

**STUDI RENEWABLE ENERGY JENIS SOLAR CELL  
AMORPHOUS THIN FILM MENGGUNAKAN CAHAYA  
BUATAN PADA MALAM HARI SEBAGAI PENGGANTI  
CAHAYA MATAHARI**



**TUGAS AKHIR**

**Disusun Untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik di  
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**

**Oleh :**

**M. Khalik Ramdani**

**03041281419093**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2018**

**STUDI RENEWABLE ENERGY JENIS SOLAR CELL AMORPHOUS  
THIN FILM MENGGUNAKAN CAHAYA BUATAN PADA MALAM  
HARI SEBAGAI PENGGANTI CAHAYA MATAHARI**



**SKRIPSI**

**Dibuat Untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik Pada  
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**

**Oleh :**

**M. KHALIK RAMDANI**

**03041281419093**

**Indralaya, 10 November 2018**

**Mengetahui,**

**Ketua Jurusan Teknik Elektro**

**Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D.**  
**NIP. 197108141999031005**

**Menyetujui,**

**Dosen Pembimbing**

**Ir. Armin Sofijan, M.T.**  
**NIP. 196411031995121001**

Saya sebagai pembimbing dengan ini menyatakan bahwa Saya telah membaca dan menyetujui skripsi ini dan dalam pandangan saya skop dan kualitas skripsi ini mencukupi sebagai skripsi mahasiswa sarjana strata satu (S1)



Tanda Tangan

Pembimbing Utama

Tanggal

\_\_\_\_\_

Ir. Armin Sofjan, M.T

20 / 11 / 2018

## HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : M. Khalik Ramdani  
NIM : 03041281419093  
Program Studi : Teknik Elektro  
Judul Skripsi : Studi Renewable Energy Jenis Solar Cell Amorphous Thin Film Menggunakan Cahaya Buatan Pada Malam Hari Sebagai Pengganti Cahaya Matahari

Hasil Pengecekan

Software *iThenticate Turnitin* : 11%

Menyatakan bahwa laporan hasil penelitian saya merupakan hasil karya sendiri dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam laporan projek ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya dan tanpa paksaan.

Indralaya, 19 November 2018



M. Khalik Ramdani

NIM. 03041281419093

**ABSTRAK**  
**STUDI RENEWABLE ENERGY JENIS SOLAR CELL AMORPHOUS THIN**  
**FILM MENGGUNAKAN CAHAYA BUATAN PADA MALAM HARI SEBAGAI**  
**PENGGANTI CAHAYA MATAHARI**

(M. Khalik Ramdani, 03041281419093, 2018, 47 halaman)

---

Sebagian besar beban puncak terjadi pada malam hari, namun panel surya tidak beroperasi pada malam hari. Oleh karenanya penulis mengangkat judul ini untuk membantu penyediaan energi listrik pada saat beban puncak atau malam hari terpenuhi. Penulis ingin mengetahui jenis cahaya buatan yang cocok guna penyorotan panel pada malam hari pengganti cahaya matahari, beserta adakah parameter-parameter yang mempengaruhi cahaya buatan tersebut menghasilkan daya yang lebih baik. Penulis juga ingin mengetahui berapa besar daya yang dihasilkan cahaya buatan ini terhadap panel. Setelah diuji dengan menggunakan 4 jenis cahaya buatan yaitu lampu *UV*, pijar, *LED*, dan *TL* masing-masing cahaya buatan menghasilkan daya pada panel yaitu  $1,88 \times 10^{-7}$  watt; 0,00458 watt; 0,01047 watt; dan 0,04681 watt. Parameter-parameter yang mempengaruhi kenaikan daya yang dihasilkan panel adalah intensitas penerangan (*illuminasi*), jarak lampu (*h*) terhadap panel, dan jumlah lampu (*n*). Jadi Didapatkan dengan menggunakan cahaya buatan jenis Fluorescent (*TL*) panel surya menghasilkan daya lebih baik dibanding jenis cahaya buatan lainnya, dengan rata-rata 0,04681 watt. Makanya semakin besar intensitas penerangan (*illuminasi*) pada permukaan panel, maka daya yang dihasilkan akan semakin besar juga. Semakin kecil jarak lampu (*h*) terhadap panel maka daya yang dihasilkan semakin besar, dan semakin banyak jumlah lampu (*n*) yang dipakai daya yang dihasilkan akan semakin besar.

