PERENCANAAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) SISTEM *ON-GRID* DI KANTOR BADAN PENGELOLA PERBATASAN DAERAH KALIMANTAN BARAT MENGGUNAKAN PROGRAM PVSYST

SKRIPSI

Program Studi Sarjana Teknik Elektro

Jurusan Teknik Elektro

Oleh:

ALDO
NIM D1021181064

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS TANJUNGPURA

PONTIANAK

2025

HALAMAN PERNYATAAN

Yang Bertanda Tangan dibawah ini:

Nama : ALDO

NIM : D1021181064

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul "**PERENCANAAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) SISTEM *ON GRID* DI KANTOR BADAN PENGELOLA PERBATASAN DAERAH KALIMANTAN BARAT**" tidak terdapat karya yang pernah 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 yang secara tertulis mengacu pada naskah ini dan telah disebutkan dalam daftar Pustaka.da

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

Pontianak, 30 Juni 2025

Penulis



ALDO

NIM. D1021181064

KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS,
DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
FAKULTAS TEKNIK
Jalan Prof. Dr. H. Hadari Nawawi Pontianak 78124
Telepon (0561) 740186 Email: elektro@teknik.untan.ac.id Website: http://teknik.untan.ac.id

SURAT KETERANGAN SELESAI PENULISAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan dibawah ini, Dosen Pembimbing Utama dan Dosen Pembimbing Pendamping pada penulisan skripsi yang berjudul **"Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Sistem *On-Grid* Di Kantor Badan Pengelola Perbatasan Daerah Kalimantan Barat Menggunakan Program Pvsyst"** yang ditulis oleh mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura.

Nama	: ALDO
NIM	: D1021181064
Jurusan	: Teknik Elektro
Program Studi	: Teknik Elektro
Konsentrasi	: Teknik Tenaga Listrik

Demikian ini menerangkan bahwa mahasiswa tersebut telah menyelesaikan penulisan skripsinya.

Pontianak, 30 Juni 2025

Pembimbing Utama,	Pembimbing Pendamping,
Ir. Ayong Hiendro, S.T., M.T., IPM	Ir. Kho Hie Khwee., M.T.
NIP. 196911011997021001	NIP. 196505261992021001

KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
FAKULTAS TEKNIK
Jalan Prof. Dr. H. Hadari Nawawi Pontianak 78124
Telepon (0561) 740186, WA: +6282152280907
Email : ft@untan.ac.id Website : http://teknik.untan.ac.id

HALAMAN PENGESAHAN

PERENCANAAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) SISTEM *ON-GRID* DI KANTOR BADAN PENGELOLA PERBATASAN DAERAH KALIMANTAN BARAT MENGGUNAKAN PROGRAM PVSYST

Program Studi Sarjana Teknik Elektro
Jurusan Teknik Elektro

Oleh:

ALDO
NIM D102111064

Telah dipertahankan di depan Penguji Skripsi pada tanggal 30 Juni 2025
dan diterima sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar sarjana

Susunan Penguji Skripsi

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

Pontianak, 30 Juni 2025
Dekan,

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

HALAMAN PERSEMBAHAN

-strive for progress, not perfection-

Alhamdulillahirabbil Allamin, karya sederhana saya ini saya persembahkan untuk kedua orang tua saya serta adik-adik saya, dan sebagai rasa terimakasih kepada Allah SWT karena atas rahmat dan hidayah nya saya tidak akan sampai di titik ini.

Ayah saya yang galak Bapak Halbi dan Ibu tercinta saya Karmila**,** yang doanya tak pernah putus, kasih sayangnya tanpa syarat, dan dukungannya menjadi kekuatan terbesar dalam setiap langkah saya. Terima kasih telah selalu percaya, bahkan saat saya meragukan diri sendiri.

Serta adik-adik yang saya sayangi dan cintai, Widya Sari, Wheny Ramadhani, Alex Ridwan, Abyan Fairus, dan Marisa Cinthya. yang selalu memberi semangat dengan caranya masing-masing, menjadi pengingat bahwa keluarga adalah tempat pulang terbaik.

serta kepada teman-teman seperjuangan**,** yang selalu hadir di setiap proses di saat lelah, bingung, hingga tawa dan lega. Terima kasih telah menjadi bagian penting dari perjalanan ini.

