

SKRIPSI

**SISTEM PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYADENGAN
PROTEKSI OTOMATIS**



Oleh :

Mina Merry Wanimbo

5103018040

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KATOLIKWIDYA MANDALA
SURABAYA**

2023

SKRIPSI

**SISTEM PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA
DENGAN PROTEKSI OTOMATIS**

**Diajukan pada Fakultas Teknik
Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya
untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar
Sarjana Teknik Program Studi Teknik Elektro**



Oleh :

Mina Merry Wanimbo

5103018040

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA MANDALA
SURABAYA
2023**

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa laporan skripsi ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan hasil karya orang lain, baik sebagian maupun seluruhnya, kecuali dinyatakan dalam teks, seandainya diketahui bahwa laporan skripsi ini ternyata merupakan hasil karya orang lain, maka saya sadar dan menerima konsekuensi bahwa laporan skripsi ini tidak dapat saya gunakan sebagai syarat untuk memperoleh gelar sarjana teknik.

Surabaya, 17 Juli 2023

Mahasiswi yang bersangkutan



Mina Merry Wahidoo
5103018040

LEMBAR PERSETUJUAN

Naskah skripsi berjudul **Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya dengan Proteksi Otomatis** yang ditulis oleh **Mina Merry Wanimbo / 5103018040** telah disetujui dan diterima untuk diajukan ke Tim penguji



Pembimbing I : Ir. Albert Gunadhi, ST., M.T., IPM



Pembimbing II : Ir. Andrew Joewono, ST., MT., IPU, ASEAN Eng.

LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi yang ditulis oleh **Mina Merry Wanimbo / 5103018040**, telah disetujui pada tanggal 30 Mei 2023, dan dinyatakan LULUS.

Ketua Dewan Penguji



Ir. Rasional Sitepu., M.Eng IPU., ASEAN Eng
NIK.511.89.0154

Mengetahui:

Dekan Fakultas Teknik



Prof. Dr. Felvina Edi Soeta Redjo,
ST.M, Ph.D., Ph.D., IPU., ASEAN Eng.
NIK. 521.994.0391



Ir. Albert Gupadhi, ST., M.T.,
IPM
NIK. 511.94.0209

LEMBAR PERSETUJUAN
PUBLIKASI KARYA ILMIAH

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, saya sebagai mahasiswa/i
Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya:

Nama : Mina Merry Wanimbo

NRP : 5103018040

Menyetujui Skripsi/Karya Ilmiah saya, dengan Judul : “**Pembangkit Listrik Tenaga Surya dengan Proteksi Otomatis**” untuk dipublikasikan/ ditampilkan di Internet atau media lain (Digital Library Perpustakaan Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya) untuk kepentingan akademik sebatas sesuai dengan Undang-Undang Hak Cipta. Demikian pernyataan persetujuan publikasi karya ilmiah ini saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 17 Juli 2023

Yang menyatakan,


Mina Merry Wanimbo
5103018040

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan karunia-Nya sehingga skripsi dengan judul "**Pembangkit Listrik Tenaga Surya dengan Proteksi Otomatis**" dapat terselesaikan. Buku skripsi ini ditulis guna memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Jurusan Teknik Elektro Unika Widya Mandala Surabaya.

Pada kesempatan disampaikan ucapan terima kasih kepada Orang tua, keluarga yang selalu mendukung dalam doa maupun segala bentuk cinta, Nasehaat, dan motivasi.

semua pihak atas segala saran, bimbingan, dan dorongan semangat guna terselesaikanya skripsi ini. Secara khusus kepada:

1. Ir. Albert Gunadhi, ST., M.T.,IPM
2. Ir. Andrew Joewono, ST., MT., IPU. ASEAN Eng.
3. Rekan mahasiswa Natavijoy yang dengan setia selalu menyemangati aktivitas ini

Semoga buku laporan skripsi ini dapat berguna.

