

**PERANCANGAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA *OFF-GRID*
BERBASIS *INTERNET OF THINGS***

SKRIPSI

Program Studi Sarjana Teknik Elektro

Jurusan Teknik Elektro

Oleh:

WASLI GOPINDA

NIM D1021211006



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
PONTIANAK**

2024

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Wasli Gopinda

NIM : D1021211006

Menyatakan bahwa dalam SKRIPSI ini yang berjudul “Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya *Off-Grid* Berbasis *Internet of Things*” tidak terdapat karya yang diajukan untuk memperoleh gelar sarjana di suatu perguruan tinggi manapun. Sepanjang pengetahuan saya, tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam Daftar Pustaka.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya. Saya sanggup menerima konsekuensi akademis dan huku di keudian hari apabila pernyataan yang dibuat ini tidak benar.

Pontianak, 17 Desember 2024

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Wasli Gopinda' with a stylized flourish at the end.

Wasli Gopinda
NIM. D1021211006



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
FAKULTAS TEKNIK

Jalan Prof. Dr. H. Hadari Nawawi Pontianak 78124

Telepon: (0561) 740186 Email: ft@untan.ac.id Website: <http://teknik.untan.ac.id>

SURAT KETERANGAN SELESAI PENULISAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini Dosen Pembimbing Utama dan Dosen Pembimbing Pendamping pada penulisan skripsi yang berjudul **“Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya *Off-Grid* Berbasis *Internet of Things*”** yang ditulis oleh mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura.

Nama : Wasli Gopinda

NIM : D1021211006

Jurusan : Teknik

Prodi : Teknik Elektro

Konsentrasi : Teknik Tenaga Listrik

Demikian ini menerangkan bahwa mahasiswa tersebut telah menyelesaikan penulisan skripsinya.

Pembimbing Utama

Prof. Dr. Eng. Ir. M. Ismail Yusuf, M.T
NIP. 196503181991031011

Pontianak, 17 Desember 2024
Pembimbing Pendamping

Ir. Ayong Hiendro, S.T., M.T., IPM
NIP. 196911011997021001



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
FAKULTAS TEKNIK

Jalan Prof. Dr. H. Hadari Nawawi Pontianak 78124

Telepon: (0561) 740186 Email: ft@untan.ac.id Website: <http://teknik.untan.ac.id>

HALAMAN PENGESAHAN

PERANCANGAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA
OFF-GRID BERBASIS *INTERNET OF THINGS*

Jurusan Teknik Elektro
Program Studi Teknik Elektro

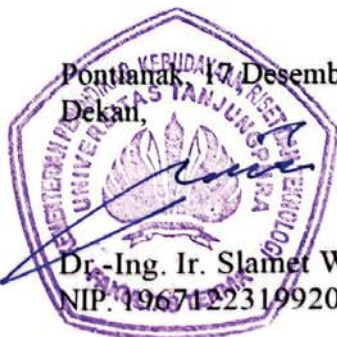
Oleh:

Wasli Gopinda
NIM. D1021211006

Telah dipertahankan di depan Penguji Skripsi pada tanggal 17 Desember 2024
dan diterima sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar sarjana
teknik

Susunan Penguji Skripsi

Dosen Pembimbing Utama	: Prof. Dr. Eng. Ir. M. Ismail Yusuf, M.T NIP. 196503181991031011
Dosen Pembimbing Kedua	: Ir. Ayong Hiendro, S.T., M.T., IPM NIP. 196911011997021001
Dosen Penguji Utama	: Ir. Kho Hie Khwee, M.T., IPM NIP. 196505261992021001
Dosen Penguji Kedua	: Yandri, S.T., M.T NIP. 196903291999031001



Pontianak, 17 Desember 2024
Dekan,

Dr.-Ing. Ir. Slamet Widodo, M.T., IPM
NIP. 196712231992031002

Pembimbing Utama

Prof. Dr. Eng. Ir. M. Ismail Yusuf, M.T
NIP. 196503181991031011

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, karena telah melimpahkan rahmat-Nya kepada penulis sehingga penulis dapat menyusun tugas akhir yang berjudul **“PERANCANGAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA OFF-GRID BERBASIS INTERNET OF THINGS”**.