Semoga karya ini menjadi awal dari langkah-langkah besar berikutnya.

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, karena atas segala rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyusun skripsi yang berjudul. ‘’**PERENCANAAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) SISTEM *ON GRID* DI KANTOR BADAN PENGELOLA PERBATASAN DAERAH PROVINSI KALBAR MENGGUNAKAN PROGRAM PVSYST’’**

Ada beberapa kendala yang dihadapi oleh penulis, namun berkat bantuan, bimbingan, serta arahan dari berbagai pihak, penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Pada kesempatan ini penulis ingin terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini, khususnya kepada :

1. Kedua orang tua saya, Bapak Halbi dan Ibu Karmila serta saudara dan keluarga penulis yang selalu memberikan dukungan, baik materi maupun moril dan selalu mendoakan saya.
2. Bapak Dr. Ing. Ir. Slamet Widodo, M.T., IPM selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura.
3. Bapak Prof. Dr. Ing. Seno D. 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 Dr. Ir. Purwoharjono, S.T. M.T., IPM. selaku Dosen Pembimbing Akademik.
6. Bapak Ir. Ayong Hiendro, S.T., M.T., IPM selaku Dosen Pembimbing Utama skripsi atas segala bantuan, perhatian, dan arahan selama pengerjaan skripsi ini..
7. Bapak Ir. Kho Hie Khwee., M.T. selaku Dosen Pembimbing Pendamping atas segala bantuan dan, perhatian, dan arahan selama pengerjaan skripsi ini.
8. Bapak Yandri, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji Utama yang telah memberikan saran dan masukan yang membangun dalam penyempurnaan skripsi ini.

9. Bapak Prof. Dr. Eng. Ir. M. Ismail Yusuf, M.T selaku Dosen Penguji Pendamping yang telah memberikan saran dan masukan yang membangun dalam menyempurnakan skripsi ini.
10. Rekan-rekan mahasiswa 2018 dan semua pihak yang telah banyak membantu baik moril dan materil dalam menyelesaikan proposal skripsi ini.
11. Pimpinan dan Staf kantor Badan Pengelola Perbatasan Daerah Kalimantan Barat. Terkhusus untuk Kassubag dan Sekretaris yang sudah memberikan saya nasehat dan ilmu yang bermanfaat selama saya mengerjakan tugas akhir ini.
12. Asman Pemeliharaan PLN UP2D Kalimantan Barat yaitu Bapak Noken Priono yang telah membimbing dan memberikan arahan kepada saya dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

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

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

Pontianak, 30 Juni 2025

Penulis,



ALDO

NIM. D1021181064

ABSTRAK

Pemerintah Indonesia menargetkan bauran energi terbarukan sebesar 23% pada tahun 2025 sebagai bagian dari strategi nasional transisi energi dan pengurangan emisi karbon. Permasalahan utama yang diangkat adalah bagaimana menentukan kapasitas optimal dan konfigurasi sistem PLTS Penelitian ini dilakukan di Kantor Badan Pengelola Perbatasan Daerah (BPPD) Kalimantan Barat dengan tujuan merancang sistem PLTS on-grid yang mampu menyuplai sebagian kebutuhan listrik gedung secara efisien mencakup penentuan jumlah panel surya, inverter, serta string array, melalui simulasi menggunakan perangkat lunak PVsyst 7.4. tanpa mengekspor energi ke jaringan PLN dengan sistem (*zero export*) Sistem dirancang dengan kapasitas 16,2 kWp, terdiri dari 27 panel surya 600 Wp yang dikonfigurasi dalam 3 string paralel dan satu inverter 15 kW. Hasil simulasi menunjukkan bahwa sistem mampu menghasilkan 23.110 kWh energi listrik per tahun dan memenuhi 20,69% dari kebutuhan energi gedung sebesar 111.690 kWh per tahun. Sistem ini tidak menghasilkan surplus energi (0%), sehingga mendukung konsep zero export. Selain itu, nilai Performance Ratio sebesar 84,37%.

