

SKRIPSI

ANALISIS PLTS 200 KWP DI PULAU KARANRANG



OLEH

MURNI ATI

105821109419

JUMAING

105821106119

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

2023

ANALISIS PLTS 200 KWP DI PULAU KARANRANG

Skripsi

Diajukan sebagai salah satu syarat
Untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik
Program Studio Teknik Elektro
Fakultas Teknik

Disusun dan Diajukan Oleh

MURNI ATI

JUMAING

105821109419

105821106119

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

2023



FAKULTAS TEKNIK

GEDUNG MENARA IQRA LT. 3

Jl. Sultan Alauddin No. 259 Telp. (0411) 866 972 Fax (0411) 865 588 Makassar 90221
Website : <https://teknik.unismuh.ac.id>, Email : teknik@unismuh.co.id



Kampus
Merdeka
INDONESIA JAYA

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan untuk memenuhi syarat ujian guna memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST) Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

Judul Skripsi : **ANALISIS PLTS 200 KWP DI PULAU KARANRANG**

Nama : 1. Murni Ati

2. Jumaing

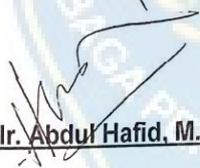
Stambuk : 1. 105 82 11094 19

2. 105 82 11061 19

Makassar, 31 Agustus 2023

Telah Diperiksa dan Disetujui
Oleh Dosen Pembimbing;

Pembimbing I


Ir. Abdul Hafid, M.T.

Pembimbing II


Ir. Adriani, S.T., M.T., IPM

Mengetahui,

Ketua Prodi Teknik Elektro





FAKULTAS TEKNIK

GEDUNG MENARA IQRA LT. 3

Jl. Sultan Alauddin No. 259 Telp. (0411) 866 972 Fax (0411) 865 588 Makassar 90221

Website : <https://teknik.unismuh.ac.id>, Email : teknik@unismuh.co.id



Kampus
Merdeka
INDONESIA JAYA

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

PENGESAHAN

Skripsi atas nama Murni Ati dengan nomor induk Mahasiswa 105 82 11094 19 dan Jumaing dengan nomor induk Mahasiswa 105 82 11061 19, dinyatakan diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Tugas Akhir/Skripsi sesuai dengan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar Nomor : 0012/SK-Y/20201/091004/2023, sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar pada hari Rabu, 30 Agustus 2023.

Panitia Ujian :

1. Pengawas Umum Makassar, 15 Shafar 1445 H
31 Agustus 2023 M
- a. Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar
Prof. Dr. H. Ambo Asse, M.Ag :
- b. Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
Prof. Dr. Eng. Muhammad Isran Ramli, S.T., M.T., ASEAN, Eng :
2. Penguji
- a. Ketua : Rizal Ahdiyati Duyo, S.T., M.T. :
- b. Sekretaris : Ir. Suryani, S.T., M.T., IPM :
3. Anggota : 1. Dr. Ir. H. Antarissubhi, S.T., M.T. :
2. Andi Abd Halik Lateko, ST., MT., Ph.D :
3. Dr. Ir. Zahir Zainuddin, M.Sc :

Mengetahui :

Pembimbing I

Ir. Abdul Hafid, M.T

Pembimbing II

Ir. Adriani, S.T., M.T., IPM

Dekan



Dr. Ir. Hj. Nurnawaty, S.T., M.T., IPM

NBM : 795 108

ABSTRAK

Pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) dapat didefinisikan sebagai rangkaian komponen yang berfungsi untuk mengubah radiasi sinar matahari menjadi energi listrik. Namun komponen yang terpasang pada PLTS dapat mengalami kerusakan yang menyebabkan PLTS tidak dapat beroperasi secara optimal atau tidak dapat mensuplai listrik secara keseluruhan sehingga listrik di salurkan secara bergiliran. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisa pola operasi PLTS, serta penambahan kapasitas dan jumlah komponen PLTS agar dapat beroperasi secara optimal. Penelitian ini dilaksanakan di PLTS Pulau Karanrang, Kecamatan Liukang Tupabbiring Utara Kabupaten Pangkep, Provinsi Sulawesi Selatan, pada tanggal 19 – 21 Juli 2023. Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah metode kuantitatif dengan menganalisis PLTS Pulau Karanrang yang berkapasitas 200 kWp. Dalam penelitian ini dilakukan analisa daya yang terpasang pada PLTS, dan pola operasi PLTS yang beroperasi 8 jam, mulai dari pukul 09.00 sampai dengan 16.00 WITA, dengan sistem operasi bergiliran, dimana saluran listrik dibagi menjadi 2 bagian, yaitu bagian selatan dan bagian utara yang disebabkan oleh kerusakan komponen PLTS. Dan diketahui total beban Pulau Karanrang sebesar 870,6 kW/day. Hasil dan kesimpulan dari penelitian ini adalah penambahan kapasitas dan jumlah komponen PLTS dengan membutuhkan PV Modul surya 1.154 unit (180 Wp kapasitas perunit), Baterai 183 unit (2 V, 1.500 Ah kapasitas perunit), Inverter 2 unit (75 kW kapasitas perunit), 9 Solar Charge / MPPT 9 unit (100 A kapasitas perunit) agar PLTS dapat beroperasi secara optimal di Pulau Karanrang.

Kata Kunci: PLTS, Optimal, Pola Operasi, Penambahan Kapasitas.

ABSTRACT

A solar power plant (PLTS) can be defined as a series of components that function to convert solar radiation into electrical energy. However, the components installed on the PLTS can be damaged causing the PLTS to not operate optimally or to be unable to supply electricity as a whole so that electricity is distributed in rotation. Therefore, this study aims to analyze the pattern of PLTS operations, as well as increase the capacity and number of PLTS components so that they can operate optimally. This research was carried out at PLTS Karanrang Island, Liukang Tupabbiring Utara District, Pangkep Regency, South Sulawesi Province, on 19 – 21 July 2023. The research method used in this research is a quantitative method by analyzing PLTS Karanrang Island with a capacity of 200 kWp. In this study, an analysis of the power installed on the PLTS, and the operating pattern of the PLTS operates 8 hours, starting from 09.00 to 16.00 WITA, with a rotating operating system, where the power line is divided into 2 parts, namely the southern part and the northern part due to by damage to PLTS components. And it is known that the total load on Karanrang Island is 870.6 kW/day. The results and conclusions of this study are to increase the capacity and number of PLTS components by requiring 1,154 solar PV modules (180 Wp capacity per unit), 183 battery units (2 V, 1,500 Ah capacity per unit), 2 inverter units (75 kW capacity per unit), 9 Solar Charge / MPPT 9 units (100 A per unit capacity) so that PLTS can operate optimally on Karanrang Island.

Keywords: *PLTS, Optimal, Pattern of Operation, Additional Capacity.*

KATA PENGANTAR

Puji Syukur kami panjatkan ke hadirat Allah SWT, atas berkat Rahmat dan Hidayah-Nyalah sehingga kami dapat menyelesaikan dan menyusun skripsi yang berjudul: Analisis PLTS 200 kWp di Pulau Karanrang. Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu persyaratan akademik yang harus kami tempuh dalam rangka menyelesaikan Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

Dalam penulisan skripsi ini masih terdapat kekurangan, hal ini disebabkan penulis sebagai manusia biasa yang tidak leput dari kesalahan dan kekurangan. Oleh karena itu penulis menerima dengan lapang dada serta ikhlas dan senang hati untuk segala koreksi dan perbaikan guna penyempurnaan tulisan kami ini agar kelak dapat bermanfaat bagi banyak mahasiswa terutama penulis.

Skripsi ini dapat terwujud berkat adanya bantuan, arahan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu dengan segalan ketulusan dan kerendahan hati, kami mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada :

1. Ayahanda, Ibunda serta keluarga yang tercinta, penulis mengucapkan banyak terima kasih yang sebesar-besarnya atas segala limpahan kasih sayang, supportnya, doa serta pengorbanan yang Selama ini sudah diberikan kepada kami terutama dalam bentuk materi dalam menyelesaikan kuliah.
2. Prof. Dr. H. Ambo Asse, M. Ag, Selaku Rektor Unversitas Muhammadiyah Makassar

3. Ibu Dr. Ir. Hj. Nurnawaty, ST., MT., IPM sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
 4. Ibu Ir. Adriani, ST, MT., IPM sebagai Ketua Prodi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
 5. Bapak Ir. Abdul Hafid, M.T selaku Pembimbing I dan Ibu Ir Adriani ST.,MT., IPM, selaku Pembimbing II, yang telah banyak meluangkan waktu dan perhatiannya dalam membimbing kami.
 6. Bapak dan ibu dosen serta staf pegawai fakultas teknik atas segala waktunya yang telah mendidik serta melayani penulis selama mengikuti proses belajar mengajar di Universitas Muhammadiyah Makassar.
 7. Saudara-saudaraku serta rekan-rekan mahasiswa fakultas teknik prodi teknik elektro terkhusus angkatan 2019 yang penuh dengan rasa persaudaraan serta keakraban sehingga banyak membantu dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
- Semoga semua pihak di atas mendapatkan banyak pahala yang berlipat ganda di sisi Allah SWT dan Skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis, rekan-rekan, masyarakat serta bangsa dan negara. Amin

Makassar, 30 Agustus 2023

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACK	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL.....	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Batasan Masalah.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)	5
2.2 Konfigurasi Sistem Pembangkit Tenaga Surya	7
2.3 Komponen Utama PLTS	13
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	24
3.1 Waktu dan Tempat.....	24
3.2 Alat dan Bahan.....	25

