

**PERENCANAAN PENERAPAN *SMART ENERGY SYSTEM*  
DI GEDUNG TELKOM STO PGC DENGAN MENGGUNAKAN  
TEKNOLOGI SOLAR CELL**



**SKRIPSI**

**Dibuat Untuk Memenuhi Syarat Kurikulum Guna Mendapatkan Gelar  
Sarjana Teknik Strata Satu (S1) Pada Program Studi Teknik Elektro  
Fakultas Teknik Universitas Tridianti Palembang**

**Oleh :**

**EVINDRA FAJAR RAMADHAN**

**1602230518**

**FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS TRIDINANTI PALEMBANG  
2020**

**PERENCANAAN PENERAPAN *SMART ENERGY SYSTEM*  
DI GEDUNG TELKOM STO PGC DENGAN MENGGUNAKAN  
TEKNOLOGI SOLAR CELL**



**SKRIPSI**

**Dibuat Untuk Memenuhi Syarat Kurikulum Guna Mendapatkan Gelar  
Sarjana Teknik Strata Satu (S1) Pada Program Studi Teknik Elektro  
Fakultas Teknik Universitas Tridianti Palembang**

**Oleh :**



**EVINDRA FAJAR RAMADHAN**

**1602230518**

**FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS TRIDINANTI PALEMBANG  
2020**

## LEMBAR PENGESAHAN

Nama : Evindra Fajar Ramadhan  
Nomor Pokok : 1602230518  
Program Studi : Teknik Elektro  
Jenjang Pendidikan : Strata-1  
Judul Skripsi : Perencanaan Penerapan Smart Energi Sistem di Gedung Telkom STO PGC Dengan Menggunakan Teknologi Solar Cell

Disetujui Oleh

Pembimbing I



**Ir. H. Ishak Effendi, M.T.**

Pembimbing II



**Ir. Letifa Shintawaty, M.M.**

Mengetahui :



**Ir. H. Ishak Effendi, M.T.**

Palembang, Oktober 2020

Ketua Program Studi,



**Ir. Herman, M.T.**

## LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Evindra Fajar Ramadhan  
Nomor Pokok : 1602230518  
Program Studi : Teknik Elektro  
Jenjang Pendidikan : Strata-1  
Judul Skripsi : Perencanaan Penerapan Smart Energi Sistem di Gedung Telkom STO PGC Dengan Menggunakan Teknologi Solar Cell

Dengan ini menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa :

1. Skripsi dengan judul yang tersebut diatas adalah murni karya saya sendiri. Bukan hasil plagiat, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah skripsi dan disebutkan sebagai bahan referensi serta dimasukkan dalam daftar pustaka.
2. Apabila dikemudian hari penulis skripsi ini terbukti merupakan hasil plagiat atau jiplakan dari skripsi karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggungjawabkan serta bersedia menerima sanksi hukum berdasarkan Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 2003 tentang "Sistem Pendidikan Nasional" pasal 70 berbunyi : Lulusan yang karya ilmiah yang digunakannya untuk mendapatkan gelar akademik, profesi atau vokasi sebagaimana dimaksud dalam pasal 25 ayat (2) terbukti merupakan jiplakan dipidana dengan pidana penjara paling lama dua tahun /atau pidana denda paling banyak Rp 200.000.000,- (dua ratus juta rupiah)

Demikian pernyataan ini saya buat daam keadaan sadar dan tidak dipaksakan.

Palembang, Oktober 2020

Penulis

  
  
Evindra Fajar Ramadhan

## MOTTO DAN PERSEMBAHAN

- ❖ *Jika kamu benar menginginkan sesuatu, kamu akan menemukan caranya. Namun jika tak serius, kau hanya akan menemukan alasan (Jim Rohn).*
- ❖ *Mulailah dari tempatmu berada. Gunakan yang kau punya. Lakukan yang kau bisa (Arthur Ashe).*
- ❖ *Agar sukses, kemauanmu untuk berhasil harus lebih besar dari ketakutanmu untuk gagal.*
- ❖ *Menyia-nyiaakan waktu lebih buruk daripada kematian. Karena kematian memisahkanmu dari dunia sementara menyia-nyiaakan waktu memisahkanmu dari Allah (Imam bin Al Qayim)*
- ❖ *Hidup ini seperti sepeda. Agar tetap seimbang, kau harus terus bergerak (Albert Einstein)*

