

**PERANCANGAN SISTEM PLTS FOTOVOLTAIK TERPUSAT
UNTUK MEMENUHI KEBUTUHAN TENAGA LISTRIK
DI DESA TERPENCIL**

SKRIPSI

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



Disusun Oleh :
GUSNUR ISMAIL
20140120102

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

2018

PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Gusnur Ismail
NIM : 20140120102
Jurusan : Teknik Elektro

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi saya adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar sarjana, baik di Universitas Muhammadiyah Yogyakarta maupun perguruan tinggi lain.

Dalam skripsi saya tidak terdapat karya, ide dan pendapat orang lain, terkecuali tertulis dengan jelas pada referensi yang dicantumkan dalam skripsi dengan disebutkan nama dan dicantumkan pada daftar pustaka.

Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Yogyakarta, 1 September 2018



Gusnur Ismail

MOTTO

"Kalau banyak kemauan berarti harus banyak kemampuan"

-Ayah-

"Orang pintar akan selalu survive dimanapun dengan kondisi apapun,
Sedangkan orang bodoh akan selalu bertahan di tempat yang sama
dengan cara yang sama"

-Seorang Kawan-

"I guess we've learned that no matter who you are or where you come
from, life is a terrible thing."

-Peter Griffin-

"Tong Poho Solat"

-Ibu-

HALAMAN PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Tuhan yang Maha Esa atas segala takdir dan skenario dalam perjalanan hidup saya.
2. Bapak Sutisna dan Ibu Nina Hernaeti, orang tua tercinta.
3. Guru-guru yang telah mendidik saya mulai dari Sekolah Dasar hingga Perguruan Tinggi.
4. Almamater Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Fakultas Teknik Program Studi Teknik Elektro.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa proses penyusunan skripsi ini tidak akan berjalan dengan baik dan lancar tanpa adanya bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Rektor Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Dr. Ir. Gunawan Budiyanto, M.P
2. Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Jazaul Ikhsan, S.T., M.T., Ph.D.
3. Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Dr. Ramadoni Syahputra, S.T., M.T.
4. Dosen pembimbing yang telah memberikan waktu, pikiran dan tenaganya dalam membantu penulisan skripsi saya. Ucapan terima kasih sebesar-besarnya dan penghormatan setinggi-tingginya saya tujukan kepada Ir. Agus Jamal, M.Eng. dan Dr. Ramadoni Syahputra, S.T., M.T.
5. Dosen penguji skripsi, Kunnu Purwanto, S.T.,M.Eng.
6. Seluruh dosen Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta yang telah memberikan ilmunya selama saya menempuh masa studi.
7. Staff administrasi dan tata usaha Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
8. Keluarga besar di Tasikmalaya yang telah membantu dukungan moral dan materiil.
9. Teman-teman di Warung Prancis UMY dan Komunitas Generasi Bakti Negeri Saudara Sebatik Project 3.
10. Teman-teman seperjuangan di Program Studi Teknik Elektro 2014.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena berkat rahmat beliaulah penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul “Perancangan Sistem PLTS Fotovoltaik Terpusat Untuk Memenuhi Kebutuhan Tenaga Listrik di Desa Terpencil”.

Penyusunan Skripsi ini ditujukan untuk memenuhi kewajiban sebagai mahasiswa program sarjana dan juga sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada program studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Dalam proses penyusunan Skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, Penulis mengucapkan terima kasih kepada Ir. Agus Jamal, M.Eng. dan Dr. Ramadoni Syahputra, S.T., M.T. yang selalu membimbing dan mengarahkan penulis dalam penyusunan Skripsi ini. Semoga amal baik Bapak dan Ibu dalam memberi masukan, pertanyaan, dan dorongan semangat di ridhoi oleh Tuhan yang Maha Esa.

