay (TDR) atau biasa disebut dengan relay penunda waktu banyak digunakan dalam

suatu instalasi listrik, terutama yang sering dijumpai pada instalasi yang membutuhkan pengaturan waktu secara otomatis. Timer ini bertujuan untuk mengatur waktu hidup atau mati pada kontaktor, dimana kontaktor ini nantinya menghubungkan beban dari power inverter dan beban dari PLN. Kumparan pada timer akan bekerja selama mendapat sumber arus.



Gambar 6. *Timer delay relay dan kontak penghubungnya*

TDR adalah komponen elektronik yang dibuat untuk menunda waktu yang dapat di atur sesuai range timer tertentu dengan memutus kontak relay yang biasa digunakan untuk memutus atau menyalakann peralatan kontrol. Timer akan bekerja ketika coil mendapatkan kontak berupa tegangan atau arus maka timer akan mulai menghitung sesuai dengan pengaturan (Febrianto, 2010).

METODE

Dalam melakukan penelitian ini dilaksanakan selama satu bulan dimulai pada tanggal 14 September 2023 sampai dengan 13 Agustus 2023 di PT Tiga Kreasi Indonesia, penulis menggunakan metode penelitian yaitu dengan melakukan studi kasus secara langsung di industri dan melakukan wawancara dengan tenaga ahli studi kasus. Alur skema penelitian ini dapat dilihat pada Gambar sebagai berikut:

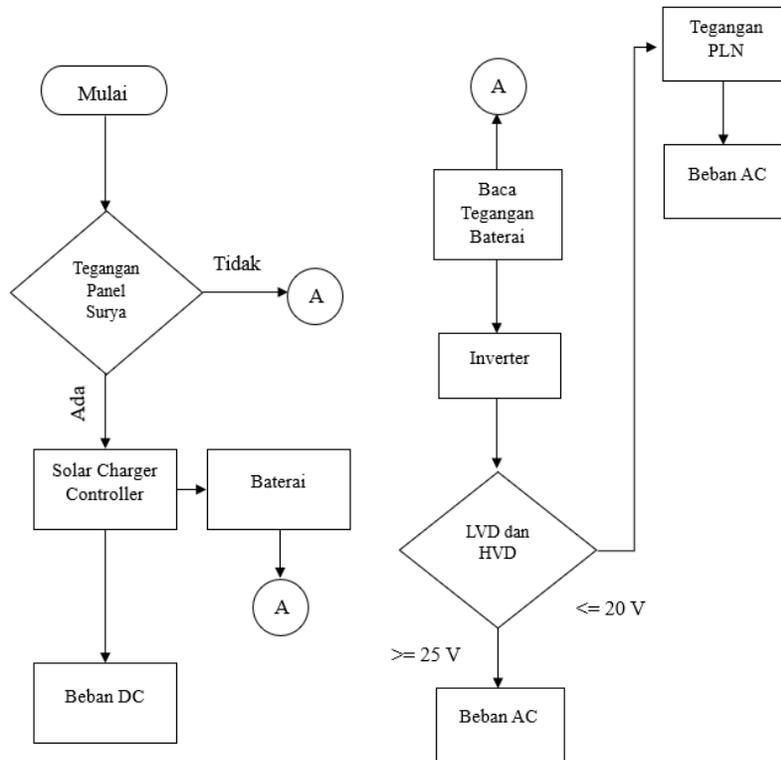


Gambar 7. Alur pelaksanaan penelitian

Selanjutnya, penulis melakukan tahapan penelitian dengan melakukan observasi permasalahan terkait permasalahan yang mencakup Sistem *Automatic Transfer Switch Sincronous*, PLN-PLTS on grid, serta LVD dan HVD. Kemudian, penulis mulai mengkaji dan menganalisis dari data hasil observasi. Bersamaan dengan hal tersebut, penulis melakukan wawancara kepada tenaga ahli studi kasus untuk pengambilan konten pada laporan akhir, serta penyusunan laporan akhir.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada Sistem *Automatic Transfer Switch* ini berfungsi sebagai pengaman peralatan listrik dan pengaman data-data yang mudah hilang apabila terjadinya pemadaman listrik yang tidak diketahui. Cara kerja rangkaian ini yaitu memindahkan daya supply tanpa adanya jeda mati saat perpindahan untuk digunakan peralatan listrik, rangkaian ini bisa dioperasikan secara 2 bagian dimana terdapat prioritas PLN dan prioritas PLTS.