*Skripsi ini kupersembahkan kepada:*

- *Kedua orang tuaku tercinta*
- *Saudara-saudariku tersayang*
- *Sahabat dan temanku*
- *Almamater yang ku banggakan*

## ABSTRAK

Salah satu tujuan utama dari *smart energy system* ini ialah untuk menjawab tantangan zaman sekarang ini yang mewajibkan untuk melakukan penghematan *energy*. Seperti dalam peraturan menteri Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) No 13 tahun 2012 tentang penghematan pemakaian *energy* listrik dengan menyatakan bahwa seluruh bangunan gedung kantor pemerintah baik di pusat maupun daerah harus melaksanakan program penghematan *energy* listrik pada system tata udara (*Air Conditioning system*), *system* tata cahaya dan peralatan pendukung lainnya. Pemakaian listrik di kantor Telkom tergolong cukup besar, yakni sebesar 451 KVA per harinya. Oleh karena itu dibutuhkan suatu system yang diharapkan dapat menekan pemakaian *energy* listrik di kantor Telkom. System yang akan diterapkan adalah PLTS Hybrid. Dalam perencanaannya, PLTS Hybrid ini membutuhkan 711 panel surya yang membangkitkan *energy* listrik sebesar 959,85 Kwh. System PLTS ini sangat cocok diterapkan di kantor Telkom karena system PLTS Hybrid ini menggunakan baterai sebagai media penyimpanan *energy* yang akan digunakan sebagai backup dari *energy* di kantor Telkom ini.

Kata Kunci : *Smart Energy System, PLTS Hybrid, Penghematan Energy*

## ABSTRACT

One of the main goals of this smart energy system is to answer today's challenges which require energy savings. As in the regulation of the Minister of Energy and Mineral Resources (ESDM) No. 13 of 2012 on saving electricity use by stating that all government office buildings, both at the central and regional levels, must implement a program of saving electrical energy in the air conditioning system, lighting systems and other supporting equipment. The electricity usage at Telkom's offices is quite large, amounting to 451 KVA per day. Therefore we need a system that is expected to reduce the use of electrical energy in Telkom offices. The system that will be implemented is PLTS Hybrid. In the planning, PLTS Hybrid requires 711 solar panels that generate electricity of 959.85 Kwh. This PLTS system is very suitable to be applied in Telkom offices because this PLTS Hybrid system uses batteries as energy storage media which will be used as backups of energy in this Telkom office.

Keywords: *Smart Energy System, PLTS Hybrid, Energy Saving*

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji dan syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT atas segala rahmat, karunia dan kasih sayang-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan Skripsi ini yang berjudul **“PERENCANAAN PENERAPAN SMART ENERGI SISTEM DI GEDUNG TELKOM STO PGC DENGAN MENGGUNAKAN TEKNOLOGI SOLAR CELL”** yang disusun guna memenuhi syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tridianti Palembang.

Terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada Yth. :

1. Bapak Ir. H. Ishak Effendi, M.T. Selaku pembimbing I
2. Ibu Ir. Letifa Shintawaty, M.M. selaku pembimbing II

Ucapan Terima kasih juga penulis sampaikan kepada :

1. Allah subhanahu wa Ta’ala atas Karunia-Nya
2. Rektor Universitas Tridianti Palembang
3. Bapak Ir. H. Ishak Effendi, M.T. Selaku Dekan Universitas Tridianti Palembang
4. Ketua dan Sekretaris Prodi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tridianti Palembang
5. Bapak Ir. H. Herman, M.T. Selaku Dosen Pembimbing Akademik
6. Staff Dosen dan Karyawan Prodi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tridianti Palembang
7. Orang tua serta seluruh keluarga tercintayang telah memberikan semangat dan doa restu serta dukungan baik secara moril maupun materil.
8. Teman-teman seperjuangan dalam menyelesaikan skripsi ini, terutama kelas Teknik Elektro Reg B Malam angkatan 2016.
9. Kekasih saya Yossy Tamara Marsudin, S.Tr.T yang telah mensupport dan menyemangati saya dalam penulisan skripsi ini sehingga dapat terselesaikan dengan lancar.
10. Semua pihak yang turut membantu dalam menyelesaikan Skripsi ini.



Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih perlu penyempurnaan yang lebih baik. Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua.

Wassalamualikum Warrohmatullah, Wabarokatu.

Palembang, Oktober 2020

Penulis

Evindra Fajar Ramadhan

## DAFTAR ISI

Halaman

<b>HALAMAN SAMPUL</b> .....	<b>i</b>
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN</b> .....	<b>iv</b>
<b>MOTTO DAN PERSEMBAHAN</b> .....	<b>v</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>vi</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>vii</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xii</b>
<b>DAFTAR GRAFIK</b> .....	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xiv</b>
<b>BAB I. PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang Masalah .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah .....	3
1.4 Tujuan Penelitian .....	4
1.5 Manfaat Penelitian .....	4
1.6 Metodologi Penelitian.....	4
1.7 Sistematika Penulisan .....	5
<b>BAB II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>6</b>
2.1 <i>Smart Energy System</i> .....	6
2.1.1 Smart Meter.....	7
2.2 Pembangkit Listrik Tenaga Surya off-grid .....	8
2.2.1 Sistem DC-Coupling .....	10
2.2.2 Sistem AC-Coupling .....	11
2.3 Rangkaian Modul Fotovoltaik.....	13
2.3.1 Dasar-dasar Rangkaian Modul Fotovoltaik .....	13
2.4 Modul Fotovoltaik .....	15
2.5 Charge Controller .....	16
2.5.1 Pengaturan Parameter Solar Charge Controller .....	17
2.6 Baterai .....	18
2.5.1 Interkoneksi Bank Baterai.....	19
2.7 Inverter .....	21

2.8	Sistem PLTS.....	21
2.8.1.	PLTS <i>Grid Connected</i> .....	21
2.8.2.	PLTS <i>Off Grid ( Smart Alone)</i> .....	23
2.9	Penghantar Listrik .....	25
2.9.1.	Jenis Kabel Yang Dipakai Dalam Instalasi Listrik ..	26
2.9.2.	Identifikasi Kabel Dengan Warna.....	28
<b>BAB III.</b>	<b>METODE PENELITIAN .....</b>	<b>30</b>
3.1	Metodelogi Penelitian.....	30
3.2	Perencanaan <i>Smart Energy System</i> .....	32
3.2.1	Deskripsi Bangunan.....	32
3.2.2	Profile Energy Listrik PT.Telkom STO PGC .....	34
3.3	Komponen-komponen PLTS .....	37
3.4	Panel (Modul) Surya.....	37
3.5	Kapasitas Komponen PLTS .....	39
3.5.1	Menghitung Area Array (PV Area) .....	40
3.5.2.	Menghitung Daya Yang Dibangkitkan PLTS (Wattpeak) .....	40
3.5.3	Kapasitas Change Controller .....	42
3.5.4.	Kapasitas Baterai.....	42
3.5.5.	Kapasitas Inverter.....	42
<b>BAB IV.</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>43</b>
4.1	Sistem PLTS Yang Akan Digunakan .....	43
4.1.1	Menentukan System PLTS .....	43
4.1.2	Rangkaian PLTS Hybrid.....	44
4.1.3	Sistem Kerja PLTS Hybrid .....	44
4.2	Menghitung Energy Listrik Yang Akan Disuplai .....	45
4.2.1	Daya Yang Akan Dibangkitkan PLTS (Wattpeak) ....	45
4.2.1.1	Menghitung Area Array (PV Area).....	46
4.2.1.2	Menghitung Daya Yang Dibangkitkan PLTS (Wattpeak) .....	47
4.2.1.3	Menghitung Kapasitas Komponen PLTS.....	48
4.3	Kapasitas Baterai Yang Dibutuhkan.....	49
4.4	Pengaplikasian Smart Energy System .....	49
4.4.1	Penerapan Rangkaian PLTS Hybrid.....	50
4.4.1.1	Pemasangan Panel Surya.....	50
4.4.1.2	Pengkoneksian Rangkaian PLTS Hybrid Pada Setiap Bangunan.....	60
<b>BAB V.</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>62</b>
5.1	Kesimpulan .....	62
5.2	Saran .....	62