Penulis menyadari bahwa dalam proses penyusunan skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan dan keterbatasan yang perlu diperbaiki dan disempurnakan. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran sehingga pada akhirnya Skripsi ini dapat bermanfaat dan digunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 1 September 2018

Gusnur Ismail

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
INTISARI	viii
KATA PENGANTAR	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
DAFTAR NOTASI.....	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Metode Penelitian	4
1.7 Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	6
2.1 Tinjauan Pustaka	6
2.2 Landasan Teori	8
2.2.1 PLTS Fotovoltaik Terpusat	8
2.2.2 Konfigurasi PLTS Fotovoltaik Terpusat	9
2.2.3 Sistem <i>Off-grid</i> , <i>On-grid</i> , dan <i>Hybrid</i>	10
2.3 Pertimbangan Teknis PLTS Fotovoltaik Terpusat	13

2.3.1	Pemilihan Konfigurasi Sistem	13
2.3.2	Pola Pembebanan	14
2.4	Sistem Pemasangan Panel Surya	15
2.4.1	Penyinaran Matahari	15
2.4.2	Instalasi Panel Surya	17
2.5	Komponen PLTS Fotovoltaik Terpusat	18
2.5.1	Panel Surya	18
2.5.2	<i>Solar Charge Controller</i>	22
2.5.3	<i>Inverter</i>	24
2.5.4	Baterai	26
2.6	Pedoman Pembangunan PLTS Fotovoltaik Terpusat	28
2.6.1	Spesifikasi Teknis Peralatan	28
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		32
3.1	Metode Penelitian	32
3.1.1	Tempat Pengambilan Data	32
3.1.2	Sumber Data	34
3.1.3	Peraturan-peraturan yang Digunakan	34
3.1.4	Alat yang Digunakan	35
3.2	Diagram Alir Penelitian	35
3.2.1	Langkah-langkah Penelitian	35
BAB IV HASIL DAN ANALISIS PENELITIAN		37
4.1	Pengumpulan Data	37
4.1.1	Data Lokasi	37
4.1.2	Pemilihan Kuota Energi Listrik	39
4.2	Pengolahan Data	40
4.2.1	Menentukan Nilai <i>Equal Sun Hour</i>	40
4.2.2	Menentukan Sudut Kemiringan dan Orientasi	40
4.2.3	Menentukan Total Kebutuhan Beban	41
4.3	Pemilihan Desain Teknis Umum	42

4.3.1 Menentukan Kapasitas PLTS.....	42
4.3.2 Menentukan Kapasitas Baterai	43
4.4 Spesifikasi Teknis	44
4.4.1 Desain Panel <i>Array</i>	44
4.4.2 Perhitungan Proteksi Pada <i>Combiner Box</i>	46
4.4.3 Perhitungan Jarak Antar Panel <i>Array</i>	48
4.4.4 Perhitungan <i>Battery Bank</i>	49
4.4.5 Perhitungan Proteksi Pada Panel Distribusi DC	49
4.4.6 Perhitungan Proteksi Pada Panel Distribusi AC	51
4.4.7 <i>Preliminary Engineering Design</i>	53
4.5 <i>Engineering Estimate</i>	63
4.5.1 Biaya Investasi Awal	63
4.5.2 Biaya Operasional	64
4.6 Analisis Ekonomi Dari PLTS	64
4.6.1 <i>Cash flow</i>	64
4.6.2 <i>Inflow</i>	65
4.6.3 <i>Outflow</i>	65
4.6.4 Kelayakan Finansial Untuk Pengoperasian PLTS	66
 BAB V PENUTUP.....	 68
5.1 Kesimpulan	68
5.2 Saran	69
 DAFTAR PUSTAKA	 70
LAMPIRAN	75

