

**RANCANG BANGUN SISTEM *AUTO TRANSFER SWITCH* BERBASIS
*RELAY***



SKRIPSI

Diajukan Sebagai Syarat untuk Mendapatkan Gelar Sarjana
Program Strata-1 Pada Fakultas Teknik Program Studi Teknik Elektro
Universitas Muhammadiyah Palembang

Disusun Oleh:

Doni Syaputra

132016125

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG
2020**

SKRIPSI
RANCANG BANGUN SISTEM *AUTO TRANSFER SWITCH* BERBASIS RELAY



Merupakan syarat untuk memperoleh gelar sarjana
Telah dipertahankan di depan dewan penguji
Pada 13 Agustus 2020

Dipersiapkan dan Disusun Oleh
DONI SYAPUTRA

Susunan Dewan Penguji

Pembimbing 1

Ir. Zulkifli Saleh, M.Eng.
NIDN : 0212056402

Penguji 1

Sofiah, S.T., M.T
NIDN: 0209047302

Pembimbing 2

Rika Noverianty, S.T., M.T
NIDN : 0214117504

Penguji 2

Ir. Muhar Danus, M.T
NIDN: 0210105601

Penguji 3

Yosi Apriani, S.T., M.T
NIDN : 0213048201

Menyetujui,
Dekan Fakultas Teknik

Dr. Ir. Kgs. Ahmad Roni, M.T.
NIDN : 0227077004

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Elektro

Taufik Barlian S.T., M.Eng.
NIDN : 218017202

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah di ajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah di tulis atau di terbitkan oleh orang lain, Kecuali yang secara tertulis di acu dalam naska ini dan di sebutkan di dalam daftar pustaka.

Palembang, 08 Agustus 2020

Yang Membuat pernyataan

METERAI
TEMPEL

ID7A0AHF53018D117

6000
RUMAH KUNYAS

Doni Syaputra

KATA PENGANTAR



Alhamdulillah, segala puji dan syukur penulis panjatkan Kehadirat Allah SWT karena berkat rahmat dan hidayah-Nya lah sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini guna memenuhi syarat gelar sarjana pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.

Adapun judul skripsi ini adalah **“RANCANG BANGUN SISTEM AUTO TRANSFER SWITCH BERBASIS RELAY”** Penulis dapat menyelesaikan skripsi ini berkat bimbingan, arahan, dan nasehat yang tidak ternilai harganya. Untuk itu, pada kesempatan ini dan selesainya skripsi ini, penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada :

1. ALLAH SUBHANAHU WA TA'ALA
2. Ke dua Orang Tua Saya , yang selalu berjuang untuk anaknya
3. Bapak Ir. Zulkifli Saleh., M.Eng. Selaku Dosen Pembimbing 1
4. Ibu Rika Noverianty,S.T,M.T. Selaku Dosen pembimbing 2

Ucapan terimakasih kepada pihak yang berperan dalam membantu penyelesaian skripsi, yaitu :

1. Bapak **Dr. Abid Dzajuli, S.E., M.M** Selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Palembang.
2. Bapak **Dr. Ir. Kgs. Ahmad Roni, M.T.** Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.
3. Bapak **Taufik Barlian. S.T.,M.Eng.** Selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Palembang.
4. Bapak **Feby Ardianto, M.Cs** Selaku Sekertaris Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Palembang.
5. Seluruh Dosen Fakultas Teknik Elektro dan seluruh Staff Universitas Muhammadiyah Palembang.

6. Kedua orang tua ku bapak ku LASUARDI ILYAS ibu ku NURBAITI dan kakak ku Bandi irwansyah, Asep ilyadi dan Erwin Agustian yang tak kenal lelah memberiku doa dan dukungan baik moril maupun materil.
7. Teman-temanku Renewable Energi Team dan seluruh angkatan 2016.
8. Semua pihak yang terkait dalam penyelesaian skripsi ini.
9. Dan adeku Vivin Lestari yang selalu memberiku semangat.

Tiada lain harapan penulis semoga Allah SWT membalas segala niat baik pada semua pihak yang tersebut diatas.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam penulisan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan adanya saran dan kritik yang bersifat membangun, demi kebaikan penulisan yang akan datang. Dan juga penulis berharap semoga karya yang sederhana ini dapat bermanfaat bagi Perkembangan Ilmu dan teknologi, khususnya di Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Palembang.