3.3 Metode Penelitian	25
BAB IV PENDAHULUAN	28
4.1 Data Spesifikasi dan Pola Operasi PLTS	28
4.2 Kondisi Operasi PLTS	40
4.3 Pemeliharaan Komponen PLTS	43
4.4 Analisa Penambahan Kapasitas Komponen PLTS.....	50
BAB V PENDAHULUAN	57
5.1 Kesimpulan.....	57
5.2 Saran	58
DAFTAR PUSTAKA	59
LAMPIRAN.....	61

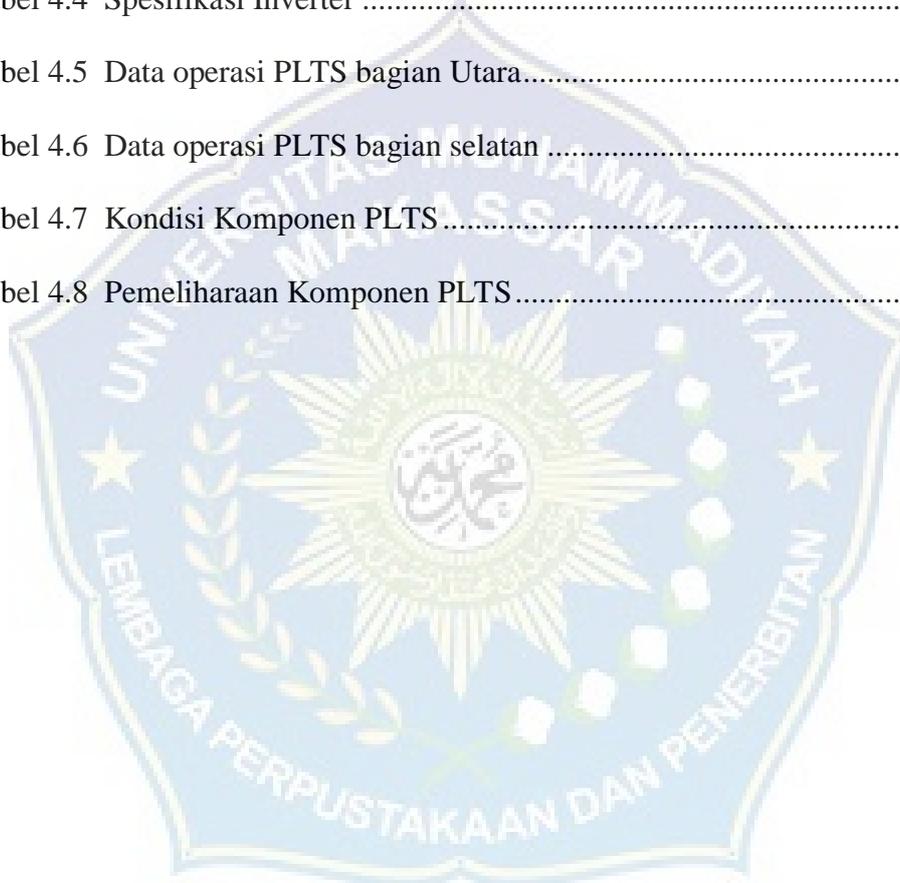


DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Skema PLTS On Grid	9
Gambar 2. 2 Skema PLTS Off Grid.....	10
Gambar 2. 3 Panel Surya Polycrystalline.....	16
Gambar 2. 4 Panel Surya Monocrystalline	17
Gambar 2. 5 Panel Surya Amorf.....	18
Gambar 2. 6 SCC PWM dan MPTT	19
Gambar 3.1 Pulau Karanrang.....	24
Gambar 3.2 PLTS Pulau Karanrang.....	24
Gambar 3.3 Alur Penelitian atau Flowcart.....	27
Gambar 4.1 Modul Sel Surya PLTS Pulau Karanrang	29
Gambar 4.2 Charger PLTS Pulau Karanrang.....	30
Gambar 4.3 Baterai PLTS Pulau Karanrang	31
Gambar 4.4 Inverter PLTS Pulau Karanrang.....	32
Gambar 4.5 Single Line	36

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Spesifikasi Modul Surya	28
Tabel 4.2 Spesifikasi Solar Charge / MPPT	29
Tabel 4.3 Spesifikasi Baterai.....	30
Tabel 4.4 Spesifikasi Inverter	31
Tabel 4.5 Data operasi PLTS bagian Utara.....	37
Tabel 4.6 Data operasi PLTS bagian selatan	38
Tabel 4.7 Kondisi Komponen PLTS.....	40
Tabel 4.8 Pemeliharaan Komponen PLTS.....	43



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pulau Karanrang merupakan pulau yang terletak di Kecamatan Liukang Tupabbiring Utara Kabupaten Pangkep, Provinsi Sulawesi Selatan dengan penduduk yang cukup besar. Saat ini sistem kelistrikan Pulau Karanrang dipasok oleh disel (PLTD) dan pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) yang berkapasitas 200 kWp.

Pembangkit listrik tenaga surya (Off-Grid) di pulau Karanrang beroperasi sejak tahun 2012. PLTS tersebut berkapasitas 200 kWp dengan kapasitas modul surya 180 Wp sejumlah 1112 unit, baterai 1500 Ah sejumlah 240 unit, dan 2 inverter dengan kapasitas 75 kW perunit. Namun masyarakat belum dapat menggunakan dan menikmati listrik dengan baik di pulau tersebut. Dikarenakan ketersediaan listrik yang belum memenuhi standart kelistrikan di pulau karanrang, sehingga listrik menyala masih bergiliran. Saluran listrik PLTS di Pulau Karanrang dibagi menjadi 2 bagian, yaitu bagian selatan dan bagian utara.

PLTS (Off – Grid) dengan kapasitas 200 kWp belum dapat mensuplai listrik secara keseluruhan atau secara optimal di pulau karanrang, hal ini yang menjadi objek dari penelitian ini. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisa pola operasi PLTS 200 kWp di pulau karanrang, penyebab dari PLTS dengan kapasitas 200 kWp tidak beroperasi

secara optimal dan solusi PLTS dapat beroperasi secara optimal di pulau Karanrang.

Terkait penelitian kinerja PLTS off-grid telah dibahas pada penelitian sebelumnya oleh Tony Koerniawan dengan judul “Kajian Sistem Kinerja PLTS Off-Grid 1 kWp di STT-PLN”. Serta pada peneliti sebelumnya telah membahas optimalisasi PLTS untuk meningkatkan kapasitas listrik oleh Rohana dan Zulfikar dengan judul “Optimalisasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Untuk Meningkatkan Kapasitas Daya Listrik”. Adapun penelitian ini membahas “Analisis PLTS 200 kWp di Pulau Karanrang” dengan melakukan observasi atau melakukan pengamatan langsung terhadap objek yang diteliti serta menganalisa penambahan kapasitas dan jumlah komponen agar PLTS dapat beroperasi secara optimal.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari penelitian ini :

1. Bagaimana pola operasi PLTS 200 kWp di pulau karanrang ?
2. Mengapa PLTS dengan kapasitas 200 kWp belum dapat beroperasi secara optimal di pulau karanrang ?
3. Bagaimana solusi dan penambahan kapasitas agar PLTS di pulau karanrang dapat beroperasi secara optimal ?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini :

1. Menganalisa pola operasi PLTS 200 kWp di pulau karanrang
2. Menganalisa PLTS dengan kapasitas 200 kWp belum dapat beroperasi secara optimal di pulau karanrang
3. Mengetahui solusi dan penambahan kapasitas agar PLTS di pulau karanrang dapat beroperasi secara optimal

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah :

1. Manfaat akademis, diharapkan dapat menjadi referensi bagi peneliti maupun mahasiswa lain guna menambah pengetahuan dan pemahaman terkait Analisis PLTS 200 kWp di Pulau Karanrang
2. Manfaat praktis, diharapkan hasil penelitian ini dapat menjadi bahan pertimbangan dalam perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) 200 kWp

1.5 Batasan Masalah

Permasalahan yang akan dibahas pada tugas akhir ini, dibatasi pada pola operasi PLTS 200kWp di pulau karanrang, penyebab PLTS 200 kWp di pulau karanrang belum dapat beroperasi secara optimal dan solusi agar PLTS di pulau karanrang beroperasi secara optimal.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

BAB I. PENDAHULUAN

Bab ini berisi uraian tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menjelaskan teori-teori pendukung materi penelitian yang diambil dari berbagai sumber ilmiah

BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi tentang waktu dan tempat penelitian, metode pengambilan data, analisis data dan langkah-langkah penelitian

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini membahas tentang Hasil Simulasi dalam tugas akhir ini

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini membahas tentang kesimpulan dan saran dalam tugas akhir ini.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)

Pembangkit listrik tenaga surya juga disingkat PLTS merupakan salah satu aplikasi penggunaan energi matahari sebagai sumber energi listrik, dengan memanfaatkan teknologi sel surya (fotovoltaik) untuk menghasilkan energi listrik. Dalam instalasi pembangkit listrik tenaga surya, ada 4 komponen penting yang harus terpasang agar PLTS dapat berfungsi secara optimal (Michael Boxwell, 2017).

Komponen utama PLTS yaitu panel surya, inverter, controller atau sering disebut solar charge controller (SCC), baterai, dan beberapa komponen pendukung lainnya. Ada beberapa jenis sistem PLTS, baik untuk sistem yang tersambung ke jaringan listrik PLN (on-grid) maupun sistem PLTS yang berdiri sendiri atau tidak terhubung ke jaringan listrik PLN (off-grid) (Ramadani, 2018).