**DAFTAR PUSTAKA**

**LAMPIRAN**

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Panel Surya.....	10
2.2 Konfigurasi System DC-Coupling .....	11
2.3 Konfigurasi System AC-Coupling .....	12
2.4 Instalasi Rangkaian Modul Fotovoltaik .....	13
2.5 Solar Charge Controller Di Sistem PLTS .....	16
2.6 Konfigurasi Bank Baterai Lead-acid .....	20
2.7 Diagram Sistem PLTS Grid Connected .....	22
2.8 Diagram Sistem Hibrida PLTS – Electric Utility .....	22
2.9 Diagram PLTS Yang Berdiri Sendiri .....	24
3.1 Denah Layout Gedung Telkom (Rivai) .....	33
3.2 Hubungan Panel Surya .....	41
4.1 Rangkaian PLTS Hybrid .....	44
4.2 Susunan Panel Surya Rangkaian Paralel Dan Seri .....	51
4.3 Denah Bangunan Yang Akan Dipasang PLTS Hybrid .....	52
4.4 Rancangan PLTS Hybrid Pada Bangunan 1 .....	54
4.5 Rancangan PLTS Hybrid Pada Bangunan 2 dan 3 .....	55
4.6 Rancangan PLTS Hybrid Pada Bangunan 4 .....	56
4.7 Rancangan PLTS Hybrid Pada Bangunan 5 .....	57
4.8 Rancangan PLTS Hybrid Pada Bangunan 6 .....	58
4.9 Rancangan PLTS Hybrid Pada Kantor Telkom .....	59
4.10 Koneksi Jaringan PLTS Di Kelima Bangunan.....	60

## DAFTAR TABEL

Tabel		Halaman
3.1	Data Potensi Energy Arnet Palembang .....	35
3.2	Data Pemakaian Listrik PT. Telkom Tahun 2020 .....	36
4.1	Spesifikasi Panel Surya 300WP Monocrystalline.....	43
4.2	Hasil Rekapitulasi Daya Yang Dibangkitkan PLTS .....	48
4.3	Kapasitas Baterai Yang Dibutuhkan .....	49
4.4	Data Perencanaan Smart Energy System .....	49

## DAFTAR GRAFIK

Grafik	Halaman
3.1 Pemakaian Listrik Selama tahun 2020 .....	37

## **LAMPIRAN**

1. Mon RST PLN PT. Telkom Indonesia STO PGC 2020
2. Layout Gedung Telkom
3. Peraturan Menteri ESDM Tahun 2012
4. Karttu Bimbingan Skripsi
5. Keterangan Perbaikan Skripsi dari hasil seminar Pra Skripsi
6. Keterangan Perbaikan Skripsi dari hasil Sidang Skripsi



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar belakang

*Smart energy system* adalah suatu *system* terbaru dari pemanfaatan *energy* yang terbarukan seperti *energy* angin, *energy* surya, dan *energy* gelombang yang bisa dijumpai di sekitar alam ini. Salah satu tujuan utama dari *smart energy system* ini ialah untuk menjawab tantangan zaman sekarang ini yang mewajibkan untuk melakukan penghematan *energy*. Seperti dalam peraturan menteri Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) No 13 tahun 2012 tentang penghematan pemakaian *energy* listrik dengan menyatakan bahwa seluruh bangunan gedung kantor pemerintah baik di pusat maupun daerah harus melaksanakan program penghematan *energy* listrik pada *system* tata udara (*Air Conditioning system*), *system* tata cahaya dan peralatan pendukung lainnya [4].