Palembang, 10 Agustus 2020



Doni Syaputra

MOTTO

Janganlah kamu bersikap lemah dan janganlah pula kamu bersedih hati, padahal kamulah orang yang paling tinggi derajatnya jika kamu beriman.

(QS : Al-imron : 139)

“Ketika kau sedang mengalami kesusahan dan bertanya-tanya kemana Allah, cukup ingat bahwa seorang guru selalu diam saat ujian berjalan”.

(Nourman Ali Khan)

“barang siapa keluar untuk mencari ilmu maka dia berada di jalan Allah”

(HR. Turmudzi)

‘Tajam dalam bertidak ,taguh menghadapi ujian dan Terpuji dalam bersikap’

(Doni Syaputra)

”Selalu ingat dengan orang tua di rumah karena kunci keberhasilan kita tidak liput dari doa orang tua kita”

(Doni Syaputra)

ABSTRAK

RANCANG BANGUN SISTEM AUTO TRANSFER SWITCH BERBASIS RELAY Pemanfaatan energi terbarukan diantaranya dengan memanfaatkan tenaga radiasi matahari dengan menggunakan sel surya sebagai pengkonversi energi matahari menjadi energi listrik yang dikenal dengan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat merancang bangun alat ATS menggunakan rele sebagai komponen pendukung sistem PLTS, dan menganalisis hasil pengujian alat. Rancang bangun sistem ATS berbasis rele yang diuji dengan berbagai besaran beban menunjukkan rentang waktu peralihan pada rele bekerja antara 0,041 detik dan 0,296 detik. ATS merupakan seperangkat suatu rangkaian yang mampu memindahkan beban dari sumber listrik utama ke sumber listrik cadangan.

Kata Kunci : *Auto Transfer Switch, Sela Waktu Inverter PLN, Relay*

ABSTRACT

RELAY BASED AUTO TRANSFER SWITCH SYSTEM DESIGN The use of renewable energy includes utilizing solar radiation power by using solar cells as a converter of solar energy into electrical energy, known as Solar Power Plant (PLTS). The purpose of this research is to design an ATS device using the relay as a supporting component of the PLTS system, and to analyze the results of the test tool. The design of the relay-based ATS system which is tested with various load sizes shows the switching time range of the relay working between 0.041 seconds and 0.296 seconds. ATS is a set of circuits capable of moving loads from the main power source to the backup power source.

Keywords: Auto Transfer Switch, PLN Inverter Interval Time, Relay

DAFTAR ISI

DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
BAB 1	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Sistematika Penulisan	2
BAB 2	4
TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 ATS (<i>Automatic Transfer Swict</i>).....	4
2.2 Energi Matahari	5
2.2.1 Radiasi yang dipancarkan oleh matahari.....	5
2.3 Sel Surya <i>Photovoltaic</i>	6
2.3.1 Struktur panel surya	7
2.3.2 Efek <i>photovoltaik</i>	9
2.3.3 Karakteristik Sel Surya.....	9
2.3.4 Cara kerja Sel Surya.....	10
2.4. Batere/Akumulator.....	10
2.4.1. Prinsip Kerja Akumulator	11
2.5 <i>Solar Charge Controller</i>	12
2.6 Inverter.....	12
2.7 Magnetik Kontaktor 220 VAC.....	13
2.8 <i>Relay</i>	14
2.9. Penghantar Instalasi	14
2.9.1 Kabel NYA.....	15
2.9.2 Kabel NYM.....	15
2.10. MCB.....	15
2.11. Rangkain Seri dan Paralel.....	16
2.12. Beban DC dan AC	17
2.12.1 Motor DC.....	17

2.12.2 Lampu Pijar	18
BAB 3	19
METODE PENELITIAN.....	19
3.1 Diagram <i>Fishbone</i>	19
3.2 Alat dan Bahan.....	19
3.3 Tahap pelaksanaan	20
BAB 4	21
HASIL DAN ANALISA	21
4.1 Hasil	21
4.1.1 Data Pengujian	21
4.2 Analisis	26
BAB 5	27
PENUTUP	27
5.1 Kesimpulan	27
5.2 Saran	27