Surabaya, 17 Juli 2023



Mina Merry Wanimbo
5103018040

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	ii
LEMBAR PERNYATAAN.....	iii
LEMBAR PERSETUJUAN.....	iv
LEMBAR PENGESAHAN.....	v
LEMBAR PERSETUJUAN	
PUBLIKASI KARYA ILMIAH.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
ABSTRAK.....	xiv
ABSTRACT.....	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah.....	3
1.3. Batasan Masalah.....	3
1.4. Tujuan.....	3
1.5. Relevansi	4
1.6. Metodologi Perancangan Alat	4
1.7. Sistematika Penulisan	5
BAB II TEORI PENUNJANG	6
2.1. Panel Surya <i>Polycrystalline</i>	6
2.2. Solar Charge Controller SC-20 PWM	7
2.3. <i>Miniature Circuit Breaker</i> (MCB)	8

2.4. Baterai (Aki).....	11
2.5. Inverter	14
2.6. Kabel Penghantar.....	16
2.7. Kabel NYA.....	16
2.8. Kabel NYM.....	17
2.9. Kabel NYY.....	17
2.10. Kabel NYYHY.....	17
2.11. Low Voltage Disconnect (LVD)	19
2.12. Relay	20
BAB III METODE PERANCANGAN ALAT	26
3.1. Pendahuluan	22
3.2. Perancangan Profil Beban.....	23
3.3. Perancangan Panel Surya.....	23
3.4. Penetapan MCB DC	23
3.5. <i>Solar Charge Controller</i> (SCC).....	24
3.6. Baterai atau Aki.....	24
3.7. Kabel	25
3.8. <i>Low Voltage Disconnect</i> (LVD)	25
3.9. Diagram Perkabelan Sistem (<i>Wiring Diagram</i>).....	26
3.10 Perancangan Sistem dengan Menggunakan Software Simulasi PV Syst 7.2	27
BAB IV PENGUKURAN DAN PENGUJIAN ALAT.....	33
4.1. Pendahuluan	33
4.2. Pengukuran Profil Beban.....	33
4.3. Pengukuran Komponen Bagian Coupling DC Secara	
Keseluruhan.....	35

4.4. Pengujian Fungsi Peralatan.....	41
BAB V KESIMPULAN	44
DAFTAR PUSTAKA.....	45

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Panel Surya Polycrystalline.....	7
Gambar 2.2. Solar Charge Controller (SCC) SC-20.....	8
Gambar 2.3. MCB AC.....	10
Gambar 2.4. MCB DC.....	11
Gambar 2.5. Baterai <i>Lead Acid</i> Luminous 12 V, 100 Ah.....	14
Gambar 2.6. <i>Inverter</i> 1500 W.....	15
Gambar 2.7. Kabel NYA.....	16
Gambar 2.8. Kabel NYM.....	17
Gambar 2.9. Kabel NYY.....	17
Gambar 2.10. Kabel NYYH.....	18
Gambar 2.11. Modul LVD XH-M609.....	20
Gambar 2.12. Konstruksi Relay Bagian Dalam.....	21
Gambar 3.1. Diagram Blok Sistem PLTS <i>off-grid</i>	22
Gambar 3.2. Diagram Perkabelan Sistem PLTS <i>off-grid</i>	26
Gambar 3.3. Layout Rangkaian PLTS off-grid dengan SoftwarePVSystem 7.2.....	27
Gambar 3.4. rafik Loss Diagram Sistem PLTS off-grid yang dirancang.....	28
Gambar 3.5. Grafik Energi Insiden Referensi dari sistem PLTS offgrid.....	29
Gambar 3.6. Grafik Produksi Ternormalisasi (per kWp terpasang) dengan daya nominal 200 Wp.....	29
Gambar 3.7. Grafik Produksi Ternormalisasi dan Faktor Loss dengan nominal daya sebesar 200 Wp.....	30

Gambar 3.8. Grafik Perbandingan Temperatur Array terhadap Radiansi Efekti	30
Gambar 3.9. Grafik Input Output Sistem PLTS	31
Gambar 3.10. Grafik Output Array	31
Gambar 3.11. Grafik Distribusi Daya Arra	32
Gambar 3.11. Grafik Distribusi SoC per hari	32
Gambar 4.1. Hasil Pengukuran Parameter pada Beban dengan Menggunakan <i>Energy Meter</i>	34
Gambar.4.2 gfarif pengukuran tegangan photovoltaic	38
Gambar.4.3 grafik pengukuran arus photovltaic	38
Gambar 4.4. Grafik Pengukuran Solar Power per Area Photovoltaic4.....	39
Gambar 4.5. Grafik Pengukuran Tegangan Aki	39
Gambar 4.6. Grafik Pengukuran Arus Aki	40