**Kata Kunci** : Panel Surya, Amorphous, Cahaya Buatan, Daya.

**ABSTRACT**  
**STUDY RENEWABLE ENERGY SOLAR CELL AMORPHOUS THIN FILM**  
**TYPE USING ARTIFICIAL LIGHT AT NIGHT AS SUBTITUTE FOR SUN**  
**LIGHTING**

(M. Khalik Ramdani, 03041281419093, 2018, 47 page)

---

Most of load peak appear to be on night, because of that solar panel not operating on night. Its enough reason for writer to take this topic for helping energy resource save from load peak at night. The writer want to know what kind of artificial light fit for lighting solar panel at night as substitute for sun radiation, Is there some kind of parameters for artificial light to produce much better power than before, and how much of power being produced by the artificial light on solar panel. After been tested with 4 different kind of artificial light such as UV, incandescent, LED, and Fluorescent lamp. Each lamp produce different power on solar panel that is  $1,88 \times 10^{-7}$  watt; 0,00458 watt; 0,01047 watt; 0,04691 watt. Parameters that cause increase power of solar panel are lighting intensity (*illuminance*), height between lamp and solar panel (*h*), then number unit of lamp (*n*). From test, Fluorescent lamp is the better artificial light to produce more better power than the other artificial light. So every increase in *illuminance* affect power that produced by solar panel become increase too. If height (*h*) become smaller, then *illuminance* taken by solar panel more efficient. If number of unit (*n*) added, then *illuminance* taken by solar panel more high. Temperature doesn't affect the power increase of solar panel.

**Keyword** : Solar Panel, Amorphous, Artificial light, Power

## DAFTAR ISI

DAFTAR ISI.....	i
DAFTAR GAMBAR .....	iii
DAFTAR TABEL.....	v
DAFTAR RUMUS .....	vi
NOMENKLATUR.....	vii
BAB I : PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar belakang .....	1
1.2. Rumusan masalah.....	2
1.3. Pembatasan masalah.....	2
1.4. Tujuan.....	3
1.5. Sistematika penulisan .....	3
BAB II : TINJAUAN PUSTAKA .....	5
2.1. Panel surya .....	5
2.2. Proses konversi energy panel surya .....	5
2.3. Panel surya <i>thin film amorphous</i> .....	12
2.4. Jenis-jenis panel surya.....	12
2.5. Istilah dan satuan cahaya.....	14
2.6. Cahaya buatan .....	15
2.7. Jenis-jenis lampu .....	15
BAB III : METODOLOGI PENELITIAN .....	17
3.1. Lokasi dan waktu penelitian.....	17
3.2. Metode penelitian .....	17
3.3. Proses pengambilan data .....	18
3.4. Flowchart penelitian .....	18
3.5. Alat dan bahan.....	20
3.6. Tabel perencanaan penelitian .....	22

BAB IV : PERHITUNGAN DAN ANALISA.....	23
4.1. Data hasil penelitian .....	23
4.2. Tabel hasil penelitian keempat jenis cahaya buatan.....	23
4.2.1. Grafik data perbandingan nilai tegangan, arus, dan daya yang dihasilkan oleh panel dari keempat jenis cahaya buatan .....	28
4.2.2. Grafik data pengaruh kenaikan intensitas penerangan, dan suhu terhadap nilai daya yang dihasilkan oleh panel dari keempat jenis cahaya buatan .....	30
4.3. Tabel hasil penelitian jenis lampu <i>TL</i> dengan parameter-parameter yang berbeda .....	32
4.3.1. Grafik pengaruh dari parameter-parameter yang mempengaruhi perubahan nilai tegangan, arus, daya, suhu, dan intensitas penerangan .....	41
4.4. Analisa hasil pengukuran .....	45
BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN .....	46
5.1. Kesimpulan.....	46
5.2. Saran.....	47