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Simbol kontaktor.....	4
Gambar 2. 2. Berbagai kondisi Air Mass yang bergantung pada sudut elevasi matahari...	5
Gambar 2. 3Sel surya <i>photovoltaic</i> jenis (1) monokristalin (2) polikristalin.....	6
Gambar 2. 4Struktur dasar, bentuk dan simbol sel surya.....	7
Gambar 2. 5 Efek photovoltaik.....	9
Gambar 2. 6 Karakteristik Sel Surya pada tiga daerah kondisi.....	10
Gambar 2. 7. Ilustrasi cara kerja sel surya dengan prinsip p-n junction.	10
Gambar 2. 8. Batere/aki sebagai penyimpan energi listrik	11
Gambar 2. 9. <i>Charge Controller</i>	12
Gambar 2. 10. Inverter untuk mengubah arus DC menjadi AC.....	13
Gambar 2. 11. Magnetik Kontaktor	13
Gambar 2. 12. Relay pengontrol sumber tegangan.....	14
Gambar 2. 13. Kabel NYA	15
Gambar 2. 14. Kabel NYM.....	15
Gambar 2. 15. MCB 220VAC dan kontak MCB 220VAC.....	16
Gambar 2. 16. Motor DC	17
Gambar 2. 17. Lampu Pijar.....	18
Gambar 4. 1 Grafik arus dan waktu sela inverter ATS ke PLN hubung.....	21
Gambar 4. 2. Grafik tegangan dan waktu sela inverter ATS ke PLN hubung.....	22
Gambar 4. 3. Grafik arus dan waktu sela inverter ATS ke PLN hubung.....	23
Gambar 4. 4. Grafik tegangan dan waktu sela inverter ATS ke PLN hubung.....	24
Gambar 4. 5. Grafik arus dan waktu sela inverter ATS ke PLN hubung.....	25
Gambar 4. 6. Grafik tegangan dan waktu sela inverter ATS ke PLN hubung.....	26

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Alat Pengukuran	19
Tabel 3. 2 Bahan Pengukuran	19
Tabel pengukuran 4. 1. Arus dan waktu sela inverter ATS ke PLN hubung	22
Tabel pengukuran 4. 2. Tegangan dan waktu sela inverter ATS ke PLN hubung	23
Tabel pengukuran 4. 3. Arus dan waktu sela inverter ATS ke PLN hubung	24
Tabel pengukuran 4. 4. Tegangan dan waktu sela inverter ATS ke PLN hubung	25
Tabel pengukuran 4. 5. Arus dan waktu sela inverter ATS Ke PLN dengan.....	26
Tabel pengukuran 4. 6. Arus dan waktu sela inverter ATS Ke PLN dengan.....	26

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebutuhan energi listrik di Indonesia dan di dunia terus meningkat karena pertumbuhan penduduk, pertumbuhan ekonomi dan pola konsumsi energi yang terus meningkat. Sedangkan energi fosil yang selama ini merupakan sumber energi utama seperti bahan bakar ketersediaannya sangat terbatas dan terus mengalami deplesi atau menipisnya persediaan bahan. Dengan menipisnya bahan energi fosil pada saat ini menjadi salah satu penyebab terhambatnya peningkatan dalam memproduksi energi listrik (Yuda Agus Tri Sistiawan, 2019). Sedangkan menurut (Asma & Zubir, 2019, hal. 20). ancaman pemanasan global di bumi membuat perlunya mencari sumber energi alternatif. Pencarian energi terbarukan dan murah menjadi subjek dari beberapa penelitian saat ini, dan penemuan sel surya adalah salah satu terobosan menuju energi alternatif yang dapat diandalkan.

Penggunaan energi terbarukan, termasuk penggunaan sel surya untuk mengubah energi matahari menjadi energi listrik, inilah yang disebut pembangkit listrik tenaga surya (PLTS). Cahaya matahari terdiri atas foton atau partikel energi surya yang dikonversi menjadi energi listrik. Energi yang diserap oleh sel surya disalurkan pada electron-sel surya untuk dikonversi menjadi energi listrik(Suriadi & Mahdi, 2010).