Kata Kunci: PLTS, On-Grid, PVsyst, Zero Export, Energi Surya, BPPD Kalimantan Barat

ABSTRACT

The Government of Indonesia has set a target of achieving a 23% renewable energy mix by 2025 as part of its national strategy for energy transition and carbon emission reduction. The main issue addressed in this study is how to determine the optimal capacity and configuration of a solar power generation system. This research was conducted at the Office of the Border Management Agency (BPPD) of West Kalimantan with the aim of designing an efficient on-grid solar photovoltaic (PV) system to partially supply the building's electricity needs. The system design includes determining the number of solar panels, inverter capacity, and string configuration through simulation using PVsyst 7.4 software, and is based on a zero-export approach—meaning no energy is exported to the PLN grid. The designed system has a capacity of 16.2 kWp, consisting of 27 solar panels rated at 600 Wp each, configured into 3 parallel strings, and one 15 kW inverter. Simulation results show that the system can generate 23,110 kWh of electricity annually, covering 20.69% of the building's annual energy demand of 111,690 kWh. The system produces no surplus energy (0%), supporting the zero-export concept, and achieves a Performance Ratio of 84,37%

Keywords: *Solar PV, On-Grid, Zero Export, PVsyst, Renewable Energy, BPPD West Kalimantan*

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ii
PRAKATA vi
ABSTRAK viii
ABSTRACT ix
DAFTAR ISI x
DAFTAR GAMBAR xii
DAFTAR TABEL xiii
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1. Latar Belakang 1
1.2. Perumusan masalah 2
1.3. Tujuan Penelitian 2
1.4. Pembatasan Masalah 2
1.5. Sistematika Penulisan 3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 4
2.1. Kajian Terdahulu 4
2.2. Pembangkit Listrik Tenaga Surya 7
2.3. Sistem PLTS *On-Grid* 7
2.4. Komponen-Komponen PLTS *On-Grid* 8
2.4.1 Panel Surya 8
2.4.2 Inverter 9
2.4.3 MCCB 9
2.5. Faktor-Faktor yang mempengaruhi kinerja PLTS 10
2.5.1 Iradiasi Matahari 10
2.5.2 Temperature 11
2.5.3 Orientasi pemasangan 11
2.5.4 Sudut Kemiringan dan sudut Azimuth Panel Surya 12
2.5.5 Kecepatan Angin 12
2.5.6 Kondisi Atmosfir Bumi 13
2.6. Perhitungan Perencanaan PLTS Badan Pengelola Perbatasan Daerah Kalimantan Barat 13
2.6.1 Penentuan beban PLTS 13

2.6.2 Menghitung kapasitas daya PLTS 13
2.6.3 Penentuan Jumlah Modul Panel Surya 13
2.6.4 Penentuan Inverter 14
2.6.5 Penentuan kapasitas MCCB 14
2.6.6 Konfigurasi Panel Surya 14
2.7. Program PVsyst 15
BAB III METODOLOGI PENELITIAN 23
3.1. Lokasi Penelitian 23
3.2. Bahan Penelitian 23
3.3. Alat Penelitian 25
3.4. Metode Penelitian 25
3.5. Variabel atau data 26
3.6. Analisis Hasil 27
BAB IV DATA, PERHITUNGAN, SIMULASI DAN ANALISA 30
4.1. Perhitungan Penentuan PLTS di Kantor BPPD Provinsi Kalbar 30
4.1.1 Data Beban Kantor Badan Pengelola Perbatasan Daerah Kalbar 30
4.1.2 Karakteristik Beban Harian BPPD 32
4.1.3 Data Radiasi Matahari, Suhu, Kelembapatan, dan Kecepatan Angin 32
4.2. Perhitungan Kebutuhan Modul PLTS 33
4.2.1 Penentuan Beban PLTS 33
4.2.2 Menghitung Kapasitas daya PLTS 33
4.2.3 Menentukan Jumlah Modul Sel Surya 33
4.2.4 Pemilihan kapasitas dan Jumlah Inverter 34
4.2.5 Perhitungan kapasitas MCCB 34
4.2.6 Konfigurasi panel surya 35
4.3. Simulasi PVsyst 35
4.4.1 Simulasi Kantor Badan Pengelola Perbatasan Daerah Kalbar 36
4.4. Analisis 41
4.4.2 Gambar Teknis PLTS *On-Grid* 42
BAB V PENUTUP 44
5.1. Kesimpulan 44
5.2. Saran 44
DAFTAR RUJUKAN 45