Dalam penulisan tugas akhir ini, penulis mengalami berbagai hambatan, namun semua itu bisa diatasi berkat bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak sehingga penulis bisa menyelesaikan tugas akhir ini. Penulis ingin menyampaikan penghargaan dan terima kasih sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah mendukung, mendampingi, serta membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir, khususnya kepada:

1. Kedua orang tua, Bapak Likui dan Ibu Hajjah serta kepada keluarga yang selalu mendoakan memberi semangat, dan dukungan kepada penulis.
2. Bapak Dr.-Ing. Ir. Slamet Widodo, M.T., IPM, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura.
3. Bapak Prof. Dr.-Ing. Seno Darmawan Panjaitan, S.T., M.T., IPM, selaku ketua jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Tanjungpura.
4. Bapak Elang Derdian Marindani, S.T., M.T, selaku ketua program studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Tanjungpura.
5. Bapak Prof. Ir. Rudy Gianto., M.T, Ph.D, selaku dosen pembimbing akademik penulis pada program studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Tanjungpura.
6. Bapak Prof. Dr. Eng. Ir. M. Ismail Yusuf, M.T, selaku dosen pembimbing utama yang telah memberikan bantuan, masukan, kritik, serta saran dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
7. Bapak Ir. Ayong Hiendro, S.T., M.T., IPM, selaku dosen pembimbing pendamping yang juga telah memberikan bantuan, masukan, kritik, serta saran dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
8. Bapak Ir. Kho Hie Khwee, M.T., IPM, selaku dosen penguji utama yang telah memberikan saran dan masukan yang membangun dalam menyempurnakan tugas akhir ini.

9. Bapak Yandri, S.T., M.T, selaku dosen penguji pendamping yang telah memberikan saran dan masukan yang membangun dalam menyempurnakan tugas akhir ini.
10. Seluruh teman Teknik Elektro angkatan 2021 senantiasa berkomunikasi dan menemani dalam menyelesaikan Tugas Akhir.

Penulis menyadari adanya keterbatasan dalam penulisan tugas akhir ini, untuk itu kritik dan saran yang membangun sangatlah diharapkan demi penyempurnaan isi dari tugas akhir ini.

Akhir kata penulis berharap tugas akhir ini dapat memberikan manfaat serta dipergunakan sebagaimana mestinya.

Pontianak, Desember 2024

Penulis,

WASLI GOPINDA

D1021211006

ABSTRAK

Meningkatnya permintaan akan sumber energi terbarukan telah mendorong pengembangan pembangkit listrik tenaga surya *off-grid* yang terintegrasi dengan teknologi modern. Pada penelitian ini menyajikan perancangan sistem pembangkit listrik tenaga surya *off-grid* berbasis *Internet of Things* (IoT). Sistem yang telah dirancang untuk menyediakan solusi energi yang andal dan berkelanjutan di daerah yang tidak terjangkau oleh jaringan listrik. Dengan memanfaatkan IoT, sistem ini dapat memantau dan mengontrol berbagai parameter, seperti pembangkitan energi, tingkat baterai, dan manajemen beban secara jarak jauh, sehingga memastikan efisiensi dan kinerja waktu nyata. Penelitian ini mencakup perancangan sistem, pemilihan komponen, serta integrasi teknologi IoT untuk pemantauan dan pengelolaan, yang menghasilkan pembangkit listrik tenaga surya yang lebih cerdas dan otomatis. Implementasi sistem ini bertujuan untuk meningkatkan kemandirian energi, keberlanjutan, dan aksesibilitas di daerah terpencil atau pedesaan.

Kata Kunci : Perancangan PLTS, PLTS *Off-Grid*, Berbasis IoT.

ABSTRACT

The increasing demand for renewable energy sources has driven the development of off-grid solar power plants integrated with modern technology. This study presents the design of an off-grid solar power generation system based on the Internet of Things (IoT). The system has been designed to provide reliable and sustainable energy solutions in areas that are not covered by the electricity grid. By utilizing IoT, this system can monitor and control various parameters, such as energy generation, battery level, and load management remotely, thus ensuring real-time efficiency and performance. This study includes system design, component selection, and integration of IoT technology for monitoring and management, resulting in a smarter and more automated solar power plant. The implementation of this system aims to increase energy independence, sustainability, and accessibility in remote or rural areas.