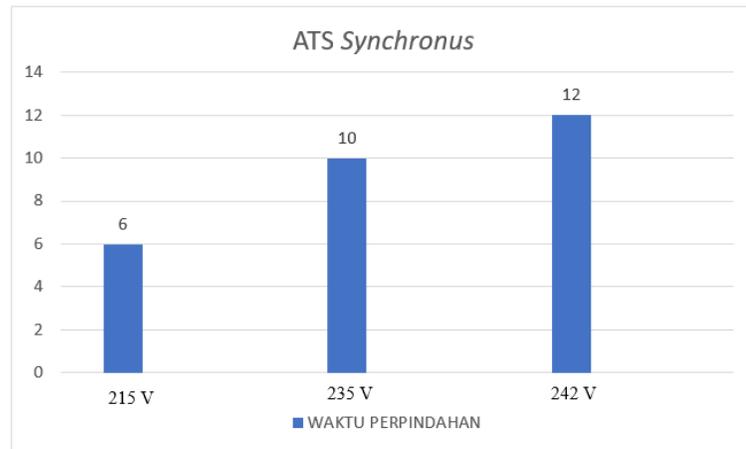
Gambar 8. Diagram alur *ATS synchronus* PLTS-PLN

Pada tahapan ini dilakukan simulasi percobaan *ATS Synchronus* yang dilakukan sebanyak 3 kali percobaan untuk mengetahui waktu yang diperlukan dalam menyelaraskan frekuensi atau gelombang tegangan agar perpindahan suplai tegangan terjadi, Adapun data yang diperoleh diantaranya pada tabel berikut.

Tabel 1. Percobaan perpindahan rangkaian *ATS synchronus* PLTS-PLN

No.	Besar Tegangan yang Disuplai (Volt)	Waktu Perpindahan (detik)
1.	215	6
2.	235	10
3.	242	12

Berdasarkan tabel di atas adalah berupa data yang didapatkan selama pengujian rangkaian atau sistem *ATS Synchronus* yang digunakan pada PLTS-PLN, adapun manfaat dari penggunaannya seperti memperpanjang umur peralatan listrik yang digunakan, tidak adanya reboting saat salah satu sumber tegangan terputus.



Gambar 9. Grafik perpindahan *ATS synchronus* PLN-PLTS

Berdasarkan gambar di atas dapat dilihat bahwa semakin besar nilai tegangan yang sedang digunakan sebagai tenaga utama maka semakin lama pula waktu yang dibutuhkan untuk melakukan perpindahan secara otomatis dengan perpindahan tanpa jeda mati saat *switch* (berpindah). Oleh karena itu, *ATS Synchronus* berperan sebagai pengaman suatu peralatan listrik dan sebagai solusi dari perusahaan yang membutuhkan suplai daya yang secara terus menerus.

KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan yang telah diuraikan sebelumnya, maka dapat disimpulkan bahwa *Automatic Transfer Switch Synchronus* merupakan salah satu sistem atau rangkaian yang akan bekerja secara otomatis ketika salah satu daya yang disuplai dari PLN maupun PLTS itu terputus atau terjadi pemadaman. *ATS Synchronus* ini mempunyai manfaat seperti menjaga agar peralatan listrik yang membutuhkan suplai tenaga secara terus menerus tidak *rebooting* ulang saat perpindahan terjadi. Dalam perpindahan PLN ke PLTS maupun sebaliknya memerlukan beberapa waktu untuk menyelaraskan frekuensi atau gelombang tegangan PLN dengan tegangan PLTS, semakin tinggi tegangannya maka semakin membutuhkan waktu yang lama untuk perpindahan itu terjadi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu penelitian ini sehingga dapat berjalan dengan lancar dan baik, khususnya kepada PT. Tiga Kreasi Indonesia yang telah memberikan kesempatan dalam melakukan penelitian praktik industri ini serta Dosen Pembimbing Praktik Industri, Bapak Dr. Irwanto, S.Pd.T., M.T., M.M., M.Pd., M.Si., M. Psi., M.A. yang telah memberikan bimbingan dalam menyelesaikan laporan akhir ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Andri, H. *Inverter Satu Fasa Sinkron Berbasis Digital Phase Locked Loop (tesis)*. Depok: Universitas Indonesia; 2012
- Anggara, I.W.G.A., Kumara, I.N.S. dan Giriantari, I.A.D., 2014, Studi Terhadap Unjuk Kerja Pembangkit Listrik Tenaga Surya 1,9 KW di Universitas Udayana Bukit Jimbaran, *E-Journal SPEKTRUM*, Vol. 1, No. 1 Desember 2014.
- Ardiyansyah, A. (2020). *Perancangan Sistem Keamanan Kolam Ikan Jaring Terapung Di Danau Jatiluhur Menggunakan Energi Alternatif Panel Surya Berbasis Internet Of Things* (Doctoral dissertation, Universitas Komputer Indonesia).
- Djufri, I. A. (2021). *Transformator*. Deepublish.
- Febriyan, R., & Cahyono, B. D. (2023). Pemeliharaan Pada Mesin Moulding Unimat 22 A Di PT. Sejin Lestari Furniture. *Jurnal Teknik Mesin, Industri, Elektro dan Informatika*, 2(1), 262-274.
- Fabrianto, L., Rohman, A. S., & Corio, D. Perancangan ATS (Automatic Transfer Switch) Dengan TDR (Time Delay Relay) dan Sistem Monitoring Prototype DC (Direct Current) Microgrid Berbasis Website.
- Ginting, H. P., & Sinuraya, W. E. (2014). Perancangan Automatic Transfer Switch (Ats) Parameter Transisi Berupa Tegangan Dan Frekuensi Dengan Mikrokontroler Atmega 16. *TRANSMISI*.
- Gunawan, E., & Wahyono, E. (2017). Rancangan Instalasi Lampu Penerangan Jalan Umum Dengan Sistem Kontaktor Dan Timer. *Cahaya Bagaskara: Jurnal Ilmiah Teknik Elektronika*, 1 (1), 36-44.
- Kananda, K. dan Nazir, R., 2013, Konsep Pengaturan Aliran Daya untuk PLTS Tersambung ke Sistem Grid pada Rumah Tinggal, *Jurnal Nasional Teknik Elektro*, Vol: 2, No. 2, September 2013, ISSN: 2302-2949.
- Mahrifatika, P., & Darmawan, I. A. (2022). Perbandingan Konsumsi Energi Motor Induksi 3 Fasa Antara Kontaktor Dan Variable Speed Drive (Inverter) Pada Mesin Circular Loom Di PT. Murni Mapan Mandiri. *Jurnal Sains dan Teknologi*, 1(2), 35-46.
- Mulyono, M., Hendrawati, D., Prasetyo, B., Wahyono, W., Margana, M., Suwarti, S. & Apriandi, N. (2022). Pelatihan Skill dan Pengetahuan Instalasi PLTS bagi Masyarakat Kelurahan Mangunharjo Kota Semarang. *Jurnal DIANMAS*, 11(02).
- Putro, A. K. (2022). *Perancangan Automatic Transfer Switch pada Panel Surya Hybrid Dilengkapi dengan IoT Monitoring* (Doctoral dissertation).
- Sujanarko, B. *Metode Sinkronisasi Inverter Satu Fase dengan Jaringan Listrik yang Terdistorsi*. *Jurnal TELKOMNIKA*. 2010; vol 8, no. 1 April: 49-56
- Sumahendra, Wayan (2010) Tugas Akhir Simulasi Pembelajaran Panel Hubung Bagi Menggunakan Rangkaian Kontaktor dan Relay Jurusan Teknik Elektro Universitas Pendidikan Ganesha.