

**SKRIPSI**

**ANALISIS SISTEM KERJA *CHARGER CONTROLLER*  
TERHADAP PENCHARGERAN PADA PENAMBAHAN  
PANEL SURYA DENGAN MENGGUNAKAN *PROTECTOR*  
*AUTO RECOVERY UNDER-OVER VOLTAGE***



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

**Dipersiapkan dan disusun oleh:**

**RAMOS HORTA**

**132017181**

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

**2022**

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS SISTEM KERJA *CHARGER CONTROLLER* TERHADAP  
PENCHARGERAN PADA PENAMBAHAN PANEL SURYA DENGAN  
MENGUNAKAN *PROTECTOR AUTO RECOVERY UNDER-OVER  
VOLTAGE*



Merupakan syarat untuk memperoleh gelar sarjana

Telah dipertahankan di depan dewan

24 Februari 2022

Dipersiapkan dan Disusun Oleh

RAMOS HORTA

Susunan Dewan Penguji

Pembimbing 1

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

Pembimbing 2

Erliza Yuniarti, S.T., M.Eng.  
NIDN. 0230066901

Menyetujui  
Dekan Fakultas Teknik  
Elektro

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

Penguji 1

Ir. Zulkiffli Saleh, M., Eng.  
NIDN. 0212056402

Penguji 2

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

Mengetahui  
Ketua Program Studi Teknik

Taufik Barlian, S.T., M.Eng.  
NIDN. 0218017202

## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang setara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan di dalam daftar pustaka.

Palembang, 24 Februari 2022

Yang membuat pernyataan



Ramos Horta

## **MOTTO DAN PERSEMBAHAN**

### **MOTTO :**

- ❖ Hiduplah seolah besok akan mati, belajarlh seolah engkau hidup selamanya.
- ❖ Fokuslah untuk menjadi produktif, bukan hanya sekedar sibuk saja.
- ❖ Jangan pernah kehilangan harapan, karena itu adalah kunci untuk meraih semua mimpi.

### **SKRIPSI INI KUPERSEMBAHKAN KEPADA :**

- ❖ Alhamdulillah, puji syukur kepada ALLAH SWT atas segala nikmat, karunia dan ridho-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini, yang selalu memberi kesehatan, perlindungan, rezeki, kemudahan, dan pertolongan.
- ❖ Kedua Orang Tuaku Suhartan dan Rosdiana serta saudara-saudaraku Leostri,Sos Yuni,Yuni Horsi, merekalah yang tiada henti-hentinya mencurahkan rasa cinta dan kasih sayang, dukungan moril, materi, doa, dan kebahagiaan seumur hidup saya.
- ❖ Seluruh Keluarga Besar yang selalu memberikan dukungan dan semangat sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
- ❖ Kepada Pembimbing Skripsi I Ibu Sofiah,S.T.,M.T. dan Pembimbing Skripsi II Ibu Erliza Yuniarti,S.T.,M.Eng yang telah sangat sabar dan ikhlas dalam membimbing saya untuk dapat menyelesaikan skripsi ini.
- ❖ Karyawan laboratorium fisika, terima kasih telah memperbolehkan untuk melakukan pembuatan alat dan melakukan penelitian di laboratorium fisika dan elektro semoga kebbaikanya diganti Allah SWT, menjadi amal dan ibadah.
- ❖ Teman-teman angkatan 2017, yang tidak bisa disebutkan satu persatu.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, karena atas rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul **“ANALISIS SISTEM KERJA *CHARGER CONTROLLER* TERHADAP PENCHARGERAN PADA PENAMBAHAN PANEL SURYA DENGAN MENGGUNAKAN *PROTECTOR AUTO RECOVERY UNDER-OVER VOLTAGE*”** yang di susun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.

Pada kesempatan ini penulis secara khusus mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Ibu Sofiah, S.T.,M.T Selaku Pembimbing 1
2. Ibu Erlizah Yuniarti S.T, M.Eng Selaku Pembimbing 2

Yang telah bersusah payah dan meluangkan banyak waktunya dalam mengoreksi, serta memberikan saran-saran yang sangat berharga kepada penulis selama penyelesaian skripsi ini.