Keywords : *Design of PLTS, Off-Grid PLTS, IoT Based.*

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	ii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Pembatasan Masalah	3
1.5 Sistematika Penulisan Skripsi	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Kajian Terdahulu	5
2.2 Kebijakan Energi Indonesia	6
2.3 Pembangkit Listrik Tenaga Surya	7
2.3.1 PLTS <i>On-Grid</i>	7
2.3.2 PLTS <i>Off-Grid</i>	8
2.4 Sel Surya	8
2.5 Keuntungan dan Kelemahan Sel Surya	8
2.6 Jenis-Jenis Modul Surya	9
2.6.1 <i>Monocrystalline</i>	9
2.6.2 <i>Polycrystalline</i>	10
2.6.3 <i>Thin Layer (FILM) Cells</i>	11

2.7 PV Array.....	12
2.7 Solar Charge Controller.....	13
2.7.1 Solar Charge Controller Pulse width Modulation (PWM).....	13
2.7.2 Solar Charge Controller Maximum Power Point Tracking (MPPT) ...	13
2.8 Inverter	14
2.9 Baterai	14
2.10 Ethernet Convert Module	15
2.11 Prinsip Kerja Pembangkit Listrik Tenaga Surya	16
2.12 Faktor Yang Mempengaruhi Kinerja PLTS	17
2.12.1 Radiasi Matahari	17
2.12.2 Sudut Kemiringan Modul Surya	17
2.12.3 Temperatur	18
2.13 Prinsip Kerja <i>Internet of Things</i> Pada PLTS <i>Off-Grid</i>	18
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	20
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian.....	20
3.2 Data Variable Penelitian	20
3.3 Alat Penelitian.....	24
3.4 Metode Penelitian.....	24
3.5 Langkah-Langkah Penelitian.....	25
3.5.1 Studi Literatur	25
3.5.2 Observasi Lapangan.....	25
3.6 Skema Panel Surya.....	25
3.7 Perancangan Sistem.....	26
3.8 Perancangan Perangkat Keras	26
3.9 Tampilan Aplikasi	27
3.10 Diagram Alir.....	29

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	30
4.1 Data Pengujian	30
4.1.1 Data Keluaran Panel Surya Pada Beban Linier.....	30
4.1.2 Data Keluaran Panel Surya Pada Beban Non Linier.....	34
4.1.3 Data Keluaran Panel Surya Pada Beban Campuran.....	39
4.2 Analisa Pengujian.....	44
4.3 Menghitung Lama Waktu Pengisian Baterai.....	45
4.4 Meghitung Waktu Operasional Baterai	46
BAB V PENUTUP.....	47
5.1 Kesimpulan	47
5.2 Saran.....	47
DAFTAR PUSTAKA	48
LAMPIRAN.....	50

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Modul Surya <i>Monocrystalline</i>	9
Gambar 2. 2 Modul Surya <i>Polycrystalline</i>	10
Gambar 2. 3 Modul Surya <i>Thin Layer</i> (FILM) <i>Cells</i>	11
Gambar 2. 4 Konfigurasi PV Array	12
Gambar 2. 5 Prinsip Kerja PLTS	16
Gambar 3. 1 Panel Surya Yang Digunakan	21
Gambar 3. 2 Inverter/Charge Yang Digunakan	22
Gambar 3. 3 Baterai Yang Digunakan	23
Gambar 3. 4 Ethernet Yang Digunakan	23
Gambar 3. 5 Skema Panel Surya Yang Terpasang	26
Gambar 3. 6 Skema PLTS Off-Grid	27
Gambar 3. 7 Logo Aplikasi Epever Pair.....	27
Gambar 3. 8 Tampilan Dalam Aplikasi	28
Gambar 3. 9 Diagram Alir Langkah-Langkah Penelitian.....	29
Gambar 4. 1 Data Pengujian Beban Linier Ke 1	30
Gambar 4. 2 Data Pengujian Beban Linier Ke 2	31
Gambar 4. 3 Data Pengujian Beban Linier Ke 3	31
Gambar 4. 4 Data Pengujian Beban Linier Ke 4	32
Gambar 4. 5 Data Pengujian Beban Linier Ke 5	32
Gambar 4. 6 Data Pengujian Beban Linier Ke 6	33
Gambar 4. 7 Data Pengujian Beban Linier Ke 7	33
Gambar 4. 8 Grafik Keluaran Panel Surya pada Pengujian Beban Linier	34
Gambar 4. 9 Data Pengujian Beban Non Linier Ke 1	35
Gambar 4. 10 Data Pengujian Beban Non Linier Ke 2	35
Gambar 4. 11 Data Pengujian Beban Non Linier Ke 3	36
Gambar 4. 12 Data Pengujian Beban Non Linier Ke 4	36
Gambar 4. 13 Data Pengujian Beban Non Linier Ke 5	37
Gambar 4. 14 Data Pengujian Beban Non Linier Ke 6	37
Gambar 4. 15 Data Pengujian Beban Non Linier Ke 7	38
Gambar 4. 16 Grafik Keluaran Panel Surya Pada Pengujian Beban Non Linier	39
Gambar 4. 17 Data Pengujian Beban Campuran Ke 1	40