Semakin banyak pengertian dan definisi akan makin membuka cakrawala berpikir menjadi lebih kritis. Berikut ini beberapa pendapat tentang pengertian PLTS, diantaranya:

- a) Kapanjangan dari PLTS adalah Pembangkit Listrik Tenaga Surya yang dapat didefinisikan sebagai rangkaian komponen yang berfungsi untuk mengubah radiasi sinar matahari menjadi energi listrik.

- b) Pembangkit listrik energi surya sering disebut juga dengan istilah PLTS adalah fasilitas yang dibangun untuk mengubah sinar matahari menjadi listrik melalui serangkaian cara kerja sistematis melibatkan komponen panel surya, solar charge controller, inverter, panel listrik, dan baterai.
- c) PLTS adalah suatu sistem potovoltaik yang menggunakan panel surya untuk menyerap dan mengubah radiasi sinar matahari menjadi listrik yang ramah lingkungan.

Cara kerja pembangkit listrik tenaga surya dimulai saat panel surya menangkap radiasi yang dipancarkan sinar matahari, pancaran radiasi ini hanya bisa didapat dari pagi sampai sore hari (Naim, 2020). Cara kerja atau prinsip kerja PLTS secara singkat dapat dituliskan berikut ini:

- a) Panel surya menangkap radiasi sinar matahari saat pagi-sore hari
- b) Didalam panel surya terdapat bahan yang menghangat dan mengeluarkan energi kinetik
- c) Elektron-elektron terlepas bebas ke pita konduksi menjadi arus listrik searah (DC)
- d) Arus DC diubah inverter menjadi arus AC
- e) Listrik dialirkan ke jaringan rumah untuk menghidupkan TV, mesin cuci, kulkas, dan barang elektronik lain
- f) Sebagian listrik disimpan di baterai untuk cadangan saat malam hari.

Energi listrik yang dihasilkan PLTS ini tidak 100% dapat digunakan. Karena selama masa transmisi dari panel surya hingga pada

akhirnya ke beban, terdapat hingga 40% energi listrik yang hilang. Maka dari itu, perlu adanya penambahan 40% daya listrik dari total daya yang digunakan. Dalam menentukan daya PLTS, menggunakan persamaan:

$$\text{Total daya} = \text{Daya yang di rencanakan} : (100\% - 40\%) \quad (2.1)$$

Untuk menentukan rata – rata beban atau daya yang di salurkan PLTS ke pelanggan, menggunakan persamaan:

$$P(\text{rata-rata}) = \frac{\text{Jumlah daya beban selama PLTS beroperasi}}{\text{Jumlah waktu (jam) selama PLTS beroperasi}} \quad (2.2)$$

2.2 Konfigurasi Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya

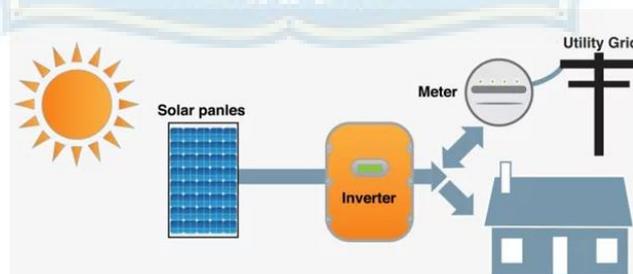
Sistem pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) konfigurasi terhadap jaringan terbagi menjadi tiga, yaitu sistem PLTS On-Grid atau sistem yang dihubungkan langsung dengan jaringan PLN. Sistem PLTS Off-Grid/Stand-Alone dikenal dengan sistem yang tidak dihubungkan ke jaringan. Dan PLTS yang sistemnya digabung dengan jenis pembangkit lain atau biasa disebut sistem PLTS Hybrid (Koerniawan, 2018).

2.2.1 Sistem PLTS On-Grid

Sistem PLTS On-Grid atau biasanya dikenal sebagai Grid Connected PV System merupakan sistem pembangkit listrik yang memanfaatkan radiasi matahari untuk membuat listrik. Sistem ini dihubungkan ke jaringan PLN dengan mengoptimalkan pemanfaatan energi matahari melalui modul surya atau photovoltaic modul yang menghasilkan listrik semaksimal

mungkin. Sistem ini juga dikenal ramah lingkungan serta bebas emisi (Koerniawan, 2018).

PLTS on-grid umumnya tidak memakai baterai sebagai penyimpan daya serta keluaran inverter wajib dihubungkan langsung ke jaringan, sebab jika tidak terhubung dengan jaringan maka inverter yang digunakan tidak akan mengeluarkan daya listrik. Sehingga meskipun siang hari dan matahari bersinar terik akan tetapi jaringan listrik PLN mati maka PLTS on-grid tidak akan bisa menghasilkan listrik. PLTS on grid tidak menghasilkan daya listrik di malam hari meskipun listrik dari PLN ada, hal ini disebabkan tidak ada radiasi matahari pada malam hari serta inverter on-grid tidak memakai baterai sebagai penyimpan daya. Hal ini dikarenakan di inverter on-grid dilengkapi dengan mekanisme MPPT (Maximum Power Point Tracker) dimana inverter akan mengeluarkan daya sebanyak potensi sumber yang dimiliki sehingga jika inverter terhubung ke baterai maka daya yang didapatkan akan lebih banyak tersalurkan ke jaringan bukan ke beban sendiri (Nicola et al., 2005).

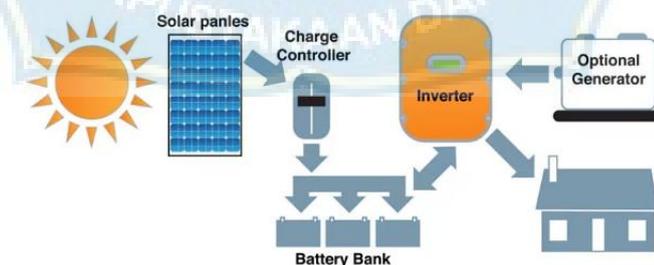


Gambar 2.1 Skema PLTS On Grid

2.2.2 Sistem PLTS Off Grid

Sistem Pembangkit Listrik tenaga surya (PLTS) terpusat (Off-Grid) ialah sistem pembangkit listrik yang memanfaatkan radiasi matahari tanpa terhubung dengan jaringan PLN atau menggunakan istilah lain satu-satunya sumber pembangkitnya yaitu hanya menggunakan radiasi matahari dengan bantuan photovoltaic agar dapat menghasilkan tenaga listrik. (Hasanah, 2018)

PLTS off grid merupakan suatu PLTS yang berdiri sendiri, tidak dihubungkan dengan sistem kelistrikan (grid) yang sudah ada. PLTS off grid digunakan untuk melistriki suatu daerah yang belum berlistrik sebelumnya. PLTS ini harus dilengkapi oleh penyimpan energi seperti baterai untuk menstabilkan daya listrik karena daya listrik akan berubah-ubah sesuai dengan radiasi matahari yang selalu berubah-ubah. Pada siang hari baterai diisi oleh panel surya dan pada malam hari baterai akan menyediakan listrik untuk kebutuhan pada malam hari. (Diantari, 2017)



Gambar 2.2 Skema PLTS Off Grid

2.2.3 Sistem PLTS Hybrid

PLTS Hybrid adalah pembangkit listrik yang menggabungkan sumber energi tenaga surya dengan sumber energi lain. Listrik yang dihasilkan PLN tentu tidak hanya dari PLTA, ada juga dari PLTG, PLTD, PLTB, dan lain sebagainya. Inilah yang disebut hybrid, karena menggabungkan berbagai sumber listrik dari diesel, gas, panas bumi, dan bayu (angin).

Sesuai dengan namanya, PLTS hybrid adalah suatu sistem PLTS yang dihubungkan dengan pembangkit jenis lain dapat berupa diesel, angin, hidro, biomass dll. Umumnya PLTS dihibridkan dengan PLTD karena pada umumnya diesel sudah lebih dahulu ada di suatu lokasi lalu PLTS dibangun dan dihibridkan bersama diesel tersebut. Namun dalam beberapa kasus PLTS dan PLTD dibangun bersama dalam konfigurasi PLTS hybrid tersebut.

Adapun urutan cara kerja PLTS hybrid dapat Anda ikuti rangkaiannya dari sinar matahari yang ditangkap panel surya, yaitu:

a) Panel Surya Menangkap Sinar

Permukaan panel surya menangkap radiasi sinar matahari yang memancar dari pagi sampai sore. Hasil tangkapan tersebut kemudian diolah didalam panel surya menjadi listrik arus searah atau dikenal DC.

