

**PERENCANAAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA
PHOTOVOLTAIC DENGAN SISTEM *OFF-GRID*
PADA ATAP JALUR PEDESTRIAN LAPANGAN BINTANG
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**

***THE PHOTOVOLTAIC SOLAR POWER PLANT WITH OFF-GRID SYSTEM
PLANNING FOR LAPANGAN BINTANG UNIVERSITAS
MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA PEDESTRIAN ROOF***

TUGAS AKHIR

Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan Untuk Mencapai Derajat
Strata-1 Pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



Disusun oleh:

NAMA : ALIT NURINDRA

NIM : 20150120116

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

2019

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Alit Nurindra
NIM : 20150120116
Program Studi : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik
Universitas : Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
Judul Skripsi : **Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya
Photovoltaic Dengan Sistem Off-Grid Pada Atap Jalur
Pedestrian Lapangan Bintang Universitas
Muhammadiyah Yogyakarta**

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam penulisan tugas akhir ini sesungguhnya merupakan hasil karya tulis saya sendiri dan tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar sarjana di Perguruan Tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau dipublikasikan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis disebutkan sumbernya dalam naskah dan dalam daftar pustaka.

Pernyataan ini saya buat dengan penuh tanggung jawab dan saya bersedia menerima sanksi apabila dikemudian hari diketahui tidak benar.

Yogyakarta, 23 Mei 2019



Alit Nurindra
NIM. 20150120116

HALAMAN PERSEMBAHAN

Skripsi atau Tugas Akhir ini adalah salah satu syarat akhir dari Program Studi S1 Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta untuk memperoleh gelar sarjana. Lazimnya sebuah tanda bukti bahwa skripsi ini juga merupakan sebagai tanda bukti yang nyata tentang sikap berbakti kepada orang tua tentang bagaimana seorang anak dapat menyelesaikan pendidikan di perguruan tinggi dengan baik. Senyuman yang ditampakkan oleh orang tua adalah bukti betapa orang tua sangat merindukan momen dimana anaknya dapat menyelesaikan studinya dengan baik. Tak lupa munajat doa dan harapan terus diberikan agar langkah demi langkah kesuksesan dapat dicapai dengan gemilang sehingga menjadi generasi yang cakap, berilmu pengetahuan yang tinggi, dan senantiasa menebar manfaat bagi nusa, bangsa, dan agama.

Selanjutnya persembahkan kepada kakak tercinta. Skripsi ini sebagai bukti bahwasannya seorang anak bungsu sekaligus adik satu satunya dapat memberikan tanda keseriusan dalam menuntut ilmu seperti yang dicontohkan oleh kedua orang tua maupun kakak tercinta. Sehingga nantinya kedua orang tua dan kakak tercinta tidak perlu merasa khawatir lagi tentang bagaimana pendidikan anak paling bungsu ini dan segala sesuatunya di hari-hari kedepan dengan berbekal ilmu yang telah didapat ini.

MOTTO

**“Tiada Keyakinanlah yang membuat orang takut menghadapi tantangan,
dan saya percaya pada diri saya sendiri.”**

Muhammad Ali

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr. Wb.

Segala pujian dan ucapan rasa syukur senantiasa penulis panjatkan kepada Allah *subhanallahu wa ta'ala*. Sang Pemilik dan Pemberi Ilmu Pengetahuan, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir ini. Selawat serta salam senantiasa terlantun kepada Pembawa Risalah Ilmu Pengetahuan dan Sang Tauladan Terbaik, Nabi Muhammad *shallallahu 'alaihi wa sallam*.

Dalam proses penyusunan Tugas Akhir ini, penulis banyak sekali mendapat bantuan, arahan, nasehat, serta tak lupa dukungan yang berarti. Oleh sebab itu penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Orang tua tercinta, kakak, dan tak lupa seluruh keluarga yang tidak pernah lupa untuk selalu menyelipkan nama saya dalam setiap doa mereka. Mengharapkan saya menjadi anak yang sholeh serta bermanfaat bagi nusa dan bangsa.
2. Bapak Jazaul Ikhsan, S.T., M.T., Ph.D., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
3. Bapak Dr. Ramadoni Syahputra, S.T., M.T., selaku ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
4. Bapak Ir. Agus Jamal, M.Eng., selaku Dosen Pembimbing 1 pada Tugas Akhir saya yang telah banyak membimbing, memberikan masukan dan arahan, dan tentunya ilmu yang sangat bermanfaat selama penyusunan Tugas Akhir ini. Pengalaman beliau tentang tata listrik pada bangunan dan gedung sangat berarti banyak dalam penulisan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Ing. Faaris Mujahid, M.Sc., selaku Dosen Pembimbing 2 pada Tugas Akhir saya yang telah banyak memberikan masukan mengenai topik Tugas Akhir saya tentang Energi Terbarukan. Ilmu yang saya dapat selama mengikuti mata kuliah yang beliau ampu, yakni Rekayasa dan Pengkondisian Energi Terbarukan, telah membuka wawasan saya lebih lebar lagi.

6. Bapak Widiasmoro, S.T., M.Sc. sebagai dosen penguji selama proses pendadaran.
7. Seluruh staf dosen pengajar dan staf laboratorium Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, yang telah memberikan ilmu serta bimbingannya selama penulis menjalankan proses pendidikan di Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
8. Rekan-rekan seperjuangan Teknik Elektro 2015 khususnya teman-teman Kelas C yang selalu beriringan dan saling memotivasi selama penulis berkuliah di Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Akhir kata penulis hanya bisa berharap semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan.

Wassalamualaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, 20 Mei 2019

Alit Nurindra
NIM. 20150120116

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN I	ii
HALAMAN PENGESAHAN II	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
MOTTO	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
ABSTRACT	xiii
INTISARI	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Batasan Masalah	5
1.6 Sistematika Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Tinjauan Pustaka.....	7
2.2 Landasan Teori	9
2.2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Surya <i>Photovoltaic</i> (PLTS <i>Photovoltaic</i>).....	9
2.2.2 Prinsip Kerja Sel <i>Photovoltaic</i> (Sel Surya).....	11
2.2.3 PLTS <i>Photovoltaic</i> Sistem <i>Off-Grid</i>	12
2.2.4 Komponen-Komponen PLTS <i>Photovoltaic</i> Sistem <i>Off-Grid</i>	13
2.2.5 Aspek Biaya Perencanaan PLTS <i>Photovoltaic</i>	30
2.2.6 Analisa Kelayakan Investasi PLTS <i>Photovoltaic</i>	33
BAB III METODE PENELITIAN	38
3.1 Tahap Penelitian	38
3.2 Tahap Desain Perencanaan PLTS <i>Photovoltaic</i> sistem <i>Off-Grid</i>	41

3.2.1	Alat dan Bahan yang Dibutuhkan	41
3.2.2	Observasi Lokasi Penelitian dan Pengambilan Data	41
3.2.3	Pembuatan Desain Perencanaan PLTS Sistem <i>Off-Grid</i>	41
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	42
4.1	Hasil dan Pembahasan	42
4.2	Perencanaan PLTS <i>Off-Grid</i>	44
4.2.1	Perhitungan dan Perencanaan Panel Surya	44
4.2.2	Perhitungan dan Perencanaan Solar Charge Controller	52
4.2.3	Perhitungan dan Perencanaan Baterai	54
4.2.4	Perhitungan dan Perencanaan Inverter	57
4.3	Aspek Biaya Perencanaan PLTS <i>Photovoltaic</i>	59
4.3.1	Biaya Investasi Awal	59
4.3.2	Biaya Pemeliharaan dan Operasional PLTS <i>Photovoltaic</i>	60
4.3.3	Nilai Biaya Sekarang untuk Pemeliharaan dan Operasional PLTS <i>Photovoltaic</i>	61
4.3.4	Biaya Siklus Hidup (<i>Life Cycle Cost</i>)	62
4.4	Analisa Kelayakan Investasi PLTS <i>Photovoltaic</i>	62
4.3.1	Analisa output yang dihasilkan Panel Surya	62
4.3.2	<i>Cash Flow</i> PLTS <i>Photovoltaic</i>	62
4.3.3	<i>Net Present Value</i>	67
4.3.4	<i>Payback Periode</i>	68
4.3.5	<i>Internal Rate of Return</i>	69
4.3.6	<i>Return of Investment</i>	70
BAB V	PENUTUP	72
5.1	Kesimpulan	72
5.2	Saran	73
DAFTAR PUSTAKA	74
LAMPIRAN 1	76
LAMPIRAN 2	77
LAMPIRAN 3	80
LAMPIRAN 4	84

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. <i>Concentrated Solar Power</i> . PLTS berbasis <i>Heliothermal</i>	9
Gambar 2.2. Panel Surya <i>Photovoltaic</i> . PLTS berbasis <i>Helioelectric</i>	10
Gambar 2.3. Susunan Lapisan Sel Surya <i>Photovoltaic</i>	12
Gambar 2.4. Panel Surya tipe <i>monocrystalline</i> dan <i>polycrystalline</i>	14
Gambar 2.5. Modul, <i>String</i> , dan <i>Array Photovoltaic</i>	15
Gambar 2.6. <i>Solar Charge Controller</i>	17
Gambar 2.7. Terminal pada <i>Solar Charge Controller</i>	18
Gambar 2.8. Baterai tipe <i>Lead Acid</i>	19
Gambar 2.9. Baterai tipe <i>Lithium-Ion</i>	20
Gambar 2.10. Jenis-Jenis <i>Lead Acid Battery</i>	22
Gambar 2.11. <i>Depth of Discharge (DoD)</i> dan <i>State of Charge (SoC)</i>	24
Gambar 2.12. Beberapa gelombang sinus yang dihasilkan oleh inverter.....	28
Gambar 3.1. <i>Flow Chart</i> Tahap Penelitian.....	40
Gambar 4.1. Citra Satelit pada areal pemasangan panel <i>Photovoltaic</i>	42
Gambar 4.2. Denah Rencana Pemasangan PLTS <i>Photovoltaic</i> sistem <i>Off-Grid</i> . 43	
Gambar 4.3. Pengukuran Dimensi Atap Jalur Pedestrian dan Sampling Data....	44
Gambar 4.4. Layout Pemasangan Panel <i>Photovoltaic</i> sistem <i>Off-Grid</i>	46
Gambar 4.5. Layout Posisi Panel <i>Photovoltaic</i> dengan Sekitarnya	46
Gambar 4.6. Diagram Segaris <i>String</i> dan <i>Array Panel Photovoltaic</i>	48
Gambar 4.7. Diagram Segaris <i>Bank Battery</i>	56
Gambar 4.8. Diagram Segaris PLTS <i>Photovoltaic</i>	58

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1. Intensitas Radiasi Matahari Harian di Lapangan Bintang UMY.	50
Tabel 4.2. Temperatur Maksimum Sinar Matahari pada Siang Hari.	50
Tabel 4.3. Total Investasi Awal PLTS <i>Photovoltaic</i>	59
Tabel 4.4. Biaya Operasional dan Pemeliharaan.	60