Gambar 4. 18	Data Pengujian Beban Campuran Ke 2	40
Gambar 4. 19	Data Pengujian Beban Campuran Ke 3	41
Gambar 4. 20	Data Pengujian Beban Campuran Ke 4	41
Gambar 4. 21	Data Pengujian Beban Campuran Ke 5	42
Gambar 4. 22	Data Pengujian Beban Campuran Ke 6	42
Gambar 4. 23	Data Pengujian Beban Campuran Ke 7	43
Gambar 4. 24	Grafik Keluaran Panel Surya Pada Pengujian Beban Campuran .	44

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Spesifikasi Panel Surya Yang Digunakan.....	21
Tabel 3. 2 Spesifikasi Inverter/Charge Yang Digunakan.....	22
Tabel 3. 3 Spesifikasi Baterai Yang Digunakan.....	23
Tabel 3. 4 Spesifikasi Ethernet Yang Digunakan.....	24
Tabel 4. 1 Data Pengujian Beban Linier.....	34
Tabel 4. 2 Data Pengujian Beban Non Linier.....	38
Tabel 4. 3 Data Pengujian Beban Campuran.....	43

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki potensi dalam sumber energi terbarukan dengan jumlah yang relatif besar. Energi surya termasuk dalam salah satu sumber energi terbarukan dan paling banyak digunakan sebagai sumber energi untuk membangkitkan listrik. Indonesia tergolong negara yang kaya dengan sumber energi matahari, karena letak wilayahnya tepat dilalui oleh garis khatulistiwa, intensitas matahari pada Indonesia perhari berkisar 1200 w/m^2 [1].

Saat ini ketergantungan terhadap sumber energi fosil sebagai bahan bakar pembangkit listrik masih sangat mendominasi sebagian besar dari sistem pembangkit energi listrik di Indonesia. Dalam rangka untuk mengurangi energi fosil sebagai bahan bakar pembangkit dan beralih menggunakan energi baru terbarukan dilakukan upaya oleh pemerintah dengan diterbitkannya aturan mengenai Kebijakan Energi Nasional. Komitmen pemerintah dalam mendukung Kebijakan Energi Nasional, tercapainya 23% penggunaan energi baru dan terbarukan pada tahun 2025 diwujudkan dengan berbagai macam kebijakan maupun regulasi, salah satunya pada pengembangan PLTS di Indonesia [2].

Energi matahari yang sangat besar dalam sepanjang tahun merupakan potensi sumber energi terbarukan yang sangat perlu untuk dikembangkan, sekaligus mengurangi ketergantungan terhadap energi fosil yang sudah hampir habis. Sebagai energi yang tersedia dan ramah lingkungan, untuk mengurangi efek gas rumah kaca, serta mendukung program nasional yang dirancang oleh pemerintah mengenai sumber penyediaan energi terbarukan [2].

Radiasi sinar matahari dapat dimanfaatkan sebagai salah satu sumber energi terbarukan tentunya dengan menggunakan panel surya sebagai alat pengubah sinar matahari menjadi energi listrik. Penggunaan panel surya di wilayah Kalimantan Barat khususnya sangatlah efektif, sebab Kalimantan Barat adalah salah satu wilayah yang letaknya dilalui oleh garis khatulistiwa.

Wilayah yang dilalui oleh garis khatulistiwa memiliki potensi besar dalam memanfaatkan energi matahari. Ini karena wilayah tersebut menerima sinar matahari yang intens sepanjang tahun.