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1.</b> Semikonduktor jenis p dan n sebelum disambungkan .....	6
<b>Gambar 2.2.</b> Pindahannya elektron dan juga hole pada semikonduktor .....	7
<b>Gambar 2.3.</b> Hasil muatan positif dan juga negatif pada semikonduktor .....	7
<b>Gambar 2.4.</b> Terjadinya medan listrik internal E .....	8
<b>Gambar 2.5.</b> Sambungan semikonduktor saat terkena cahaya matahari .....	9
<b>Gambar 2.6.</b> Sambungan semikonduktor saat ditembus cahaya matahari .....	10
<b>Gambar 2.7.</b> Rangkaian yang dihubungkan dari sambungan semikonduktor .....	11
<b>Gambar 2.8.</b> Panel surya thin film amorphous .....	12
<b>Gambar 2.9.</b> Panel surya monocrystalline .....	13
<b>Gambar 2.10.</b> Panel surya polycrystalline .....	13
<b>Gambar 2.11.</b> Lampu Fluorescent .....	16
<b>Gambar 3.1.</b> Flowchart (Diagram Alir) Penelitian .....	19
<b>Gambar 4.1.</b> Grafik data perbandingan nilai tegangan yang dihasilkan oleh panel dari keempat jenis cahaya buatan .....	28
<b>Gambar 4.2.</b> Grafik data perbandingan nilai arus yang dihasilkan oleh panel dari keempat jenis cahaya buatan .....	29
<b>Gambar 4.3.</b> Grafik data perbandingan nilai daya yang dihasilkan oleh panel dari keempat jenis cahaya buatan .....	30
<b>Gambar 4.4.</b> Grafik data pengaruh kenaikan intensitasi penerangan terhadap nilai daya yang dihasilkan oleh panel .....	31
<b>Gambar 4.5.</b> Grafik data pengaruh kenaikan suhu terhadap nilai daya yang dihasilkan oleh panel .....	31
<b>Gambar 4.6.</b> Grafik pengaruh parameter-parameter terhadap perubahan tegangan yang dihasilkan oleh panel menggunakan lampu TL .....	42
<b>Gambar 4.7.</b> Grafik pengaruh parameter-parameter terhadap perubahan arus yang dihasilkan oleh panel menggunakan lampu TL .....	42

<b>Gambar 4.8.</b> Grafik pengaruh parameter-parameter terhadap perubahan daya yang dihasilkan panel menggunakan lampu TL.....	43
<b>Gambar 4.9.</b> Grafik pengaruh parameter-parameter terhadap perubahan suhu permukaan panel menggunakan lampu TL.....	43
<b>Gambar 4.10.</b> Grafik pengaruh parameter-parameter terhadap perubahan intensitas penerangan permukaan panel menggunakan lampu TL .....	44

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1.</b>	Satuan, dan simbol cahaya .....	14
<b>Tabel 2.2.</b>	Tabel spektrum panjang gelombang.....	16
<b>Tabel 3.1.</b>	Alat dan bahan .....	18
<b>Tabel 3.2.</b>	Tabel perencanaan penelitian .....	21
<b>Tabel 3.3.</b>	Tabel Perhitungan data yang dihasilkan cahaya buatan terhadap panel .....	22
<b>Tabel 4.2.1.</b>	Tabel hasil penelitian menggunakan lampu UV .....	24
<b>Tabel 4.2.2.</b>	Tabel hasil penelitian menggunakan lampu pijar .....	25
<b>Tabel 4.2.3.</b>	Tabel hasil penelitian menggunakan lampu LED .....	26
<b>Tabel 4.2.4.</b>	Tabel hasil penelitian menggunakan lampu Fluorescent(TL) .....	27
<b>Tabel 4.2.5.</b>	Tabel nilai rata-rata hasil pengukuran keempat jenis cahaya buatan	28
<b>Tabel 4.3.1.</b>	Tabel hasil penelitian pada hari ke-1 selasa, 7 agustus 2018 .....	32
<b>Tabel 4.3.2.</b>	Tabel hasil penelitian pada hari ke-2 rabu, 8 agustus 2018.....	33
<b>Tabel 4.3.3.</b>	Tabel hasil penelitian pada hari ke-3 kamis, 9 agustus 2018 .....	34
<b>Tabel 4.3.4.</b>	Tabel hasil penelitian pada hari ke-4 jumat, 10 agustus 2018.....	35
<b>Tabel 4.3.5.</b>	Tabel hasil penelitian pada hari ke-5 sabtu, 11 agustus 2018 .....	36
<b>Tabel 4.3.6.</b>	Tabel hasil penelitian pada hari ke-6 minggu, 12 agustus 2018.....	37
<b>Tabel 4.3.7.</b>	Tabel hasil penelitian pada hari ke-7 senin, 13 agustus 2018 .....	38
<b>Tabel 4.3.8.</b>	Tabel hasil penelitian pada hari ke-8 selasa, 14 agustus 2018 .....	39
<b>Tabel 4.3.9.</b>	Tabel hasil penelitian pada hari ke-9 rabu, 15 agustus 2018.....	40
<b>Tabel 4.3.10.</b>	Tabel nilai rata-rata hasil pengukuran terhadap lampu TL, dengan parameter-parameter yang berbeda .....	41