Output listrik jenis ini sebenarnya sudah bisa dipakai untuk menyalakan peralatan elektronik, namun terbatas hanya untuk perangkat DC seperti lampu DC dan kipas angin DC. Panel surya digunakan oleh semua sistem, dari PLTS on grid, off grid, dan hybrid.

b) Inverter Mengonversi Arus

Listrik yang biasa kita pakai umumnya listrik bolak balik atau AC, listrik ini yang biasa dipasok oleh PLN ke rumah, kantor, pabrik, dan perusahaan. Inverter biasanya digunakan oleh PLTS on grid, off grid, dan hybrid. Agar listrik DC dari panel surya bisa digunakan oleh semua peralatan elektronik maka harus dikonversi dulu menjadi arus AC menggunakan inverter.

c) Mengalir ke Baterai

Listrik dari inverter juga dialirkan ke baterai untuk menyimpan energi yang dihasilkan panel surya. Baterai yang dicas berfungsi sebagai cadangan energi ketika panel surya tidak bisa bekerja karena sudah malam atau cuaca mendung. Saat hal itu terjadi, baterai akan otomatis menyuplai listrik menggantikan panel surya dan mengirimkan kembali listrik ke inverter, kemudian dialirkan ke switchboard sebelum sampai ke perangkat elektronik. Sistem PLTS yang menggunakan baterai yaitu off grid dan hybrid.

d) Switchboard Membagi Daya

Output dari inverter menghasilkan listrik AC yang bisa langsung dialirkan ke perangkat elektronik pada umumnya. Namun, dalam sistem PLTS hybrid yang terhubung dengan banyak komponen dan jaringan maka listrik tersebut harus dialirkan terlebih dahulu ke switchboard. Panel listrik atau switchboard berfungsi untuk menghubungkan jaringan ke beberapa komponen lain seperti metaran dan elektronik. Switchboard digunakan sistem PLTS on grid, off grid, dan hybrid.

e) Mengalir ke Elektronik

Salah satu pembagian arus dari switchboard adalah ke peralatan elektronik di rumah seperti TV, kulkas, dispenser, mesin cuci, lampu, kipas angin, rice cooker, dan lain sebagainya. Bisa dikatakan bahwa perangkat elektronik merupakan muara akhir dari semua sistem pembangkit listrik tenaga surya. Karena konsumsi listrik pada akhirnya mengacu pada daya setiap perangkat elektronik

f) Mengimpor Listrik

Untuk mengimpor listrik dari jaringan PLN dibutuhkan meteran yang berfungsi untuk mengukur dan mencatat kapasitas daya yang dialirkan PLN ke jaringan PLTS. Listrik yang diambil dari jaringan PLN dialirkan terlebih dahulu ke meteran, switchboard, dan terakhir elektronik. Jaringan PLN dalam PLTS hybrid berguna sebagai backup atau cadangan ketika panel surya dan baterai tidak bisa menyuplai listrik.

2.3 Komponen Utama PLTS

2.3.1 Panel Surya

Panel surya atau modul surya merupakan suatu sistem perangkat yang mengubah energi sinar cahaya dari matahari menjadi energi listrik melalui proses efek fotovoltaic, atau di sebut juga sel fotovoltaic (Photovoltaic cell – disingkat PV). Modul surya berfungsi untuk mengkonversi energi matahari menjadi energi listrik DC. Secara prinsip, modul surya terdiri dari beberapa sel photovoltaic yang disambung spesifik untuk menghasilkan arus DC sesuai spesifikasi output. Sel-sel photovoltaic tersebut bisa disusun secara seri untuk menaikkan tegangan output, paralel untuk meningkatkan arus keluaran, maupun kombinasi seri paralel. (Ta'lim, 2021)

Banyaknya sel surya yang disusun menjadi panel surya atau modul surya akan berbanding lurus dengan energi yang dihasilkan. Atau dengan kata lain, semakin banyak sel surya yang digunakan, maka semakin banyak juga energi matahari yang dikonversi menjadi energi listrik.

Dan untuk menentukan kebutuhan PV atau modul surya pada PLTS, dapat menggunakan persamann berikut :

$$\text{Daya modul surya} = \frac{\text{Daya yang dibutuhkan}}{\text{Waktu optimal}} \quad (2.3)$$

Dimana :

Daya yang dibutuhkan PLTS

Waktu optimal = lama (waktu) pengoperasian PLTS

- 1) Penentuan banyaknya modul surya dapat dilakukan dengan persamaan berikut :

$$n = \frac{P}{P_n} \quad (2.4)$$

Dimana :

P = Daya yang direncanakan (kWp)

P_n = Kapasitas daya listrik setiap modul surya (Wp)

- 2) Pemasangan modul surya dapat dilakukan secara seri maupun secara paralel

- a. Pemasangan PV hubung Seri

$$N_s = \frac{V_{inv}}{V_{mf}} \quad (2.5)$$

Dimana :

N_s : Modul Fotovoltaik hubung Seri.

V_{inv} : Tegangan maksimum Inverter (Volt).

V_{mf} : Tegangan maksimum Modul Fotovoltaik (Volt).

- b. Pemasangan PV hubung Paralel

$$N_p = \frac{P_a}{P_m \times N_s} \quad (2.6)$$

Dimana :

N_p : Modul Fotovoltaik hubung Paralel.

P_m : Daya maksimum Modul (Wp).

P_a : Kapasitas array Fotovoltaik (Wp).

c. Menentukan jumlah modul PV

$$N_o = N_s \times N_p \quad (2.7)$$

Dimana :

N_o : Jumlah Modul Fotovoltaik.

N_s : Modul Fotovoltaik hubung Seri.

N_p : Modul Fotovoltaik hubung Paralel.

3) Analisis Tegangan dan arus dan daya per blok, menggunakan persamaan:

a. Tegangan output group

$$\text{Tegangan PV x PV pasang seri} \quad (2.8)$$

b. Arus output group

$$\text{Arus PV x PV pasang Paralel} \quad (2.9)$$

4) Untuk menentukan daya yang dapat dibangkitkan oleh PLTS, menggunakan persamaan :

$$\text{Tegangan output group x Arus output group} \quad (2.10)$$

Beberapa jenis modul atau panel surya yang telah dimanfaatkan dan banyak ditemui, diantaranya ialah :

1) Polycrystalline

Polycrystalline merupakan panel surya yang memiliki susunan kristal acak. Tipe polycrystalline memerlukan luas permukaan yang lebih besar dibandingkan dengan jenis monocrystalline untuk menghasilkan daya listrik yang sama, akan tetapi dapat menghasilkan listrik pada saat mendung



Gambar 2.3 Panel Surya Polycrystalline

2) Monocrystalline

Monocrystalline merupakan panel surya yang paling efisien, menghasilkan daya listrik persatuan luas yang paling tinggi. Memiliki efisiensi sampai dengan 24%. Kelemahan dari panel ini adalah tidak akan berfungsi baik ditempat yang cahaya mataharianya kurang (teduh), efisiensinya akan turun drastis dalam cuaca berawan. (Sukmana, 2014)



Gambar 2.4 Panel Surya Monocrystalline

3) Panel Surya Amorf

Panel Surya Amorf merupakan tidak benar-benar kristal, tetapi lapisan tipis silicon diendapkan pada bahan dasar seperti logam atau gelas untuk membuat panel surya. Amorf paduan dari silikon dan karbon (amorf silikon karbida juga dihidrogenasi, $a\text{-Si}_{1-x}\text{C}_x\text{H}$) adalah varian yang menarik. Pengalangan atom karbon menambahkan ekstra derajat kebebasan untuk mengontrol sifat-sifat materi. Film ini juga bisa dibuat transparan untuk cahaya tampak. Peningkatan konsentrasi karbon dalam paduan memperlebar kesenjangan elektronik antara konduksi dan valensi band (juga disebut “gap optik” dan celah pita). Hal ini berpotensi dapat meningkatkan efisiensi cahaya dari sel surya yang dibuat dengan amorf karbida lapisan silicon. Disisi lain, sifat elektronik sebagai semikonduktor (terutama mobilitas elektron), yang terpengaruhi oleh isi meningkatnya karbon dalam paduan, karena gangguan meningkat pada jaringan atom. (Sukmana, 2014)



Gambar 2.5 Panel Surya Amorf

Beberapa studi ditemukan dalam literatur ilmiah, terutama menyelidiki efek parameter deposisi pada kualitas elektronik, tetapi aplikasi praktis dari karbida silikon amorf pada perangkat komersial masih kurang.

2.3.2 Solar Charge Controller (SCC)

Charger atau charge controller atau kontrol pengisian baterai adalah alat elektronik yang berfungsi untuk mengatur arus yang masuk ke baterai dari panel surya. Tanpa alat ini, pengisian baterai tidak optimal, dalam artian kurang pengisian atau kelebihan pengisian. Dengan kata lain, SCC adalah suatu perangkat keras yang berfungsi sebagai alat kontrol pengisian dan pengeluaran arus listrik pada baterai (Frans J, 2020).

Secara umum solar charge controller (SCC) yang banyak digunakan pada sistem PLTS saat ini memiliki dua tipe utama, diantaranya :

a. Pulse Width Modulation (PWM)

Sistem kerja dari SCC PWM menggunakan lebar pulse dari on dan off listrik, sehingga menciptakan seakan-akan sine wave electrical form. Tegangan kerja PWM hanya bisa menyesuaikan dengan tegangan kerja baterai, sehingga jika tegangan yang dihasilkan panel surya di bawah tegangan kerja baterai maka secara otomatis sistem panel surya tidak bisa melakukan pengisian ke baterai.

b. MPPT (Maximun Power Point Tracker)

Sistem kerja SCC MPPT dapat menyimpan kelebihan daya yang tidak digunakan oleh beban ke dalam baterai dan apabila daya yang dibutuhkan beban lebih besar dari daya yang dihasilkan oleh PV maka daya dapat diambil dari baterai (Gunoto, 2020).



Gambar 2.6 SCC PWM dan MPPT

Beberapa tipe SCC dapat secara otomatis dan terkontrol memutus tegangan suplai beban, untuk mencegah baterai dari kondisi deep discharge yang bisa memperpendek umur pakai baterai. Salah satu fitur pada SCC yang paling bermanfaat untuk charging adalah sistem MPPT (Maximum Power Point Tracker). Dengan adanya sistem ini, baterai lebih cepat terisi karena modul PV akan selalu beroperasi pada output Titik Daya Maksimal, yang bervariasi sesuai dengan iradiasi matahari.

Solar charge controller memiliki terminal diantaranya: terminal untuk panel surya, terminal untuk baterai, terminal untuk beban. Ketiga terminal tersebut dilengkapi dengan polaritas yaitu tanda negatif (-) dan tanda positif (+) yang jelas agar tidak terjadi kesalahan.(Subandi, 2015)

Fungsi dari solar charge controller (SCC) ialah :

- 1) Sebagai pengatur arus pengisian ke baterai, menghindari pengisian daya yang berlebihan (overcharging) dan tegangan lebih (overvoltage).
- 2) Mengatur arus yang dikeluarkan dari baterai agar baterai tidak terjadi full discharge (keluran penuh) dan kelebihan muatan (overloading).
- 3) Sebagai pemantauan (monitoring) temperatur baterai.