Disamping itu penulis menyampaikan rasa terimakasih atas kesempatan dan bantuan yang telah diberikan dalam penyelesaian skripsi ini, terutama kepada:

1. Kedua orang tua tercinta, bapak ibu Suhartan, Rosdiana yang telah memberikan semangat dan dukungan baik moril maupun materil serta doa yang tiada henti-hentinya kepada penulis.
2. Bapak Dr. Abid Djazuli, S.E, M,Si. Rektor Universitas Muhammadiyah Palembang.
3. Bapak Dr. Ir. Kgs. Ahmad Roni, M.T., IPM Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.
4. Bapak Taufik Barlian, S.T., M.Eng, Ketua Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.
5. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Elektro dan Staff Universitas Muhammadiyah Palembang.
6. Keluarga yang telah memberikan dukungan baik moril serta doa yang tiada henti-hentinya kepada penulis.

7. Teman-teman angkatan 2017, yang tidak bisa disebutkan satu persatu.

Yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini, semoga perbuatan baik yang telah diberikan kepada penulis dan amal ibadah yang kalian lakukan diterima Allah SWT. Penulis sadar dalam penulisan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Semoga skripsi ini bermanfaat khususnya bagi penulis sendiri dan umumnya bagi rekan-rekan pembaca di Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Palembang, Aamiin.

Palembang, 20 Februari 2022  
Penulis

Ramos Horta  
NRP : 132017181

## ABSTRAK

### ANALISIS SISTEM KERJA *CHARGER CONTROLLER* TERHADAP PENCHARGERAN PADA PENAMBAHAN PANEL SURYA DENGAN MENGUNAKAN *PROTECTOR AUTO RECOVERY UNDER-OVER VOLTAGE*

Ramos Horta

[ramoshotra17@gmail.com](mailto:ramoshotra17@gmail.com)

Matahari merupakan salah satu sumber energi yang dapat dihasilkan dengan mengubah energi panas surya (matahari) melalui peralatan tertentu menjadi sumber daya dalam bentuk lain. Dengan penerapan teknologi, energi surya dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan energi dalam bentuk listrik atau energi thermal (panas). Penambahan panel ini dilakukan dikarenakan lambatnya pengecasan pada baterai hingga memakan waktu 2 hari dengan ditambahnya panel ini diharapkan pengisian baterai bisa lebih cepat dari sebelumnya dan bisa bermanfaat agar proses mengajar di laboratorium fisika tidak terganggu dikarenakan terjadinya pemadaman listrik. Intensitas cahaya matahari tertinggi pada panel baru saat pengisian yaitu:  $820,0 \text{ W/m}^2$  dan  $251,1 \text{ Btu/(ft}^2\text{-h)}$  dengan arus  $7,52 \text{ A}$  pada jam 13:00 WIB. Dan waktu pencargan 1 hari. Intensitas cahaya matahari tertinggi pada panel lama saat pengisian yaitu  $1111,1 \text{ W/m}^2$  dan  $350,3 \text{ Btu/(ft}^2\text{-h)}$  dengan arus  $4,69 \text{ A}$  pada pukul 11:15 WIB. dan waktu pencargan 2 hari. Charger controller masih berfungsi dengan baik pada saat pengujian dan untuk pengosongan baterai bisa bertahan selama 4 jam 50 menit dengan efisiensi akhir sebesar 98,31%. Protector Auto Recovery Under Over-Voltage akan bekerja apabila tegangan melebihi 230 V dengan cara memutus daya ke beban, agar protector kembali normal tegangan yang masuk harus di bawah 225 V. selama tegangan masih di atas 225V maka protector tetap dalam keadaan memutus daya dari sumber beban.

**Kata Kunci :** PLTS, *Charger Controller*, *Protector Auto Recovery Under-Over Voltage*.

**ANALYSIS OF CHARGER CONTROLLER WORK SYSTEM ON  
CHARGER ON ADDITIONAL SOLAR PANELS USING  
PROTECTOR AUTO RECOVERY UNDER-OVER VOLTAGE**

**Ramos Horta**

[ramoshotra17@gmail.com](mailto:ramoshotra17@gmail.com)

The sun is one source of energy that can be produced by converting solar thermal energy (the sun) through certain equipment into other forms of power. With the application of technology, solar energy can be utilized to generate energy in the form of electricity or thermal energy (heat). The addition of this panel was carried out due to the slow charging of the battery which took up to 2 days with the addition of this panel, it is hoped that charging the battery can be faster than before and can be useful so that the teaching process in the physics laboratory is not disrupted due to a power outage. The highest intensity of sunlight on the new panel when charging is: 820.0 W/m<sup>2</sup> and 251.1 Btu/(ft<sup>2</sup>-h) with a current of 7.52 A at 13:00 WIB. And the charging time is 1 day. The highest intensity of sunlight on the old panel when charging is 1111.1 W/m<sup>2</sup> and 350.3 Btu/(ft<sup>2</sup>-h) with a current of 4.69 A at 11:15 WIB. day. The charger controller is still functioning properly at the time of testing and for battery discharge it can last for 4 hours 50 minutes with a final efficiency of 98.31%. Protector Auto Recovery Under Over-Voltage will work if the voltage exceeds 230 V by cutting off power to the load, so that the protector returns to normal the incoming voltage must be below 225 V. As long as the voltage is still above 225V, the protector remains in a state of disconnecting power from the load source.