Penggunaan *energy* pada suatu gedung perkantoran pada saat ini tergolong sangat besar. Menurut *Japan International Cooperation Agency* (JICA), konsumsi listrik di Jepang pada 2009 rata-rata penggunaan listrik di rumah sakit adalah 175 kilo Watt per jam (kWh) per meter persegi ( $m^2$ ). Adapun untuk mall, rata-rata pemakaian listrik adalah 225 kWh/ $m^2$ , sementara hotel 160 kWh/ $m^2$ , dan kantor 140 kWh/ $m^2$ . Angka rata-rata pemakaian listrik tersebut jauh lebih kecil dibandingkan penggunaan di Jakarta. *International Finance Corporation* (IFC) melaporkan pada 2011, rumah sakit di Ibu Kota rata-rata menggunakan listrik

sebanyak 270 kWh/ m<sup>2</sup>, mal 297 kWh/m<sup>2</sup>, hotel 293 kWh/m<sup>2</sup>, dan kantor 240 kWh/m<sup>2</sup> [1].

Penggunaan listrik ini dapat memberikan peluang, tetapi juga menghadapi sejumlah tantangan berat kedepannya. Tantangan pertumbuhan penduduk, urbanisasi dan perubahan iklim serta semakin berkurangnya cadangan sumber daya alam yang dimiliki mengharuskan para penghuni bumi ini untuk dapat bertahan hidup dan berkembang selama beberapa decade mendatang. Mengurangi emisi gas rumah kaca untuk mencegah bencana akibat perubahan iklim menjadi proses yang sulit dan mahal.

Di dunia kelistrikan saat ini pengembangan produk dan pengembangan sistem di bidang *smart grid* sedang giat-giatnya digalakkan oleh negara manapun dibelahan dunia. Atas pertimbangan diatas, maka penulis melakukan penelitian mengenai “PERENCANAAN PENERAPAN SMART ENERGY SYSTEM DI GEDUNG TELKOM STO PGC DENGAN MENGGUNAKAN TEKNOLOGI SOLAR CELL”

## **1.2. Rumusan Masalah**

Adapun rumusan masalah dalam penulisan skripsi ini adalah :

1. Bagaimana Cara Mensiasati Dari Peraturan Menteri ESDM No 13 Tahun 2012 Tentang Penghematan Energi Di Kantor Telkom STO PGC ?
2. Bagaimana Cara Mengetahui Seberapa Banyak Jumlah Panel Surya Yang Dibutuhkan Dalam Perencanaan *Smart Energy System* ?

3. Bagaimana Cara Memanfaatkan Energy Baru Terbarukan Pada Kantor Telkom STO PGC ?

### **1.3. Batasan Masalah**

Pembatasan suatu masalah digunakan untuk menghindari adanya penyimpangan maupun pelebaran pokok masalah agar penelitian tersebut lebih terarah dan memudahkan dalam pembahasan sehingga tujuan penelitian akan tercapai. Adapun batasan masalah pada penelitian ini adalah Perencanaan *smart energy system* dengan menggunakan metode *PLTS Hybrid*

### **1.4. Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari penulisan skripsi ini yaitu :

1. Melakukan kajian pengembangan teknologi *smart grid for smart office* pada kantor Telkom STO Palembang centrum agar menjadi contoh penerapan *smart energy system* pada kawasan perkantoran.
2. Dapat meningkatkan kualitas listrik dikantor Telkom saat ini supaya lebih ramah lingkungan.
3. Terlaksananya penerapan *smart grid* di Gedung Telkom STO Palembang centrum.

### **1.5. Manfaat penelitian**

Manfaat dari penelitian ini adalah dapat memberikan solusi dari energy terbarukan yang dimanfaatkan sebagai *smart energy system* pada lokasi perkantoran.

## 1.6. Metodologi penulisan

Untuk mempermudah penulisan skripsi ini, maka metode-metode yang dilakukan yaitu :

### 1. Studi pustaka

Studi pustaka digunakan untuk mendapatkan referensi yang berhubungan dengan *smart energy system*

### 2. Studi lapangan

Dengan melakukan studi lapangan, saya dapat memperoleh data tentang objek dari topic dan juga geografis daerah perencanaan.