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Hubungan SoC dengan Tegangan pada baterai VRLA tipe AGM dan WET	14
Tabel 2.2. Tabel Kemampuan Hantar Arus (KHA)	19
Tabel 4.1. Data hasil pengukuran tegangan PV, arus PV, <i>solar power</i> per area, tegangan aki, arus aki.....	36
Tabel 4.2. Data hasil pengukuran tegangan LVD.....	41

ABSTRAK

Listrik sudah menjadi kebutuhan pokok bagi keperluan rumahtangga. Tetapi banyak daerah di Indonesia yang masih belum dapat mengakses listrik. Untuk menghasilkan listrik dapat dilakukan dengan berbagai cara salah satunya adalah memanfaatkan radiasi cahaya matahari. Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya juga memiliki keunggulan dibandingkan dengan pembangkit listrik lainnya yaitu tidak menimbulkan pencemaran lingkungan. Sehingga mengapa Pembangkit Listrik Tenaga Surya menjadi solusi yang cocok untuk membuat energi listrik di sektor rumah tinggal. Salah satu sistem yang digunakan pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya yang cukup populer adalah sistem *off-grid*, dimana sistem pembangkit listrik tersebut tidak terkoneksi dengan jaringan PLN sehingga dibutuhkan baterai (aki) untuk menyimpan energi listrik yang dihasilkan oleh panel surya. Tetapi bagaiman aki yang digunakan tersebut memiliki aturan agar penggunaannya dapat berlangsung dalam waktu yang lama yaitu *Depth of Discharge* (DoD)nya tidak boleh tinggi. Sehingga dibutuhkan modul tambahan agar melakukan proteksi otomatis agar penggunaan aki dapat menjadi awet. Modul tersebut adalah *Low Voltage Disconnect* (LVD).

Dari sini hasil yang dibuat suatu Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya dengan menggunakan proteksi tambahan. Panel yang digunakan memiliki tipe *polycrystalline* sebanyak 2 x 100 wp. Aki yang digunakan memiliki tipe *Valve Regulated Lead Acid* (VRLA) dengan spesifikasi 12V 100 ah, sebanyak 1 buah, dengan menggunakan proteksi LVD. Modul LVD yang digunakan adalah tipe XH-M609 untuk membatasi tegangan dari tegangan terendah aki yang di settingkan, daya dari aki akan disalurkan ke power inverter dengan daya maksimum 1500watt, hingga siap digunakan mensuplaidaya ke beban dengan pengaman MCB 2 Amper.

Kesimpulan Secara umum, kinerja sistem PLTS yang dirancang berjalan dengan baik serta dapat digunakan untuk mengaktifkan beban sesuaidengan kebutuhan.

Kata kunci: *off-grid, aki, low voltage disconnect, depth of discharge*

ABTRACT

Electricity has become basic needs for household needs. However, many areas still do not have access to use electricity. Generating electricity can be done in many ways, one of them is to utilize solar radiation. The solar generation system has some advantages compared to other power plants, namely it doesn't cause environmental pollution. So that solar power plant is a suitable solution for generating electricity in the residential sector. One of systems used in solar power plants which is quite popular is the off-grid system, where the power generation system is not connected to the PLN network, so a battery (accu) is needed to store electrical energy which is produced by solar panel. But the battery used has arule so that it's use can last for a long time, that is it's Depth of Discharge can't be high. So an additional module is required to perform automatic protection so that battery use can last longer. That module is called Low Voltage Disconnect (LVD).

From here a solar power generation is created using additional protection. The panel which is used has polycrystalline type for charging the battery. The type of battery that is used is ValveRegulated Lead Acid (VRLA) and then forwarded to LVD. The type of LVD module that is used is XH-M609 to limit the power from the battery that will be distributed to inverter and headed to load.

The overall performance of designed solar power plant system is running well and the condition of each component especially the battery remains in good condition and can be used to active the load as needed.

Keywords: *off-grid, battery, low voltage disconnect, depth of discharge*