Photovoltaic cell (PV) 1 adalah semikonduktor yang tersusun dari dioda p-n junction, saat terkena sinar matahari akan menghasilkan energi listrik yang dapat digunakan dan mengubahnya menjadi efek fotolistrik. Sel surya telah banyak digunakan, terutama di daerah terpencil atau jaringan listrik, satelit yang mengorbit (bumi), kalkulator genggam, dan daerah di mana pompa air tidak dapat menyediakan listrik. Panel surya dalam bentuk modul / panel surya dapat dipasang di atap gedung, kemudian dihubungkan dengan inverter untuk mengubah tegangan DC dari DC menjadi AC yang dibutuhkan untuk keperluan rumah

tangga, dan melewatkannya melalui alat pengukur jaring. Gabungkan ke dalam kisi(Rois, Gunawan N, & Ir. Chayun B, 2019)

PLTS akan lebih efektif jika dalam pengaplikasiannya dengan sistem kontrol yang efektif pula, dalam perencanaan penelitian ini menerapkan alat *Automatic Transfer Switch* (ATS) untuk kelistrikan *hybrid* PLN dan sel surya pada rumah tangga. Sistem *hybrid* ini memadukan antara energi listrik dari PLN dan energi alternatif yang menggunakan panel surya, kedua jenis energi listrik tersebut akan bekerja secara bergantian(Abdul, Eliza, & Redy, 2018).

Beberapa studi telah dilakukan terhadap ATS dan pengembangannya, diantaranya studi tentang fungsi ATS, dan beberapa studi tentang penambahan sistem mikrokontroler pada peralatan ATS, ditambahkan mikrokontroler digunakan sebagai pengontrol atau fungsi monitoring pada ATS.(Robinzon, Dadan, & Sugondo, 2016)

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat merancang bangun alat ATS menggunakan rele sebagai komponen pendukung sistem PLTS, dan menganalisis hasil pengujian alat.

1.3 Batasan Masalah

Pembahasan pada penelitian ini dibatasi dalam lingkup rancang bangun ATS dan analisis kinerja ATS.

1.4 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan pada penelitian ini disusun dengan rincian sebagai berikut:

BAB 1 : PENDAHULUAN

Bab ini berisi antara lain latar belakang, tujuan penelitian, batasan masalah, serta sistematika penulisan.

BAB 2 : TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini dibahas secara umum mengenai teori-teori pendukung dan kajian penelitian terdahulu yang berkaitan dengan ATS.

BAB 3 : METODE PENELITIAN

Bab ini membahas secara rinci mengenai metode penelitian, tahapan pelaksanaan penelitian yang diuraikan dalam diagram fishbone, komponen dan bahan pembentuk ATS.

BAB 4 : DATA DAN PEMBAHASAN

Bab ini membahas tentang hasil penelitian dan analisis data yang diperoleh saat melakukan penelitian.

BAB 5 : KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan dan saran dari skripsi yang telah dibuat.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdul, M., Eliza, & Redy, H. (2018). ALAT AUTOMATIC TRANSFER SWITCH (ATS) SEBAGAI SISTEM KELISTRIKAN HYBRID. *Jurnal Surya Energy Vol. 2 No. 2, Maret 2018*, 172.
- Agusi, M., Zulfikar, & Zulhelm. (2017). Desain Sistem Transfer Beban Otomatis dari Sumber. *Vol.2 No.4 2017: 73-77, 73-77*.
- Akmall, F. M. (2019). ANALISIS EFISIENSI OUTPUT PRODUKSI PLTS BERBASIS FIX MOUNTING DAN. *e-Proceeding of Engineering : Vol.6, No.2 Agustus 2019 | Page 4891, 2*.
- Alfith. (2013). Kelayakan Instalasi Listrik Rumah Tangga Dengan Pemakaian Lebih Dari 10 Tahun. *Volume 2 No. 2; Juli 2013*, 63-70.
- Analisiskinerja, & Isdawimah. (2010). *FT UI, 2010*, 80.
- Andi, A., & Andriyono. (2016). Aplikasi Mikrokontroler Pada Peralatan Automatic Transfer Switch (ATS) Untuk Relay Tegangan PLN dan Solar sel. *Vol. 5 No. 3, Desember 2016*, 196-201.
- Aryza, S., Hermansyah, Siahaan, A. P., & Suherman. (2017). Implementasi Energi Surya Sebagai Sumber Suplai Alat Pengering Pupuk Petani Portabel. *IT Journal Research and Development*, 12-18.
- Asma, & Zubir. (2019). IMPLEMENTASI AUTOMATIC TRANSFER SWITCH ANTARA SISTEM. *Volume 3, No. 3, Desember 2019*, 20.
- Choirul, R. (2017). PENGGUNAAN SOLAR SEL SEBAGAI PEMBANGKIT. *Penggunaan Solar Sel Sebagai Pembangkit Tenaga Surya 2017*, 8.
- Emidiana, M. W. (2018). Karakteristik Kabel Yang Di Tekuk Saat di Aliri Arus. *Volume 3 No 1, Juni 2018*, 156-162.
- Hafid, A., Abidin, Z., Husain, S., & Umar, R. (2017). Analisa Pembangkit Listrik Tenaga Surya. *Vol.14, No.1, Maret 2017*, 6-12.
- Hasnawiya, H. (2012). Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya di Pulau Saugi. *Volume 10, Nomor 2, Juli - Desember 2012*, 169-180.
- Helmi, M., & Fitria, D. (2019). Optimasi Radiasi Sinar Matahari Terhadap Solar Cel. *Volume 7, Nomor 2, Juli 2019*, 86-92.
- Hendrawan, A., & Nusantara, M. (2018). DAYA LISTRIK DAN INTENSITAS PENERANGAN. *Jurnal Sainlara*, 1-5.