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Ilustrasi PLTS Fotovoltaik Terpusat	8
Gambar 2.2	Konfigurasi DC <i>Coupling</i>	9
Gambar 2.3	Konfigurasi AC <i>Coupling</i>	10
Gambar 2.4	Skema Sistem <i>Off-grid</i>	11
Gambar 2.5	Skema Sistem <i>On-grid</i>	11
Gambar 2.6	Skema Sistem <i>Hybrid</i>	12
Gambar 2.7	Grafik Produksi Energi Oleh PLTS	14
Gambar 2.8	Grafik Produksi Energi dan Pola Pembebanan	15
Gambar 2.9	Perbedaan DNI, DHI dan GHI	16
Gambar 2.10	<i>Temperature Adder</i> Untuk Letak Panel Surya	17
Gambar 2.11	Pemasangan Sudut Kemiringan Panel Surya	17
Gambar 2.12	Pemasangan Posisi Menurut <i>Azimuth</i>	18
Gambar 2.13	Susunan Pada Panel Surya	19
Gambar 2.14	Contoh Perubahan Arus Ketika Iradiasi Berbeda	20
Gambar 2.15	Contoh Tegangan dan Arus Ketika Iradiasi Tetap	21
Gambar 2.16	Tegangan MPP Pada Suhu berbeda dan Iradiasi Tetap	22
Gambar 2.17	Daya MPP Pada Suhu berbeda dan Iradiasi Tetap.....	22
Gambar 2.18	Contoh Gambar SCC Merek Schneider	23
Gambar 2.19	Contoh Gambar Sinyal PMW	23
Gambar 2.20	Contoh Gambar Sinyal MPPT	24
Gambar 2.21	Contoh Gambar <i>Inverter</i> Merek Schneider	24
Gambar 2.22	Contoh Gambar Rangkaian <i>Inverter</i> Sentral	25
Gambar 2.23	Contoh Gambar Rangkaian <i>String Inverter</i>	26
Gambar 2.24	Contoh Bentuk Baterai VRLA dan Lithium-ion	27
Gambar 2.25	Contoh Parameter Penggunaan Kapasitas Baterai	28
Gambar 3.1	Peta Pulau Sebatik	33
Gambar 3.2	Koordinat Desa Bukit Harapan	33
Gambar 3.3	Diagram Alir Penelitian	35

Gambar 4.1	Grafik Iradiasi Harian di Desa Bukit Harapan	37
Gambar 4.2	<i>Sun Path</i> di Desa Bukit Harapan	38
Gambar 4.3	Posisi Sudut Matahari	40
Gambar 4.4	<i>Layout</i> PLTS	53
Gambar 4.5	Blok Diagram Sistem	54
Gambar 4.6	Wiring <i>Panel Array</i>	55
Gambar 4.7	<i>Single Line Diagram Combiner Box</i>	56
Gambar 4.8	<i>Single Line Diagram</i> Panel Distribusi DC.....	57
Gambar 4.9	Wiring <i>Battery Bank</i>	58
Gambar 4.10	<i>Single Line Diagram</i> Panel Distribusi AC.....	59
Gambar 4.11	Sistem Koneksi Kabel.....	60
Gambar 4.12	Simulasi Sistem Dalam Kondisi Beban Normal	61
Gambar 4.13	Simulasi Sistem Ketika Beban 30% Lebih Banyak	62

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Nilai Tes Standar Panel Surya Oleh Manufaktur	19
Tabel 2.2	Simbol dan Definisi dari Spesifikasi Panel Surya	20
Tabel 3.1	Jenis dan Sumber Data	34
Tabel 4.1	Jumlah Rumah dan Fasilitas Umum	38
Tabel 4.2	Suhu Ekstrim Sekitar	38
Tabel 4.3	Kuota Energi Untuk Rumah Tangga	39
Tabel 4.4	Kuota Energi Untuk Fasilitas Umum	39
Tabel 4.5	Klasifikasi Kelas Iradiasi Menurut SNI IEC 04-6394-2000	40
Tabel 4.6	Total Beban Harian yang Dibutuhkan	41
Tabel 4.7	Merek dan Tipe Peralalatan yang Dipakai	44
Tabel 4.8	Spesifikasi Panel Surya dan <i>Solar Charge Controller</i>	44
Tabel 4.9	Rencana Anggaran Biaya Pengadaan PLTS	63
Tabel 4.10	Biaya Operasional Pembangkit	64
Tabel 4.11	Penerimaan Kas PLTS	65
Tabel 4.12	Aliran Kas Keuangan	62

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Geografi Lokasi	5
Lampiran 2. Jumlah Rumah dan Fasilitas Umum	60
Lampiran 3. Acuan Kuota Energi Listrik	61
Lampiran 4. Spesifikasi Peralatan	62
Lampiran 5. Harga Peralatan	62

DAFTAR KONOTASI DAN SINGKATAN

EBT	= Energi Baru Terbaharukan
ESDM	= Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia
PERMEN	= Peraturan Menteri
PLTS	= Pembangkit Listrik Tenaga Surya
A	= Arus listrik
Ah	= Arus listrik per jam
Keff	= Koefisiensi
P	= Daya listrik
V	= Tegangan listrik