SCC (Solar Charge Controller) memiliki kemampuan mendeteksi kapasitas baterai. Jika baterai sudah terisi maka secara otomatis pengisian arus dari PV modul surya berhenti. SCC mendeteksi melalui monitor level tegangan baterai. Solar charge / MPPT akan mengisi baterai sampai dengan level tegangan tertentu. Dan jika level tegangan drop, maka baterai akan diisi kembali.

Untuk menentukan jumlah solar charge digunakan :

$$\text{Total Arus SCC} = \frac{\text{Daya puncak Pv}}{\text{Total tegangan baterai (Vdc)}} \quad (2.11)$$

$$\text{Jumlah SCC} = \frac{\text{Total arus SCC}}{\text{Kapasitas arus SCC}} \quad (2.12)$$

2.3.3 Inverter

Listrik yang dihasilkan oleh modul surya adalah DC. Untuk dapat dimanfaatkan lebih banyak lagi maka listrik DC dari beberapa module digabungkan dan dikonversikan menjadi AC dengan alat yang disebut power conditioner atau dikenal juga dengan nama AC Module atau Inverter.

Inverter adalah suatu perangkat elektrik yang mengkonversikan Arus searah (DC - direct current) menjadi Arus bolak balik (AC - alternating current). Inverter memiliki peranan penting dalam keseluruhan rangkaian pemasangan panel surya. Hal ini karena fungsi inverter yang dapat mengubah arus DC (searah) menjadi AC (bolak-balik). Seperti diketahui, panel surya dapat mengubah cahaya menjadi energi listrik DC melalui proses photovoltaic, tetapi kebanyakan peralatan elektronika yang ada di rumahan menggunakan arus AC. Oleh karena itu, inverter memiliki peran yang signifikan (Utami, 2022)

Untuk mengetahui jumlah inverter yang dibutuhkan:

$$\text{Jumlah inverter} = \frac{\text{Total beban}}{\text{Kapasitas Inverter}} \quad (2.13)$$

Jenis inverter bidirectional adalah peralatan elektronik yang berfungsi mengubah arus DC dari modul surya dan baterai menjadi arus AC pada sisi beban. Arus yang dihasilkan panel surya adalah arus DC. Disamping itu jika diperlukan, alat ini bisa dihubungkan dengan diesel generator untuk mensupport pengisian baterai dan mensuplai beban (Alfan,2015).

2.3.4 Baterai

Baterai atau Accumulator atau yang akrab disebut accu / aki berfungsi untuk menyimpan arus listrik yang dihasilkan oleh panel surya sebelum dimanfaatkan untuk mengoperasikan beban. Sebagaimana telah

disebutkan sebelumnya, baterai dalam suatu sistem PLTS Photovoltaic berfungsi sebagai penyimpan energi listrik sekaligus untuk menstabilkan tegangan dan arus keluaran sistem. Secara umum, baterai yang digunakan pada sistem PLTS adalah baterai sekunder, artinya menggunakan lebih dari satu sel baterai yang tersambung bersama dan digunakan sebagai pemasok energi. Sebelum siap digunakan, baterai ini harus telah berisi muatan energi serta bisa diisi ulang. (SPLN, 2012)

Energi listrik pada baterai tidak 100% dapat digunakan. Karena pada saat di inverter potensi kehilangan energinya bisa sebesar 5%, sehingga perlu adanya cadangan 5% yang harus ditambah :

$$\text{Total daya} = \frac{\text{Daya/ beban}}{100\% - 5\%} \quad (2.14)$$

Sehingga jumlah battere dapat dianalisis:

$$\text{Jumlah baterai} = \frac{\text{Total daya / beban}}{\text{Kapasitas baterai (V x I)}} \quad (2.15)$$

DOD baterai 80% agar baterai tidak cepat rusak. Maka jumlah baterai yang dibutuhkan :

$$\text{Kebutuhan baterai} = \frac{\text{Jumlah baterai}}{DOD} \quad (2.16)$$

Satuan kapasitas energi yang disimpan pada baterai adalah ampere hour (Ah), yang diartikan arus maksimum yang dapat dikeluarkan oleh baterai selama satu jam. Namun dalam proses pengosongan (discharger), baterai tidak boleh dikosongkan hingga titik maksimumnya, hal ini

dikarenakan agar baterai dapat bertahan lebih lama usia pakainya (life time), atau minimal tidak mengurangi usia pakai yang ditentukan dan pabrikan. Batas pengosongan dan baterai sering disebut dengan istilah depth of discharge (DOD), yang dinyatakan dalam satuan persen, biasanya ditentukan sebesar 80%. (Diantari, 2017).

Banyak tipe dan klasifikasi baterai yang diproduksi saat ini, yang masing-masing memiliki desain yang spesifik dan karakteristik performa berbeda sesuai dengan aplikasi khusus yang dikehendaki. Pada sistem solar cell jenis baterai lead-acid lebih banyak digunakan, hal ini dikarenakan ketersediaan ukuran (Ah) yang ada lebih banyak, lebih murah, dan karakteristik performanya yang cocok. Pada beberapa kondisi kritis, seperti kondisi temperatur rendah digunakan baterai jenis nickel-cadmium, namun lebih mahal dan segi perbiayaannya (Setiawan, 2013).

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) di Pulau Karanrang, Kecamatan Liukang Tupabbiring Utara Kabupaten Pangkep, Provinsi Sulawesi Selatan, Indonesia pada tanggal 19 – 21 Juli 2023.



Gambar 3.1 Pulau Karanrang
(Sumber : Google Maps)



Gambar 3.2 PLTS Pulau Karanrang

3.2 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian “Analisis PLTS 200 kWp di Pulau Karanrang” antara lain :

1. Laptop atau PC
2. Microsoft Word 2010
3. Alat tulis

3.3 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah metode kuantitatif dengan menganalisis PLTS Pulau Karanrang yang berkapasitas 200 kWp. Dalam penelitian ini dilakukan analisa daya yang terpasang pada PLTS, pola operasi dan beban PLTS. Adapun hasil yang diinginkan yaitu mengetahui penambahan kapasitas dan jumlah komponen agar PLTS dapat beroperasi secara optimal di Pulau Karanrang. Tahapan – tahapan metode yang dilakukan pada penelitian ini meliputi teknik pengumpulan data, analisa data dan alur penelitian atau flowcart.

3.1.1 Teknik Pengumpulan Data

Adapun teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu :

1. Observasi, yaitu teknik pengumpulan data dengan melakukan pengamatan langsung terhadap objek yang diteliti yaitu Analisis PLTS 200kWp di Pulau Karanrang

2. Wawancara, yaitu teknik pengumpulan data dengan cara melakukan wawancara langsung di tempat penelitian.
3. Dokumentasi yaitu teknik pengumpulan data yang diambil dari dokumen atau catatan peristiwa yang sudah berlalu. Dokumen dapat berupa tulisan, gambar atau karya ilmiah seseorang.