- Hendro, U., Ageng, S., & Sri, R. S. (2016). IMPLEMENTASI AUTOMATIC TRANSFER SWITCH BERBASIS PLC. *Jl. Prof. Sumantri Brojonegoro No.1 Bandar Lampung 35145*, 2.
- Joko, P. T., Johar, D. D., & Legino, S. (2017). IMPLEMENTASI LOGIKA FUZZY UNTUK SISTEM OTOMATISASI. *JURNAL ENERGI & KELISTRIKAN VOL. 9 NO. 2, JUNI - DESEMBER 2017* , 111-119.
- Kartika, I. (2017, Maret). ANALISA RUGI-RUGI DAYA DIAKIBATKAN ARUS KAPASITIF. *Jurnal Surya Energy, 1*, 100-111.
- Kusuma, B. K., Partha, I. G., & Sukerayasa, W. I. (2020). Perancangan Sistem Pompa Air DC Dengan PLTS 20 KWp Tianyar Tengah Sebagai Suplai Daya Untuk Memenuhi Kebutuhan Air Masyarakat Banjar Bukit Lambuh . *Jurnal SPEKTRUM* , 46-56.
- LaserFocusWorld. (2009, Mei 21). *PHOTOVOLTAICS: Measuring the 'Sun' An optical power meter and a thermopile detector both have applications in photovoltaics research*. Dipetik Juli 14, 2020, dari LaserFocusWord: <https://www.laserfocusworld.com/lasers-sources/article/16566681/photovoltaics-measuring-the-sun>
- Lumempouw, R. J., Rumbayan, D. E., ST., M., & Ir. Hans Tumaliang, M. (2015). Studi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Makalehi Di PLN Area Tahuna Rayon Siau Kabupaten Kepulauan Sitaro. *vol. 4 no. 7 (2015)*, 79-86.
- Mahendra, I. P., Nurhayata, I. G., & Ariawan, K. U. (2017). Pengembangan Modul Prototipe MCB Elektronik Sebagai Media Pembelajaran . *Vol. 14, No. 2, Juli 2017*, 1-10.
- Mahmud, I. (2019). Rancang Panel Surya Untuk Instalasi Penerangan Rumah Sederhana. *Volume 1, Terbitan 1, Juli 2019 (17 - 22)* , 18.
- Mengko, A. A., Patras, L. S., & Lisi, F. (2016). Rancang Bangun Sistem Fleksible ATS. *vol.5 no.2 (2016)*, 67-76.
- Muhammad, F. H. (2017). Perancangan Rooftop Off Grid Solar Panel Pada Rumah Tinggal. *Vol. 8 No. 1 Januari 2017*, 1-11.
- Naim, M. (2017). Rancangan Sistem Kelistrikan PLTS Off Grid 1000 Watt. *Vol. 9, No. 1, November 2017*, 27-32.
- Pakpahan, S. M. (2019). RANCANG BANGUN AMF-ATS BERBASIS SIM800L DENGAN FUNGSI MONITORING. *Volume 08 Nomor 01 Tahun 2019, 81-89*, 81-89.