**Key words** : PLTS, *Charger Controller, Protector Auto Recovery Under-Over Voltage.*



## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN.....</b>	<b>i</b>
<b>PERNYATAAN.....</b>	<b>ii</b>
<b>MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....</b>	<b>iii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRAK.....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xi</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Sistematika Penulisan.....	3
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>4</b>
2.1 Solar Cell.....	4
2.1.1 Prinsip Kerja Solar Cell.....	5
2.1.2 Jenis-Jenis Solar Cell.....	5
2.1.3 Perbedaan Tampilan Pada Setiap Panel.....	8
2.1.4 Daya Panel Surta Dan Peringkat Efisiensi.....	10
2.2 Solar Charge Controller.....	12
2.2.1 Fungsi Utama Dari Solar Charge Controller.....	12
2.2.2 Prinsip Kerja Solar Charge Controller.....	13
2.2.3 Komponen-Komponen Solar Charge Controller.....	14
2.2.4 Jenis-Jenis Charge Controller.....	14
2.3 Akumulator.....	16
2.3.1 Prinsip Kerja Akumulator.....	17
2.3.2 Proses Pengisian Akumulator.....	17
2.3.3 Proses Pengosongan Akumulator.....	18
2.3.4 Jenis-Jenis Akumulator.....	19
2.4 Protector Auto Recovery Under-Over Voltage.....	21
<b>BAB 3 METODE PENELITIAN.....</b>	<b>23</b>
3.1 Tempat Dan Waktu.....	23
3.2 Alat.....	23
3.3 Jadwal Kegiatan.....	24
3.4 Diagram Flowchart.....	24
3.5 Diagram Skema.....	26
3.6 Diagram Blok.....	28
3.7 Prinsip Kerja Rangkaian.....	28
3.8 Proses Prancangan.....	29
3.9 Proses Pengujian Alat.....	30
<b>BAB 4 DATA DAN ANALISA PERHITUNGAN.....</b>	<b>31</b>
4.1 Data Plts.....	31
4.1.1 Panel Surya.....	31
4.1.2 Akumulator/Baterai.....	33
4.1.3 Solar Charge Controller (Scc).....	33

4.1.4 Protector Auto Recovery Under-Over Voltage .....	34
4.2 Data Pengukuran .....	35
4.2.1 Data Pengukuran Penchargeran .....	35
4.2.2 Perhitungan Solar Cell .....	34
4.2.3 Analisa Charger Controller Terhadap Penchargeran .....	39
4.2.4 Pencargeran Akumulator .....	40
4.3 Data Pengukuran Pengosongan Akumulator.....	41
4.3.1 Untuk Melihat Perpormen Penchargeran Terhadap Akumulator .....	41
4.4 Pengujian Protector Auto Recovery Under-Over Voltage .....	48
4.4.1 Pengujian Over Voltage Pada Protector Auto Recovery Under Over voltage .....	51
4.5 Analisis Pembahasan.....	54
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>55</b>
5.1 Kesimpulan.....	55
5.2 Saran.....	55
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>56</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>57</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Solar cell.....	4
Gambar 2.2 Monokristalin dan polikristalin .....	6
Gambar 2.3 Panel surya film tipis.....	7
Gambar 2.4 Monokristalin .....	8
Gambar 2.5 Panel Surya Polikristalin .....	8
Gambar 2.5 Panel surya film tipis.....	9
Gambar 2.6 <i>Charger controller</i> tipe MPPT.....	15
Gambar 2.7 Solar <i>charger controller</i> tipe PWM .....	16
Gambar 2.8 Akumulator/(aki) sebagai penyimpanan listrik.....	16
Gambar 2.9 Kontruksi <i>akumulator</i> .....	17
Gambar 2.10 Proses Pengisian <i>Akumulator</i> .....	18
Gambar 2.11 Proses Pegosongan <i>Akumulator</i> .....	19
Gambar 2.12 Aki basah.....	19
Gambar 2.13 Aki kering.....	20
Gambar 2.14 Aki kalsum .....	20
Gambar 2.15 Aki hybrid .....	21
Gambar 3.1 Diagram Flow Chart.....	22
Gambar 3.2 Diagram Flow Chart.....	25
Gambar 3.2 Diagram skema.....	26
Gambar 3.3 Diagram Blok PLTS terhubung dengan PLN .....	28
Gambar 4.1 Grafik tegangan dan arus sebelum dan sesudah di tambah panel ...	37
Gambar 4.2 grafik perbandingan arus secara manual dan pembacaan SCC .....	40
Gambar 4.3 grafik tegangan dan arus <i>Input Akumulator</i> .....	41
Gambar 4.4 Grafik arus dan tegangan <i>input inverter</i> dengan penchageran.....	44
Gambar 4.5 Grafik Arus dan Tegangan <i>Output akumulator</i> .....	46
Gambar 4.6 Grafik Effisiensi pengosongan <i>Akumulator</i> .....	50
Gambar 4.7 diagram pengujian <i>Auto Recovery Under-Over voltage</i> .....	50
Gambar 4.8 Setingan awal Over Voltage.....	51
Gambar 4. 9 Tegangan berlebih .....	51
Gambar 4.10 Beban dalam keadaan mati.....	52
Gambar 4.11 <i>On diley time</i> sebelum beban hidup .....	52
Gambar 4.12 Tegangan ketika kembali normal .....	53
Gambar 4.13 Beban dalam keadan hidup .....	53