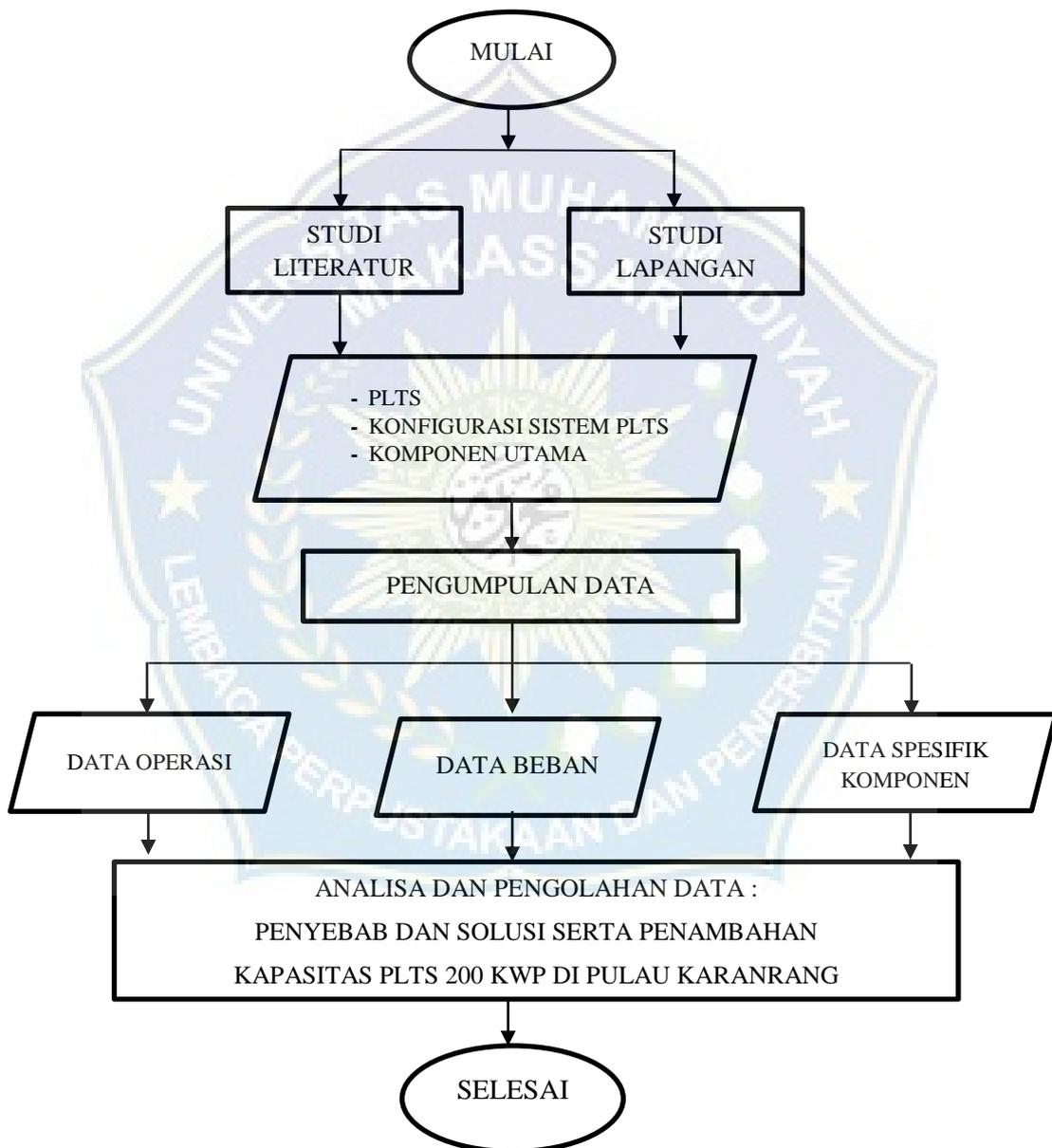
3.1.2 Teknik Analisis Data

Pada penelitian ini menggunakan teknik analisa data dengan berpedoman kepada pendapat Miles dan huberman yaitu :

- a. Pengumpulan data (data collection), yaitu mengumpulkan dan menelaah seluruh data dari berbagai sumber, misalnya dokumen atau berkas, hasil dari wawancara, dan sebagainya.
- b. Pengurangan data (data reduction), yaitu semua data yang terkumpul dipih yang relevan dan sesuai dengan penelitian.
- c. Penyajian data (data display), yaitu data yang diperoleh dari lapangan penelitian dipaparkan secara ilmiah oleh peneliti dengan tidak menutup-nutupi kekurangannya.
- d. Penarikan kesimpulan (conclusion drawing), yaitu setelah menjadi karya ilmiah lalu mencari kesimpulan sebagai jawaban rumusan masalah.

3.1.3 Alur Penelitian

Dalam melakukan penelitian ini terdapat alur penelitian yang harus dilakukan, berikut gambar 3.3 adalah gambaran umum alur penelitian atau flowcart yang akan dilakukan:



Gambar 3.3 Alur penelitian atau flowcart

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Spesifikasi dan Pola Operasi PLTS

4.1.1 Data Spesifikasi Komponen Utama

1. Modul Sel Surya

Tabel 4.1 Spesifikasi Modu Surya

No	Nama	Keterangan
1	Merk	LEN
2	Type	LEN 180W-24
3	Output Power (Pmax)	180 Wp
4	Max Power Voltage (Vpm)	35.6 V
5	Max Power Current (Ipm)	5.06 A
6	Open Circuit Voltage (Voc)	44.1 V
7	Short Circuit Current (Isc)	5.52 A
8	Efficiency	> 14.5%
9	Size	1576 × 806 × 50 mm
10	Jumlah PV Modul	1.112 Buah

Sumber data : PLTS Pulau Karanrang

Modul sel surya yang terpasang di Pulau Karanrang diproduksi oleh PT. Len Industri (Persero) dengan Type LEN 180W-24, Output daya (Pmax) yang dikeluarka persatu modul sel surya adalah 180 Wp dan mempunyai ukuran 1576 × 806 × 50

mm yang di pasang sebanyak 1.112 buah. Yang ditunjukkan pada gambar 4.1 berikut :



Gambar 4.1 Modul Sel Surya PLTS Pulau Karanrang.

2. Solar Charger / MPPT

Tabel 4.2 Spesifikasi Solar Charge / MPPT

No	Nama	Keterangan
1	Merk	LEONIC
2	Vpm of PV	170 – 220 Vdc
3	Tracking Voltage Range	96 - 220 Vdc
4	Voc of PV	< 276 Vdc
5	Maximum Current	100 A
6	Maximum PV power	27.5 kWp
7	Jumlah Charger	9 buah

Sumber data : PLTS Pulau Karanrang

Solar Charger/MPPT merk LEONIC yang terpasang di Pulau Karanrang dengan jumlah Charger 9 buah yang ditunjukkan pada gambar 4.2 berikut:



Gambar 4.2 Charger PLTS Pulau Karanrang

3. Baterai

Tabel 4.3 Spesifikasi Baterai

No	Nama	Keterangan
1	Merk	SHOTO'
2	Tegangan per unit	2 VDC
3	Arus	1.500 Ah
4	Kapasitas total daya	720 kWh
5	Total Tegangan	240 VDC
6	Flood Voltage	2.20 V / PC (at 25 ⁰ C)
7	Equalization Voltage	2.35 V / PC (at 25 ⁰ C)
8	Max Charger Current	225 A
9	Equalization Time	< 20 h
10	Jumlah Baterai	240 Buah

Sumber data : PLTS Pulau Karanrang

Gambar 4.3 berikut adalah gambar baterai PLTS Pulau Karanrang dengan merk Shoto' dan tiap selnya mempunyai tegangan 2 V dan arus sebesar 1.500 Ah perselnya. Untuk

memenuhi besar teganga ke Inverter dibutuhkan jumlah baterai sebanyak 240 buah.



Gambar 4.3 Baterai PLTS Pulau Karanrang.

4. Bi Directional Inverter

Tabel 4.4. Spesifikasi Inverter

No	Nama	Keterangan
1	Merk	LEONIC
2	Daya Terpasang	2 × 75 Kw
3	Tegangan Input	320 VDC
4	Tegangan Output	380 VAC (L-L), 220 VAC (L-N)
5	Proteksi	Over current, Over load, Short Circuits, Over Temperature, Over & Under Voltage, Under Frekuensi.
6	Alarm	Low Baterai, Inverter Fault, High Temperature.
7	Temperatur	0 – 45 ⁰ C
8	Jumlah Inverter	2 Buah

Sumber data : PLTS Pulau Karanrang

Bi Directional Inverter PLTS Pulau Karanrang mempunyai daya terpasang 2 x 75 kW yang ditunjukkan pada gambar 4.4 berikut:



Gambar 4.4 Inverter PLTS Pulau Karanrang.

4.1.2 Penentuan Jumlah Kapasitas yang Terpasang

1. Penentuan Jumlah Modul PV

Mengacu pada daya yang di rencanakan pada PLTS sebesar 200 kWp. Spesifikasi PV, daya setiap modul yang ditawarkan menghasilkan daya 180 watt/modul sehingga menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$n = \frac{P}{P_n} \quad (2.4)$$

$$\text{Dimana : } n = \frac{\text{Daya yang direncanakan}}{\text{Kapasitas Daya Module}}$$

Penyelesaian :

$$P = 200 \text{ kWp jadi } 200.000 \text{ Wp}$$

$$P_n = 180 \text{ Wp}$$

$$n = \frac{200.000}{180}$$

$$n = 1.111,11111 \text{ atau } 1.112 \text{ Unit Modul}$$

Jadi untuk merencanakan PLTS kapasitas 200 kWp,
Dibutuhkan Modul sebanyak 1.112 buah.

2. Pemasangan PV

a. Pemasangan PV hubung Seri

$$N_s = \frac{V_{inv}}{V_{mf}} \quad (2.5)$$

Dimana :

N_s : Modul Fotovoltaik hubung Seri.

V_{inv} : Tegangan maksimum Inverter (Volt)

V_{mf} : Tegangan maksimum Modul Fotovoltaik (Volt).

$$\begin{aligned} \text{Jadi : } N_s &= \frac{320}{35,6} \\ &= 8,98876404 \end{aligned}$$

Jadi untuk Modul Fotovoltaik hubung seri ada 8,98876404 pasang dibulatkan jadi 9 pasang Modul hubung seri.

b. Pemasangan PV hubung Paralel

$$N_p = \frac{P_a}{P_m \times N_s} \quad (2.6)$$

Dimana :

N_p : Modul Fotovoltaik hubung Paralel.

P_m : Daya maksimum Modul (Wp).

P_a : Kapasitas array Fotovoltaik (Wp).

Jadi :

$$N_p = \frac{200.000}{180 \times 9} = 123,45679 \text{ buah}$$

Jadi untuk Modul Fotovoltaik hubung Paralel ada 123,45679 pasang Modul hubung Paralel.

c. Jumlah Modul Fotovoltaik

$$N_o = N_s \times N_p \quad (2.7)$$

Dimana :

N_o : Jumlah Modul Fotovoltaik.

N_s : Modul Fotovoltaik hubung Seri.

N_p : Modul Fotovoltaik hubung Paralel.

Jadi :

$$\begin{aligned} N_o &= 9 \times 123,45679 \\ &= 1.111,11111 \text{ buah.} \end{aligned}$$

Jadi untuk merencanakan PLTS kapasitas 200 kWp, Dibutuhkan Modul sebanyak 1.111,11111 buah dibulatkan menjadi 1.112 buah.