## DAFTAR RUMUS

<b>Rumus 2.1</b>	.....	5
<b>Rumus 2.2</b>	.....	11
<b>Rumus 2.3</b>	.....	12

## NOMENKLATUR

$V_{MPP}$	: Tegangan maksimum panel surya (Volt)
$I_{MPP}$	: Arus maksimum panel surya (Ampere)
$P_{max}$	: Daya keluaran ( <i>output</i> ) maksimum dari panel surya (wattpeak)
$V_{oc}$	: Tegangan open circuit dari panel surya (Volt)
$I_{sc}$	: Arus short circuit dari panel surya (Ampere)
$FF$	: fill factor atau rasio dari daya maksimum yang bisa dihasilkan oleh panel surya
$lux$	: Intensitas penerangan di suatu bidang permukaan merupakan satuan dari <i>illuminasi</i>
$T$	: Singkatan dari Temperature untuk menyatakan nilai suhu ( $^{\circ}C$ )
$T_c$	: Temperatur Color atau temperatur warna menyatakan suhu warna cahaya lampu tersebut ( $^{\circ}K$ )
$wp$	: wattpeak atau besar daya tertinggi yang dapat dihasilkan oleh panel surya
$h$	: height atau ketinggian (m)
$n$	: number atau banyaknya unit

## **KATA PENGANTAR**

Assalamu'alaykum Warahmatullahi Wabarakatu

Puji syukur Penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT karena berkat rahmat dan karunia-Nya Penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **STUDI RENEWABLE ENERGY JENIS SOLAR CELL AMORPHOUS THIN FILM MENGGUNAKAN CAHAYA BUATAN PADA MALAM HARI SEBAGAI PENGGANTI CAHAYA MATAHARI**. Serta shalawat bertangkaikan salam selalu tercurah kepada Baginda Nabi Muhammad SAW, keluarga dan para sahabat.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini tidak lepas dari kerjasama dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Ir. Armin Sofijan, M.T. selaku dosen pembimbing skripsi yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan nasihatnya selama proses pengerjaan skripsi, serta pihak lain yang sudah ikut berkontribusi dalam penyusunan skripsi ini sebagai berikut :

1. Bapak Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya.
2. Bapak Dr. Iwan Pahendra Anto Saputra, S.T., M.T. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. H. Anis Saggaff, MSCE selaku Rektor Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Prof. Ir. Subriyer Nasir, MS,.Ph.D. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
5. Kedua orang tua saya Bapak Yahya, dan Ibu Sri Miarti, serta saudara-saudara saya Rizky Yahri Pratama, Dwi Yahrinta Pratiwi, Yahri Redho

Pranata yang telah memberikan semangat dukungan serta motivasi baik itu bersifat moril maupun materil.

6. Ibu Caroline, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing akademik
7. Seluruh dosen yang telah banyak memberikan ilmu yang Insya Allah Bermanfaat, serta seluruh Staf Jurusan Teknik Elektro Unsri.
8. Teman-teman seperjuangan di Kampus Universitas Sriwijaya M. Afif, M. Ihsan Sutanto, M. Setyawan Prayogi, Galuh Pratama, Rofiq, M. Danu Andryan , Ryan Iranda Lubis, M. Fathan Adli, M. Agung Pratama, M. Faiz Ismail, M. Wahyudi Tama, M. Afandi, Syeh Akbar Y.T.A., dan Indra Kumala yang telah membantu selama proses perkuliahan ini.
9. Keluarga Besar Teknik Elektro Angkatan 2014, serta teman-teman lain yang tidak bisa saya sebutkan satu per satu.
10. Teman-teman Alumni IPA1 SMA Muhammadiyah 1 Palembang.
11. Internet Cafe Command Centre, Emporium TNT, dan Jama-jama Game Center yang telah menyediakan tempat bagi saya.
12. Dan pihak-pihak yang sangat membantu dalam penulisan skripsi ini, yang tidak dapat Penulis sebutkan satu persatu juga.

Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat dan wawasan yang luas kepada pembaca, walaupun dalam penulisannya skripsi ini masih terdapat kekurangan karena keterbatasan Penulis. Oleh karena itu, Penulis sangat mengharapkan adanya kritik dan saran yang membangun dari para pembaca. Terima Kasih.

Wassalamu'alaykum Warahmatullahi Wabarakatu

Inderalaya, Agustus 2018

Penulis

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Indonesia secara astronomis terletak pada  $6^{\circ}$  LU (Lintang Utara) -  $11^{\circ}$  LS (Lintang Selatan) dan  $95^{\circ}$  BT (Bujur Timur) -  $141^{\circ}$  BU (Bujur Timur) dan letak geografis diantara benua australia asia, serta diantara samudra hindia dan samudra pasifik. Dikarenakan letak astronomis dan geografis ini indonesia memiliki iklim tropis. Matahari hampir menyinari indonesia sepanjang tahunnya, yang dimana energi surya ini bisa dimanfaatkan dengan lebih maksimal dengan melihat kondisi geografis dan astronomis indonesia seperti ini.

Salah satu cara untuk pemanfaatan iklim tropis diindonesia ini yaitu dengan penggunaan sel surya untuk penyediaan pasokan listrik-listrik baik di kota, desa, ataupun juga perumahan.

Dengan memanfaatkan cahaya matahari sebagai sumber energi listrik, maka penggunaan daripada minyak bumi, fosil, batubara, dan energi lainnya yang bilamana digunakan secara konstan atau terus menerus akan bisa habis bisa terbantu pengurangan pemakaiannya sehingga tidak cepat habis. Dengan begitu generasi selanjutnya tidak perlu takut jika tidak ada sisa bahan fosil, batubara ataupun minyak bumi untuk keperluan listrik selanjutnya.

Sebagian besar kegiatan yang membutuhkan energi listrik terbanyak adalah pada malam hari. Pada malam hari kegiatan yang membutuhkan energi listrik sangat besar dibandingkan pagi atau siang hari. Kita membutuhkan cahaya lampu untuk menerangi malam hari, hiburan televisi, computer, dan alat elektronik lainnya digunakan untuk melepas jenuh dari habis kerja, sekolah, dan lainnya.

Oleh karenanya sebagian besar beban puncak terjadi pada malam hari. Jika beban puncak disuatu wilayah melebihi kapasitas yang dipunya wilayah tersebut, maka akan terjadi pemadaman bergilir yang gunanya untuk



/mengurangi beban yang terpakai sehingga tidak melebihi kapasitas. Pemadaman bergilir juga bukan berarti kita terlalu banyak menggunakan beban pada malam hari. Pemadaman bergilir juga bisa terjadi dikarenakan pembangkit listrik terjadi kerusakan atau kendala lainnya sehingga tidak bisa memasok listrik seperti yang diminta, sehingga beban harus dilepas dengan cara pemadaman bergilir.

Setelah pengisian baterai aki menggunakan panel surya pada siang hari, pada malam hari baterai aki digunakan untuk menghidupkan energi listrik. Penggunaan baterai 70% digunakan untuk menghidupkan beban, sedangkan 30% digunakan untuk cahaya buatan pengganti cahaya matahari pada malam hari. Oleh karena itulah penulis ingin mengangkat judul “*Studi Renewable Energy Jenis Solar Cell Amorphous Thin Film Menggunakan Cahaya Buatan Pada Malam Hari Sebagai Pengganti Cahaya Matahari*” untuk mengetahui daya yang dihasilkan panel menggunakan cahaya buatan, serta parameter-parameter yang mempengaruhinya dengan menggunakan panel amorphous.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang saya tulis, rumusan masalah yang dapat saya tarik adalah.

1. Cahaya buatan jenis apa yang paling baik digunakan untuk menyinari panel?
2. Berapa besar daya yang dihasilkan oleh panel dengan menggunakan cahaya buatan tersebut?
3. Parameter-parameter apa yang mempengaruhi nilai daya yang dihasilkan oleh panel?