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Jenis-jenis solar cell .....	6
Tabel 3.1 alat kerja.....	23
Tabel 3.2. bahan kerja .....	24
Tabel 4.1 Spesifikasi Panel Surya .....	32
Tabel 4. 2. Spesifikasi Baterai.....	33
Tabel 4. 3. Spesifikasi Solar <i>Charge Controller</i> .....	34
Tabel 4. 4. Spesifikasi <i>protector auto recovery under-over voltage</i> .....	34
Tabel 4. 5. data hasil pengukuran penchargeran baterai .....	36
Tabel 4. 6. Data Hasil Pengukuran Penchargeran .....	37
Tabel 4. 7. Perhitungan Daya <i>Output Solar Cell</i> sesudah ditambah paneli.....	38
Tabel 4. 7. Data pengukuran secara manual dan secara digital yang ada pada SCC.....	39
Tabel 4. 8. Perhitungan Daya <i>Input Akumulator</i> .....	42
Tabel 4.9. Data Pengukuran pengosongan dengan waktu pengukuran 20 menit .....	43
Tabel 4. 10. Arus dan Tegangan <i>Input Inverter</i> .....	45
Tabel 4. 11. Hasil Perhitungan Daya <i>Output Inverter</i> .....	48

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Matahari merupakan salah satu sumber energi yang dapat dihasilkan dengan mengubah energi panas surya (matahari) melalui peralatan tertentu menjadi sumber daya dalam bentuk lain. Dengan penerapan teknologi, energi surya dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan energi dalam bentuk listrik atau energi thermal (panas). Energi tersebut dihasilkan dari radiasi cahaya matahari dengan berbagai panjang gelombang, mulai dari ultraviolet, cahaya tampak, sampai infrared dari spektrum elektromagnetik. Pemanfaatan matahari sebagai sumber energi dipicu oleh timbulnya kesadaran internasional terhadap isu pencemaran lingkungan seperti yang disepakati pada Protocol Kyoto atau UNFCCC (*United Nation Framework Convention on Climate Change*) pada tahun 1997, yang mewajibkan negara-negara maju untuk mengendalikan dan mengurangi emisi karbon. Sejak kesepakatan Protocol Kyoto tersebut kemajuan pemanfaatan energi surya meningkat secara signifikan. Pemanfaatan energi surya di Indonesia telah diarahkan untuk penyediaan listrik di pedesaan atau daerah-daerah yang letaknya sulit untuk dijangkau oleh instalasi listrik pedesaan (Tati Artiningrum 1, 2019).