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Skema PLTS On-Grid 7
Gambar 2. 2 Panel Surya Monocrystaline Monocrystaline 8
Gambar 2. 3 Panel Surya Polycrystaline 9
Gambar 2. 4 Inverter 9
Gambar 2. 5 Moulded Case Circuit Breaker 10
Gambar 2. 6 Kurva I-V 10
Gambar 2. 7 Pengaruh Temperature Terhadap Kurva I-V 11
Gambar 2. 8 Tampilan awal program PVsyst 17
Gambar 2. 9 Tampilan menu awal On-Grid PVsyst 17
Gambar 2. 10 Tampilan interactive map 18
Gambar 2. 11 Tampilan Monthly weather data 19
Gambar 2. 12 Tampilan awal pengaturan Orientation 20
Gambar 2. 13 Tampilan Menu Daily Profile 20
Gambar 2. 14 Tampilan menu System 21
Gambar 2. 15 Tampilan saat simulasi siap dijalankan 21
Gambar 2. 16 Hasil simulasi yang dilakukan 22
Gambar 4. 1 Tampilan Menu awal program PVsyst 35 33
Gambar 4. 2 Sistem On Grid simulasi PVsyst 36
Gambar 4. 3 Penginputan Koordinat lokasi perencanaan PLTS 36
Gambar 4. 4 Tampilan Geographical Coordinates pada saat simulasi 37
Gambar 4. 5 Monthly Weather data 37
Gambar 4. 6 Orientation 38
Gambar 4. 7 Kurva Beban Kantor BPPD 38
Gambar 4. 8 Penentuan Modul dan Inverter 39
Gambar 4. 9 Kurva karakteristik array dan inverter 40
Gambar 4. 10 Hasil Simulasi 41
Gambar 4. 11 Single Line Diagram 43

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Tabel beban kelistrikan BPPD 30

Tabel 4. 2 Beban kelistrikan BPPD lantai 2 31

Tabel 4. 3 Beban kelistrikan BPPD lantai 3 31

Tabel 4. 4 Karakteristik Beban Harian 32

Tabel 4. 5 Data radiasi matahari, suhu, kelembapan, dan kecepatan angin 32

BAB I
PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Energi terdahulu yang ada di muka bumi didominasi oleh pembangkit listrik konvensional yang bersumber dari energy fosil (batu bara, lignit, gas dan minyak) atau nuklir. Hal ini terlihat dari proyek-proyek skala besar dengan perencanaan yang substansial, namun belum memenuhi standar keamanan seperti pembangkit listrik tenaga nuklir. pembangunan pembangkit listrik dan proyek-proyek berskala kecil bertransisi dengan memanfaatkan energi terbarukan. Upaya ini dilakukan sebagai respon cepat terhadap permintaan energi yang terus meningkat di banyak negara. Energi terbarukan hadir sebagai sistem multi-manfaat yang menggabungkan kebutuhan ekologis seperti mitigasi perubahan iklim dengan visi masyarakat dan peluang ekonomi [1].

Indonesia adalah negara kepulauan yang terletak di garis khatulistiwa. Energi matahari yang luar biasa besar dan sepanjang tahun merupakan potensi sumber energi baru terbarukan yang sangat perlu untuk dikembangkan sekaligus mengurangi ketergantungan terhadap energi fosil sebagai sumber energi primer. Peran energi matahari sebagai salah satu sumber energi baru terbarukan masih bisa dimaksimalkan dalam meningkatkan rasio elektrifikasi. Sebagai energi yang ramah lingkungan, untuk mengurangi efek gas rumah kaca, sekaligus mendukung program nasional yang dicanangkan oleh pemerintah mengenai penyediaan energi dari sumber energi baru terbarukan salah satunya dari energi matahari [2].