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) *off-grid* merupakan salah satu solusi yang sangat potensial untuk mengatasi masalah kekurangan listrik di wilayah yang belum dijangkau oleh aliran listrik di Indonesia. PLTS *off-grid* adalah sistem pembangkit listrik tenaga surya yang berdiri sendiri atau tidak terhubung dengan jaringan listrik utama, sehingga dapat dioperasikan secara mandiri untuk memenuhi kebutuhan listrik lokal.

Untuk meningkatkan kinerja dari PLTS adalah dengan memanfaatkan teknologi *Internet of Things* (IoT). Sistem PLTS yang terhubung dengan IoT dapat dipantau dan dikendalikan output dayanya secara real-time. Penggunaan teknologi IoT dapat mempermudah dalam memonitoring dan mengendalikan output daya secara *real-time*, serta dapat menjadi solusi yang inovatif dalam pengembangan sistem PLTS yang efektif.

Dari sinilah muncul urgensi untuk melakukan perancangan pembangkit listrik tenaga surya *off-grid* berbasis IoT, yang tidak hanya ramah lingkungan, tetapi juga mudah untuk dioperasikan berkat terhubungnya dengan teknologi IoT. Perancangan PLTS *off-grid* berbasis IoT pada penelitian ini diharapkan dapat menjadi solusi bagi tantangan keterbatasan akses listrik di daerah terpencil dan sebagai langkah maju penggunaan energi baru terbarukan yang lebih efisien dan efektif.

Melalui Penelitian ini, diharapkan terciptanya sebuah model rancangan PLTS *off-grid* berbasis IoT yang dapat diimplementasikan di daerah-daerah terpencil, tentunya dengan potensi energi matahari yang tinggi, serta diharapkan dapat memberikan kontribusi pada peningkatan akses listrik yang berkelanjutan.

Penelitian ini berbeda dari penelitian sebelumnya, yang membedakannya yaitu terletak pada komponen alat yang digunakan serta sistem pengaturannya. Sementara penelitian terdahulu mungkin lebih berfokus pada studi umum mengenai PLTS.

1.2 Perumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini:

1. Bagaimana merancang sistem PLTS berbasis *internet of things* untuk dapat memonitoring dan mengendalikan output daya secara real-time ?
2. Bagaimana perancangan PLTS *Off-Grid* yang optimal untuk memenuhi kebutuhan listrik ?
3. Bagaimana potensi sumber daya energi matahari yang dapat dioptimalkan untuk PLTS *Off-Grid* ?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dalam penelitian ini:

1. Merancang sistem PLTS yang berbasis *internet of things*.
2. Membuat perancangan teknis sistem PLTS *Off-Grid* yang dapat memenuhi kapasitas daya.
3. Mengevaluasi potensi energi matahari dilokasi sebagai sumber utama untuk PLTS *Off-Grid*.

1.4 Pembatasan Masalah

Adapun Batasan masalah dari penelitian ini:

1. Kapasitas daya yang dirancang dibatasi oleh ketersediaan komponen alat PLTS.
2. Berbasis *internet of things* dalam penelitian tidak mencakup pengembangan perangkat keras sensor atau komponen elektronik lainnya.
3. Studi ini hanya akan menggunakan data iklim dan cuaca yang tersedia secara historis untuk daerah Kalimantan Barat, tanpa melakukan pengukuran cuaca secara langsung selama penelitian.

1.5 Sistematika Penulisan Skripsi

Berikut sistematika penulisan skripsi dari penelitian Perancangan PLTS *Off-Grid* berbasis *internet of things*.

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisikan Latar Belakang, Permasalahan, Pembatasan Masalah, Tujuan Penelitian dan Sistematika Penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisikan penjelasan teori – teori yang terkait tentang PLTS.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisikan perancangan PLTS *Off-Grid* berbasis *internet of things*. Bab ini juga menyajikan bahan penelitian, data variabel penelitian, alat yang digunakan, metode penelitian, langkah-langkah penelitian, skema panel surya, perancangan sistem, perancangan perangkat keras, tampilan aplikasi, serta diagram alir penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini membahas hasil pengujian terhadap keberhasilan dari kondisi yang telah disebutkan sebelumnya.

BAB V PENUTUP

Bab ini merupakan bab penutup yang berisi kesimpulan dan saran – saran yang diambil oleh penulis yang bertujuan untuk perbaikan hasil skripsi ini kedepannya.