3. Analisis Tegangan dan arus dan daya per blok

a. Tegangan output group

$$\text{Tegangan PV} \times \text{PV pasang seri} \quad (2.8)$$

Dimana :

$$\text{Tegangan/PV} = 35,6 \text{ Volt}$$

$$\text{PV pasang seri} = 9 \text{ pasang}$$

$$= 35,6 \times 8,98876404$$

$$= 320 \text{ Volt}$$

b. Arus output group

$$\text{Arus PV x PV pasang Paralel} \quad (2.9)$$

Dimana :

$$\text{Arus/PV} = 5,06 \text{ Ampere}$$

$$\text{PV pasang paralel} = 123,45679 \text{ pasang}$$

$$= 5,06 \times 123,45679$$

$$= 624,691357 \text{ Amper}$$

4. Daya yang dapat dibangkitkan oleh PLTS

$$\text{Tegangan output grop x Arus output group} \quad (2.10)$$

Dimana :

$$\text{Tegangan output grop} = 320 \text{ volt}$$

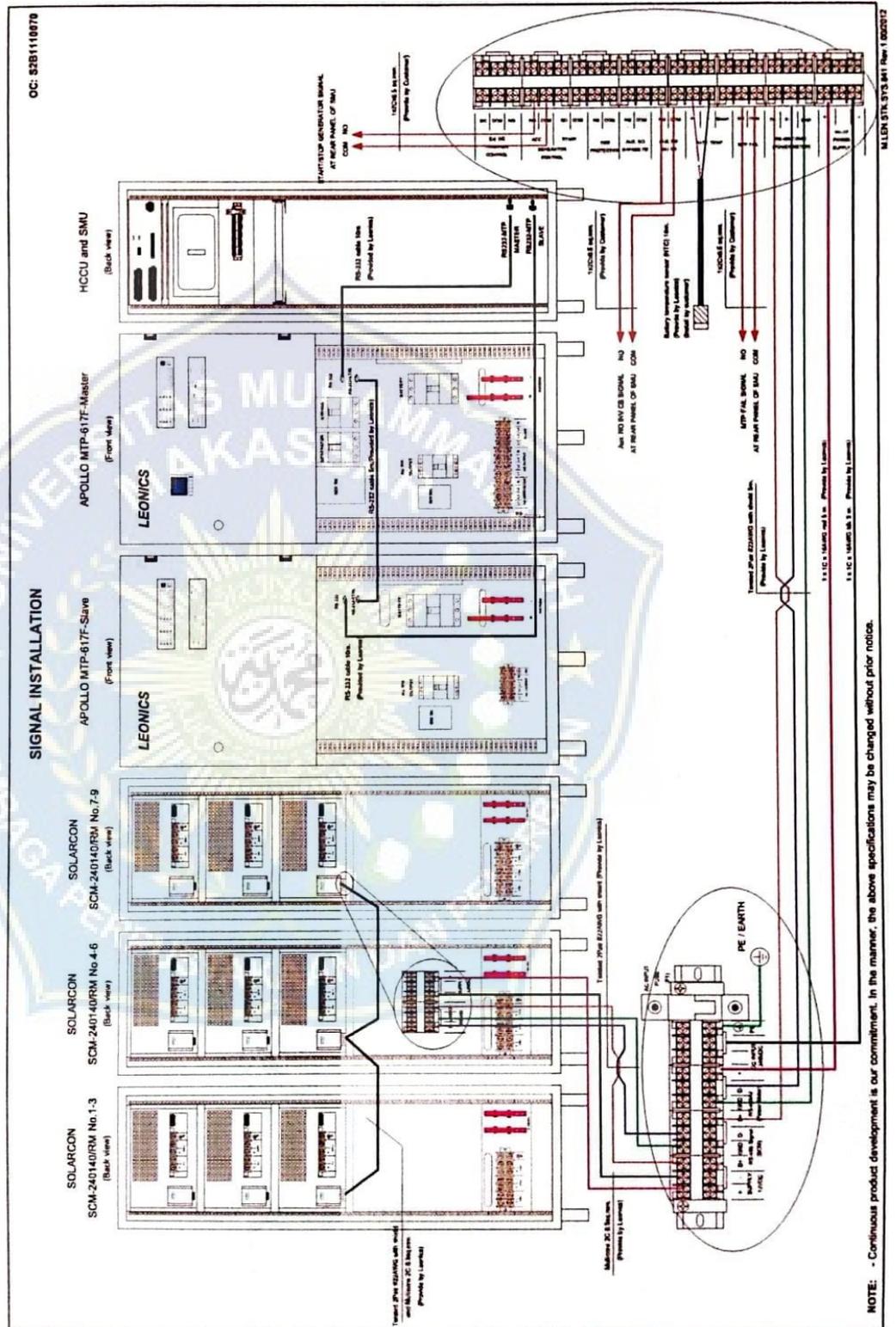
$$\text{Arus output group} = 624,691357 \text{ Ampere}$$

$$= 320 \times 624,691357$$

$$= 199.901,234 \text{ Wp}$$

$$= 199,901234 \text{ di bulatkan } 200 \text{ kWp.}$$

a. Single Line PLTS Pulau Karanrang



Gambar 4.5 Single Line PLTS Pulau Karanrang

4.1.3 Pola Operasi PLTS 200 kWp di pulau Karanrang

PLTS dengan kapasitas 200 kWp di pulau karanrang, normalnya beroperasi 8 jam. Mulai dari pukul 09.00 sampai dengan 16.00 WITA. PV modul yang terpasang hanya menghasilkan daya keluaran sebesar 35% dari total daya keluaran optimalnya, sehingga penyaluran listrik dari PLTS ke pelanggan bergiliran dengan sistem sehari bagian selatan kemudian sehari bagian utara. Data operasi PLTS dapat di lihat pada tabel 4.5 dan 4.6.

1. Data Operasi PLTS bagian Utara

Tabel 4.5 Data Operasi PLTS Bagian Utara

No	Jam	Daya (Kwh)
1	09.00	53,5
2	10.00	55,0
3	11.00	56,2
4	12.00	59,1
5	13.00	55,4
6	14.00	54,3
7	15.00	56,6
8	16.00	53,1

Sumber data : PLTS Pulau Karanrang.

Tabel 4.5 adalah pola operasi saat keadaan cerah, dimana PLTS beroperasi bagian utara pada pukul 09.00 sampai dengan 16.00 WITA. Sesuai dengan hasil data operasi PLTS bagian utara output daya atau beban puncak yang disalurkan ke pelanggan 59,1

kWh pada pukul 12.00. Dapat diketahui beban rata – rata yang di salurkan ke pelanggan yaitu :

$$\begin{aligned}
 P \text{ (rata-rata)} &= \frac{\text{Jumlah daya beban selama PLTS beroperasi}}{\text{Jumlah waktu (jam) selama PLTS beroperasi}} \quad (2.2) \\
 &= \frac{53,5 + 55,0 + 56,2 + 59,1 + 55,4 + 54,3 + 56,6 + 53,1}{8} \\
 &= \frac{443,2}{8} \\
 &= 55,2 \text{ kWh}
 \end{aligned}$$

Jadi rata – rata beban yang di salurkan ke pelanggan bagian utara sebesar 55,2 kWh

2. Data Operasi PLTS bagian Selatan

Tabel 4.6 Data Operasi PLTS Bagian Selatan

No	Jam	Daya (Kwh)
1	09.00	25,7
2	10.00	59,2
3	11.00	59,8
4	12.00	63,5
5	13.00	57,5
6	14.00	55,1
7	15.00	52,7
8	16.00	53,9

Sumber data : PLTS Pulau Karanrang.

Tabel 4.6 adalah pola operasi saat keadaan cerah, dimana PLTS beroperasi bagian selatan pada pukul 09.00 sampai dengan

16.00 WITA. Sesuai dengan hasil data operasi PLTS bagian selatan output daya atau beban puncak yang disalurkan ke pelanggan 63,5 kWh pada pukul 12.00. Dapat diketahui beban rata – rata yang di salurkan ke pelanggan yaitu :

$$\begin{aligned}
 P \text{ (rata-rata)} &= \frac{\text{Jumlah daya beban selama PLTS beroperasi}}{\text{Jumlah waktu (jam) selama PLTS beroperasi}} \quad (2.2) \\
 &= \frac{25,7 + 59,2 + 59,8 + 63,5 + 57,5 + 55,1 + 52,7 + 53,9}{8} \\
 &= \frac{427,4}{8} \\
 &= 53,4 \text{ kWh}
 \end{aligned}$$

Jadi rata – rata beban yang di salurkan ke pelanggan bagian utara sebesar 53,4 kWh

3. Total beban PLTS

Dari data atau hasil perhitungan pola operasi PLTS Pulau Karanrang yang beroperasi selama 8 jam pada tabel 4.5 dan tabel 4.6 yaitu total beban bagian utara 443,2 kW dan bagian selatan 427,4 kW. Untuk menentukan total beban PLTS :

$$\begin{aligned}
 P \text{ Total} &= \text{Beban utara} + \text{beban selatan} \\
 &= 443,2 + 427,4 \text{ kW} \\
 &= 870,6 \text{ kW / day}
 \end{aligned}$$

Jadi total beban Pulau Karanrang bagian selatan dan utara dalam sehari adalah 870,6 kW / day.

4.2 Kondisi Operasi PLTS

Berdasarkan hasil wawancara dan data perhitungan PLTS Pulau Karanrang menggunakan PV module yang telah terpasang dengan kapasitas 1 PV module sebesar 180 Wp sebanyak 1112 unit. Berdasarkan hasil pengukuran PV module yang terpasang hanya menghasilkan daya keluaran sebesar 35% dari total daya keluaran optimalnya. Jadi total keseluruhan kapasitas PV module menjadi 70.000 Wp atau setara dengan 70 kWp.