Memasuki bulan oktober menurut BMKG di Indonesia akan memasuki cuaca panas ekstrem hingga akhir oktober 2021. Menurut kordinator bidang data dan informasi BMKG semarang Iis Widiya Harmoka, cuaca panas ekstrem terjadi karna posisi matahari sedang tepat berada di garis katulistiwa. Oleh karna itu untuk memanfaatkan kondisi tersebut maka dibuatlah rancangan penambahan panel surya yang semula 200wp menjadi 400wp pada pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) yang berada di laboratorium fisika dan elektro. Selain itu untuk kapasitas daya yang ada juga belum mampu untuk memenuhi kebutuhan dua laboratorium fisika dan elektro yang sangat terbatas apabila terjadi pemadaman seketika. Cara kerja sistem panel ini yaitu meyerap sinar matahari lalu di ubah menjadi energi listrik yang bisa dimanfaatkan. Untuk membantu meyimpan energi tersebut maka diperlukan komponen akumulator, dimana akumulator tersebut mampu menyimpan energi kimia yang dihasilkan oleh panel. Untuk menyimpan

energi tersebut diperlukan pengontrolan agar arus yang masuk tidak melebihi kapasitas baterai tersebut, maka dari itu di perlukannya charger controller yang mampu mengontrol pengecasan baterai berdasarkan kapasitas akumulator tersebut.

*Charger controller* merupakan komponen penting dalam sistem panel surya karna alat tersebut mampu mengontrol berapa besar arus yang masuk ke akumulator, dan di rangkaian alat ini juga ditambahkan protector auto recovery under-over voltage yang dipasang setelah inverter. Ini bertujuan untuk memutus tegangan apabila adanya tegangan yang melebihi kapasitas yang telah di tentukan pada protector. Yang dimana protector ini dipasang bertujuan agara alat-alat rumah tangga tidak rusak apabila terjadi lonjakan arus dan tegangan karna sistem kerja alat ini mencegah lonjakan arus dan tegangan yang dialirkan oleh inverter menuju beban tersebut, ini bertujuan untuk memperpanjang umur inverter. Penambahan panel ini dilakuan dikarenakan lambat nya pengecasan pada baterai hingga memakan waktu 2 hari dengan di tambahnya panel ini diharapkan pengisian baterai bisa lebih cepat dari sebelumnya dan bisa bermanfaat agar proses mengajar di laboratorium fisika dan elektro tidak terganggu dikarnakan terjadinya pemadaman listrik.

## **1.2 Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian ini adalah menganalisa sistem kerja *charger controller* terhadap penchargeran setelah penambahan panel, dengan *Protector Auto Recovery Under Over-Voltage*.

## **1.3 Batasan Masalah**

batasan masalah pada penelitian ini yaitu:

1. Menganalisa sistem kerja *charger controller* terhadap penchargeran setelah penambahan panel.
2. Menghitung arus dan tegangan yang masuk ke *akumulator* pada saat penambahan panel serta efisiensinya.
3. Menganalisa cara kerja *protector Auto Recovery Under-Over Voltage* ketika terjadi *over voltage*.

## **1.2. Sistematika Penulisan**

BAB 1 PENDAHULUAN	Menjelaskan mengenai Latar belakang, Tujuan penelitian, Batasan masalah, Sistem matematika Penulisan.
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	menjelaskan mengenai panel surya dan cara kerja <i>charger controller</i> , <i>akumulator</i> , dan <i>protector auto recovery under-over voltage</i> pada sistem pembangkit listrik tenaga surya.
BAB 3 METODE PENELITIAN	Metode perancangan alat, <i>Diagram flowchart</i> , alat dan bahan yang digunakan, metode pengambilan data, waktu dan tempat penelitian.
BAB 4 PEMBAHASAN	Data pengukuran, data percobaan, dan analisis data.
BAB 5 PENUTUP	Kesimpulan dan Saran.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ariadi, M. (2020). Pengujian performa kerja PLTS dan PLTB. medan.
- Hapsah, H. T. (2015). Menggunakan lampu emergency. Palembang
- Alfanz, R., Sumaedi, R., & Suhendar, S. (2016). Analisis Sistem Fotovoltaik Menggunakan Respon Dinamika Induksi pada Lilitan Kawat Tembaga. *Setrum: Sistem Kendali-Tenaga-elektronika-telekomunikasi-komputer*, 4(1), 6-11.
- Setiono, I. (2015). Akumulator, pemakaian dan perawatannya. *METANA*, 11(01).
- (Syukriyadin, 2015). Perancangan alat monitoring arus pada circuit.
- (ATWsolar, 2020). Jenis jenis Panel Surya
- Artiningrum, T., & Havianto, J. (2020). Meningkatkan Peran Energi Bersih Lewat Pemanfaatan Sinar Matahari. *GEOPLANART*, 2(2), 100-115.
- Saodah, S., Daud, A., & Ali Mashar, A. D. (2019). Rancang bangun modul sistem proteksi tegangan rendah. *JURNAL TEKNIK ENERGI*, 9(1), 9-19.