## **1.3. Pembatasan Masalah**

Dikarenakan luasnya permasalahan di penelitian ini, saya membataskan permasalahan yang akan dibahas, yaitu.

1. Panel yang digunakan adalah tipe thin film jenis amorphous
2. Percobaan dilakukan pada malam hari
3. Kondisi alam diabaikan

4. Cahaya buatan yang digunakan umum dipasaran

#### **1.4. Tujuan**

Tujuan penulisan laporan ini

1. Mengetahui Jenis Cahaya buatan yang paling baik digunakan untuk menyinari panel.
2. Mengetahui besar daya yang dihasilkan panel dengan menggunakan cahaya buatan tersebut.
3. Mengetahui parameter-parameter yang mempengaruhi nilai daya yang dihasilkan oleh panel.

#### **1.5. Sistematika Penulisan**

Pembahasan Tugas Akhir ini secara garis besar tersusun dari 5 (lima) bab, yaitu diuraikan sebagai berikut:

##### **BAB I. PENDAHULUAN**

Bab ini membahas tentang latar belakang, tujuan penulisan, perumusan masalah, pembatasan masalah, metode penulisan, dan sistematika penulisan.

##### **BAB II. TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini membahas tentang Pembangkit Listrik Tenaga Surya secara umum dan potensi pembuatan PLTS di Indonesia.

##### **BAB III. METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini membahas tentang *flowchart* penelitian, waktu dan tempat penelitian, rumus-rumus yang berkaitan dengan perancangan PLTS, software untuk mengolah data, dan alat penelitian yang digunakan.

##### **BAB IV. PERHITUNGAN DAN ANALISA**

Bab ini menjelaskan tentang hasil penelitian yaitu energi yang bisa dibangkitkan PLTS, biaya investasi, biaya operasi, dan biaya pemeliharaan PLTS di Desa Tanjung Tebat.

## **BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini merupakan penutup yang merupakan kesimpulan seluruh hasil penelitian serta saran-saran yang diharapkan dapat bermanfaat untuk penelitian berikutnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1]Asrul, Demak R K, Hatib R. 2016. *Komparasi Energi Surya Dengan Lampu Halogen Terhadap Efisiensi Modul Photovoltaic Tipe Multicrystalline*. Palu. Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Tadulako Palu
- [2]Sri Yusmiati, Erlita.2014. *Energy Supply Solar Cell Pada Sistem Pengendali Portal Parkir Otomatis Berbasis Mikrokontroler At89s52*. Palembang. Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Telekomunikasi Politeknik Negeri Sriwijaya.
- [3]Riandito A R.2012.*Efisiensi Energi Pada Ruang Perpustakaan Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Melalui Optimasi Pencahayaan Alami Dan Buatan*. Yogyakarta. Program Studi Magister Teknik Arsitektur Program Pascasarjana Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
- [4]Alfanz, Rocky, Sumaedi Riza, dan Suhendar. 2015.*Analisis Sistem Fotovoltaik Menggunakan Respon Dinamika Induksi Pada Lilitan Kawat Tembaga*. Banten. Jurusan Teknik Elektro, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
- [5]Sidopekso S dan Febtiwiyanti Anita E.2010. *Studi Peningkatan Output Modul Surya Dengan Menggunakan Reflektor*. Jakarta. Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Jakarta (UNJ).
- [6]M.Rif'an, Sholeh HP, dkk. 2012. *Optimasi Pemanfaatan Energi Listrik Tenaga Matahari Di Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya*. Malang. Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
- [7]Ji Dong, Li Wenwen, dan Chowdhury Srabanti. 2018. *A Study on the impact of channel mobility on switching performance of vertical GaN MOSFETs*, [online], (<https://ieeexplore.ieee.org/document/8444476/>), diakses pada tanggal 21 september 2018)
- [8]Zhao, Yiming, dan William Raymond Donaldson. 2018. *Systematic study on aluminum composition nonuniformity in aluminum gallium nitride metal-semiconductor-metal photodetectors*, [online], (<https://ieeexplore.ieee.org/document/8438553/media>), diakses pada tanggal 21 september 2018)
- [9]Singh, Anshu Sharan, dan Muthiah Thottappan. 2018. *Stability Study in dielectric ring loaded periodic interaction structure for a megawatt class gyrotron*, [online], (<https://ieeexplore.ieee.org/document/8428650/>), diakses pada tanggal 21 september 2018)