Kota Pontianak Provinsi Kalimantan Barat adalah salah satu daerah di indonesia yang termasuk memiliki intensitas radiasi yang besar yaitu 4.699 kWh/m^2/hari. Besarnya potensi radiasi matahari tersebut bias di manfaatkan untuk pemasangan PLTS. Salah satu tempat yang bisa digunakan adalah Kantor Badan Pengelola Perbatasan Daerah Provinsi Kalimantan Barat, yang mana sistem yang digunakan dalam perencanaan PLTS adalah *On Grid* yang mana perencanaan pemasangan PLTS nantinya akan terhubung dengan jaringan PLN, yang mana perencanaan pemasangan ini nantinya menggunakan program PVsyst untuk melakukan simulasi dan menentukan distribusi spesifikasi komponen yang

diperlukan untuk perencanaan PLTS pada Kantor Badan Pengelola Perbatasan Daerah di Kalimantan Barat [3].

Kantor Badan Pengelola Perbatasan Daerah Provinsi Kalimantan Barat sebagai institusi publik memiliki potensi besar untuk memanfaatkan energi surya melalui pemasangan PLTS . Penggunaan energi surya di gedung perkantoran ini tidak hanya akan membantu mengurangi ketergantungan pada energi fosil, tetapi juga memberikan contoh nyata dalam upaya transisi energi yang ramah lingkungan. Dengan menggunakan perangkat lunak perencanaan PVSyst, studi ini bertujuan untuk merancang sistem PLTS yang optimal di kantor tersebut, guna mendukung pencapaian target bauran energi terbarukan nasional sebesar 23% pada tahun 2025, sebagaimana diamanatkan dalam Kebijakan Energi Nasional.

1.2. Perumusan masalah

Berdasarkan latar belakang diatas yang menjadi permasalahan dalam penelitian ini adalah berapa besar kapasitas dan spesifikasi komponen PLTS yang dibutuhkan untuk penelitian perencanaan PLTS pada skala kantor yang ditentukan menggunakan software PVsyst.

1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai dari penelitian kali ini adalah :

1. Menentukan berapa banyak jumlah string, modul, dan inverter yang digunakan untuk perencanaan PLTS Kantor Badan Pengelola Perbatasan Daerah
2. Melakukan Simulasi data yang didapat dari objek penelitian ke *software* PVsyst.
3. Membuat gambar teknis single line diagram perencanaan PLTS di kantor Badan Pengelola Perbatasan Daerah Kalimantan Barat.

1.4. Pembatasan Masalah

Adapun pembatasan masalah dalam penelitian ini yaitu :

1. Data peralatan listrik hanya diperoleh dari inventaris kantor Badan Pengelola Perbatasan Daerah Kalimantan Barat, tanpa mempertimbangkan potensi penambahan beban di masa depan
2. Data intensitas matahari hanya diperoleh dari *datasheet software PVsyst.*

3. Perhitungan beban listrik dan alat yang digunakan dilakukan melalui metode manual dan simulasi dengan program Pvsyst.
4. Tidak menghitung nilai ekonomis
5. Simulasi tidak mencakup analisis dinamika *shading* (bayangan) secara real-time akibat perubahan posisi matahari atau objek sekitar
6. Hanya menggunakan sistem on-grid dengan konfigurasi terhubung ke jaringan PLN, tanpa mempertimbangkan baterai atau backup sistem off-grid.
7. Hasil simulasi PVsyst hanya berdasarkan data meteorologi historis, tanpa memvalidasi dengan kondisi cuaca aktual tahun 2025.

1.5. Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan dari tugas akhir ini disusun dalam lima bab yang terdiri dari :

BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini berisikan tentang latar belakang, perumusan masalah, pembatasan masalah, dan tujuan penelitian.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisikan tentang uraian singkat dari hasil penelitian terdahulu serta teori tentang Pembangkit Listrik Tenaga Surya.

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisikan tentang uraian singkat dari hasil penelitian terdahulu serta teori tentang Pembangkit Listrik Tenaga Surya.

BAB IV : DATA, PERHITUNGAN, SIMULASI, DAN ANALISIS

Bab ini berisikan data berupa intensitas radiasi cahaya matahari selama setahun dari Kantor Badan Pengelola Perbatasan Daerah. Selanjutnya melakukan perhitungan dan simulasi program untuk menentukan kapasitas tiap komponen PLTS yang dibutuhkan, dan disertai dengan analisis.

BAB V : PENUTUP

Bab ini berisikan tentang kesimpulan dan saran untuk penyempurnaan dari penelitian yang telah dilakukan.