- Robinzon, P., Dadan, N. R., & Sugondo, H. (2016). RANCANG BANGUN DAN IMPLEMENTASI AUTOMATIC. *Jurnal Elektro Telekomunikasi Terapan Desember 2016*, 333.
- Rois, A. D., Gunawan N, S. M., & Ir. Chayun B, . M. (2019). Analisa Performansi dan Monitoring Solar. *JURNAL TEKNIK POMITS*, 1.
- Rosalina, & Sinduningrum, E. (2019). Penerapan Pembangkit Listrik Tenaga Surya. *Vol. 4, 2019*, 74-83.
- Saleh, M., & Haryanti, M. (2017). Rancang Bangun Sistem Keamanan Rumah Menggunakan Relay. *Vol. 8 No. 2 Mei 2017* , 87-94.
- Setiono. (2015). Perancangan Sistem Automatic Transfer Switch (ATS). *Vol. 11 No. 01, 31 - 36 .*, 1-9.
- Smile, B. (2013, Mei 13). <http://www.biggreensmile.com/graffiti>. Dipetik Juli 14, 2020, dari <http://www.biggreensmile.com>:
<http://www.biggreensmile.com/graffiti/files/media/Solar%20Cell.gif>
- Suriadi, & Mahdi, S. (2010). Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya. *Jurnal Rekayasa Elekrika Vol. 9, No. 2, Oktober 2010*, 77.
- Suriansyah, B. (2014). Catu Daya Cadangan Berkapasitas 100 Ah/12 V Untuk Laboratorium Otomasi Industri poliban. *Jurnal INTEKNA, Tahun XIV, No. 2, Nopember 2014 : 102 - 209*, 1-9.
- Surya, B. E. (2019, Juni 18). *Bumi Energi Surya*. Dipetik Juli 14, 2020, dari <https://bumienergisurya.com/>: <https://bumienergisurya.com/sel-surya-solar-cell-pengertian-dan-prinsip-kerja/>
- Susanto, E. (2013). Automatic Transfer Switch (Suatu Tinjauan). *Vol. 5 No. 1 2013*, 18-21.
- Susanto, R., Pradana, A. I., & Setiawan, M. Q. (2018). Rancang Bangun Pengendalian Lampu Otomatis Berbasis Arduino UNO Sebagai Alat Peraga Pembelajaran IPA Rangkaian Seri Paralel. *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro, VII*, 7-11. doi:<http://doi.org/10.25273/jupiter.v3i1.2383>
- Susilo, W., S.W.Widyanto, & Ma'muri, M. (2018). Desain Pembangkit Listrik Tenaga Surya Untuk Stasiun. *Seminar Nasional Sains dan Teknologi 2018*, 1-11.
- Susilo, W., S.W.Widyanto, Muri, M., & M.Agus. (2018). DESAIN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA UNTUK STASIUN. *Seminar Nasional Sains dan Teknologi 2018*, 3.

- Sutrisno. (1986). *Elektronika Teori Dan Penerapannya 1*. Bandung: ITB.
- Syamsudin, Z., Hidayat, S., & Effendi, M. N. (2017). PERENCANAAN PENGGUNAAN PLTS DI STASIUN KERETA API. *JURNAL ENERGI & KELISTRIKAN VOL. 9 NO. 1, JANUARI - MEI 2017*, 71.
- Tawurisi, F., M.Ch.Mangindaan, G., & Silimang, S. (2019). Rancang Bangun Sistem Kendali Automatic Transfer Switch. *Vol.8 No.3 September-Desember 2019*, 143 -152.
- Wibowo, F. F., Mamat, R., & Aripriantoni. (2019). Effect Of Solar Panel Place On Energy Production Of Solar Photovoltaic Power Plant Cirata 1 Mw. *e-Proceeding of Engineering. 6*, hal. 5027. Cirata: e-Proceeding of Engineering.
- Yuda Agus Tri Sistiawan, P. G. (2019). PERANCANGAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA HYBRIDE (TENAGA SURYA DAN. *Sigma Teknika, Vol.2, No.1 : 49-56*, 49.
- Zalmadi, S., Syarif, H., & Muslimin, N. E. (2017). Perencanaan Penggunaan PLTS di Stasiun Kereta Api. *VOL. 9 NO. 1, JANUARI - MEI 2017*, 70-83.
- Zulhelmi, Zulfikar, & Mulyadi. (2018). An Alternative Power Supply System During Peak Loads Using. *Vol. 9, No. 3, September 2018, pp. 1338~1348*, 1340.