### 3. Diskusi

Yaitu dapat berdiskusi dengan dosen pembimbing serta teman-teman yang mengetahui tentang *smart energy system*.

## 1.7. Sistematika Penulisan

Tugas akhir ini disusun atas lima bab yaitu sebagai berikut.

### **BAB I Pendahuluan**

Membahas mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, metode penulisan dan sistematika penulisan penelitian.

### **BAB II Tinjauan Pustaka**

Pada bab ini menguraikan tentang informasi yang bersifat umum atau teori pendukung.

### **BAB III Metode Penelitian**

Pada bab ini akan membahas tentang Sistem PLTS *Hybrid* yang digunakan dalam penelitian ini.

### **BAB IV Hasil dan Pembahasan**

Bab ini berisi pembahasan tentang hasil perhitungan dan penerapan *smart energy system* dengan menggunakan system PLTS *Hybrid*.

**BAB V Kesimpulan dan Saran**

Pada bab ini merupakan akhir dari penulisan penelitian yang berisikan kesimpulan, dan saran demi perbaikan penelitian di waktu mendatang.

**DAFTAR PUSTAKA****LAMPIRAN**

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. A. Anggraeni. (2016). “Ternyata, Gedung di Jakarta Lebih Boros Listrik daripada Jepang,” *kompas.com*, 22-Maret-2016, [Online], Available : <https://sains.kompas.com/read/2016/03/22/07462781/Ternyata.Gedung.di.Jakarta.Lebih.Boros.Listrik.daripada.Jepang?page=all> .
- [2] F. Alfin, (2017). “ Menyongsong perkembangan teknologi smart grid,” Available : <https://medium.com/@alfinfadhilah/menyongsong-perkembangan-teknologi-smart-grid-1efa23f63c0e>.
- [3] UNY, (2018). “Materi Instalasi Listrik,” Availabel : <http://staffnew.uny.ac.id/upload/131808670/pendidikan/materi-instalasi-listrik.pdf>.
- [4] ESDM. Peraturan Menteri. “ Peraturan Mendri Energi Dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Nomor : 13 Tahun 2012,” Tentang Penghematan Pemakaian Energi, pp. 14, 2012.
- [5] I. D. A. S. Santiari, “Studi Pemanfaatan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Sebagai Catu Daya Tambahan Pada Industri Perhotelan Di Nusa Lembang Bali,” Tesis, Jurusan Teknik Elektro, Universitas Udayana, Bali, 2011.
- [6] H. Hasan, “Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya di Pulau Saugi.” *Jurnal Riset dan Teknologi kelautan (JRTK)*, p. 169, 2012.
- [7] A. R. F. S. P. Hasyim Asy’ari, “Pemanfaatan Solar Cell Dengan PLN Sebagai Sumber Energi Listrik Rumah Tangga,” *Jurnal Emitor*, 2015.

- [8] N. M. Karmiathi, "Rancang Bangun Modul Solar Cell Dengan Memanfaatkan Komponen," *Jurnal Logic*, p. 45, 2011.
- [9] S. Nugraha, "Out Look Energi Indonesia," Sekretaris Negara Dewan Energi Nasional, 2016.
- [10] S. H. Subandi, "Pembangkit Listrik Energi Matahari Sebagai Penggerak Pompa Air Dengan Menggunakan Solar Cell," *Jurnal Teknologi Technoscianta*, Vol, 7 No.2, p. 157, 2015.
- [11] Ing Bagus Ramdhani, "Buku Panduan Instalasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya," Dirjen EBTKE, Kementrian Energi dan Sumber Daya Mineral (KESDM) Republik Indonesia, Jakarta, 2018.
- [12] A. A. K. N. Meita Rumbayan, "Renewable and Sustainable Energy Reviews," *Journal homepage* : [www.elsevier.com/locate/rser](http://www.elsevier.com/locate/rser), pp. 1437-1449, 16 januari 2012.