4.2.1 Kondisi Komponen PLTS

Tabel 4.7 kondisi komponen PLTS Pulau Karanrang

No	Komponen	Gambar & Keterangan
1.	Modul Surya	<ul style="list-style-type: none">• Cuaca yang mempengaruhi output modul surya  <ul style="list-style-type: none">• Kebersihan modul surya (permukaan modul kotor, berdebu dan bertanah mempengaruhi kinerja modul surya)

		 <ul style="list-style-type: none"> • Kerusakan pada modul surya (laminasi terkelupas dan retakan kaca pelindung mempengaruhi kinerja modul surya dan mengakibatkan modul surya rusak atau tidak beroperasi) 
2.	Solar Charger/MPPT	<p>Solar Charger/MPPT dengan jumlah charger 9 buah dalam kondisi baik (beroperasi).</p> 
3.	Inverter	<p>Terdapat 2 Bi Directional Inverter dengan kapasitas 75 kW perunit. Dalam kondisi 1 beroperasi dan 1 non-operasi (rusak).</p>

		
4.	Baterai	Baterai dengan jumlah charger 240 buah yang berkapasitas 1500 Ah dalam kondisi baik (beroperasi)

Sumber data : PLTS Pulau Karanrang

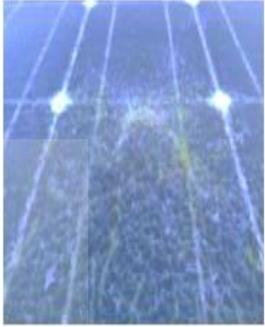


4.3 Pemeliharaan Komponen PLTS

Tabel 4.8 Pemeliharaan Komponen PLTS

No	Jenis Kegiatan	Langkah Pemeliharaan	Gambar
1. Modul Surya			
	<p>Pemeriksaan kebersihan modul surya</p> <p>Lihat apakah pada modul surya terdapat debu, dedaunan, sampah atau kotoran yang menutupi permukaan modul surya</p>	<p>1) Bersihkan permukaan modul surya dari debu dengan kemoceng atau kain berpermukaan halus</p> <p>2) Jika kotoran sulit dibersihkan, gunakan kain dan air bersih</p> <p>Catatan: pembersihan menggunakan air jangan dilakukan saat siang hari (matahari sedang terik) untuk menghindari crack pada modul surya dan tidak menggunakan bahan kimia seperti sabun dan detergen</p> <p>Risiko bahaya: awas tegangan tinggi, pastikan menggunakan peralatan keselamatan!</p> <p>Manfaat pemeliharaan: menjaga keluaran energi dari modul surya tetap optimal</p>	

<p>Pemeriksaan bayangan modul surya</p> <p>Lihat apakah ada bayangan yang menutupi permukaan modul surya. Bayangan dapat berasal dari tanaman atau bangunan sekitar.</p>	<p>Pangkas atau tebang pohon sampai tidak ada bayangan yang menutupi permukaan modul surya.</p> <p>Risiko bahaya: perhatikan agar ranting atau batang pohon yang ditebang tidak menimpa modul surya atau pekerja</p>	
<p>Pemeriksaan wilayah modul surya</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Potong rumput yang ada di bawah dan sekitar modul surya 2. Bersihkan sampah yang ada di wilayah modul surya <p>Risiko bahaya: Hati-hati terhadap reptil berbisa yang mungkin ada.</p> <p>Manfaat pemeliharaan:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Mencegah bersarangnya binatang yang dapat merusak sistem kabel PLTS 2. Mencegah akar tanaman yang tumbuh merusak pondasi dan sistem kabel 	

		<p>PLTS</p> <p>3. Mencegah hewan pemakan rumput tertarik untuk masuk ke dalam area PLTS</p>	
4.	<p>Pemeriksaan kondisi modul surya</p> <p>1. Periksa apakah modul surya ada yang pecah, laminasi rusak (ada gelembung udara), perubahan warna sel</p> <p>2. Periksa apakah ada hotspot pada modul surya</p> <p>3. Periksa kabel –kabel di bawah modul surya apakah ada yang longgar, terkelupas dan terputus</p>	<p>1. Matikan sistem PLTS sesuai prosedur;</p> <p>2. Ganti modul surya yang rusak. Jika belum siap diganti, biarkan dan jangan dilepas dari array, karena untuk mempertahankan tegangan di array</p> <p>3. Kencangkan kabel – kabel yang longgar, apabila ada kabel yang terkelupas tutup dengan isolasi listrik. Periksa secara hati-hati dan perhatikan kembali seperti awal.</p> <p>4. Kencangkan baut yang longgar, ganti baut yang hilang</p> <p>Titik Pengaman Jaringan: Jika terjadi kondisi gangguan pada saat ada cahaya matahari, matikan titik pengaman jaringan terdekat yang ada di Panel Combiner, yaitu: MCB individual incoming dan/atau</p>	 

	<p>4. Periksa apakah semua baut pada modul surya kencang dan tidak ada yang hilang</p>	<p>outgoing.</p> <p>Risiko bahaya: awas tegangan tinggi, pastikan menggunakan peralatan keselamatan!</p> <p>Manfaat pemeliharaan: menjaga keluaran energi dari modul surya tetap optimal</p>	
<p>2. Solar charge controller/Inverter baterai</p>			
<p>1.</p>	<p>Pemeriksaan Kebersihan ventilasi inverter / solar charge controller</p> <p>Periksa apakah ada ventilasi inverter dan charge controller yang tidak tertutup dan tidak bersih</p>	<p>Tutup ventilasi Inverter / Solar Charge Controller jika ada yang terbuka, kemudian bersihkan secara rutin (bulanan) rongga-rongga ventilasi dari inverter dan charge controller agar tidak tersumbat</p> <p>Risiko bahaya: awas tegangan tinggi, pastikan menggunakan peralatan keselamatan!</p> <p>Manfaat pemeliharaan: menjaga agar temperatur/suhu perangkat tidak naik (tidak panas)</p>	

<p>2.</p>	<p>Periksa indikator discharging atau penggunaan beban menyala</p> <p>Lihat indikator pada tiap inverter baterai/ Solar Charge Controller, pastikan indikator penggunaan beban menyala</p>	<p>Pastikan Solar Charge Controller/ Inverter baterai, beroperasi dengan baik (lampu ORANYE atau MERAH tidak menyala)</p>	
<p>3.</p>	<p>Periksa Solar charge controller/Inverter baterai</p> <p>1. Periksa apakah inverter masih beroperasi dengan baik (tidak ada tanda indikator merah atau</p>	<p>Jika inverter dengan merek tertentu tidak beroperasi normal, lihat buku manual yang dikeluarkan pabrikan untuk langkah penyelesaiannya.</p>	

	<p>oranye pada display).</p> <p>2. Periksa kabel yang menuju Solar charge controller / Inverter</p> <p>baterai tidak ada yang terkelupas agar tidak mengurangi losses dari tegangan yang dihasilkan</p>		
3. Baterai			
1.	<p>Pemeriksaan Kebersihan</p> <p>Periksa apakah ruang baterai beserta baterai dalam kondisi bersih</p>	<p>Jika membersihkan dari debu, gunakan kuas kering atau kemoceng</p>	
2.	<p>Periksa kebocoran cairan pada baterai dan koneksi terminal</p>	<p>1. Jika terdapat kebocoran dan ditemukan oksidasi (kerak putih) segera laporkan ke teknisi, dan hati-hati dengan cairannya</p> <p>2. Jika tidak terlindung</p>	

	<ol style="list-style-type: none"> 1. Periksa setiap baterai apakah terdapat kebocoran elektrolit 2. Periksa apakah terminal baterai terlindung bahan isolator, kencang, tidak berkarat dan tidak terjadi oksidasi (kerak putih) 	<p>segera pasang isolator pada baterai dan kencangkan</p> <p>Risiko bahaya: awas bahaya cairan kimia dan udara yang beracun akibat kebocoran pada baterai!</p> <p>Pastikan telah menggunakan alat pelindung diri seperti sepatu safety dan masker.</p>	
<ol style="list-style-type: none"> 3. 	<p>Periksa Suhu Baterai</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Periksa dengan alat ukur apakah suhu setiap baterai tidak ada yang menyimpang jauh dari baterai yang lain 2. Periksa suhu 	<p>Jika terjadi perbedaan suhu yang menyimpang jauh antar baterai segera periksa setiap baterai dan cari baterai yang mengalami kebocoran dan segera laporkan ke teknisi.</p> <p>Risiko bahaya: awas bahaya cairan kimia dan udara yang beracun akibat kebocoran pada baterai!</p> <p>Pastikan telah menggunakan</p>	

	<p>dan kelembaban di ruangan baterai dengan alat ukur, apakah suhu baterai melebihi 300C suhu dan kelembaban di luar ruangan</p>	<p>alat pelindung diri seperti sepatu safety dan masker.</p>	
4.	<p>Pemeriksaan fisik baterai</p> <p>Periksa apakah ada perubahan fisik baterai (gembung, retak, dll.)</p>	<p>Jika terjadi perubahan fisik baterai segera hubungi teknisi</p>	

4.4 Analisa Penambahan Kapasitas Komponen PLTS

4.4.1 Menentukan daya atau beban yang dibutuhkan PLTS

Total beban Pulau Karanrang bagian selatan dan utara dalam sehari adalah 870,6 kW atau setara dengan 870.600 watt. Energi listrik yang dihasilkan PLTS ini tidak 100% dapat digunakan. Karena selama masa transmisi dari panel surya hingga pada akhirnya ke beban, terdapat

hingga 40% energi listrik yang hilang. Maka dari itu, perlu adanya penambahan 40% daya listrik dari total daya yang digunakan :

$$\begin{aligned} \text{Total daya} &= \text{Beban} : (100\% - 40\%) && (2.1) \\ &= 870.600 \text{ watt} : 60\% \\ &= 1.451.000 \text{ watt} \end{aligned}$$

Jadi total daya yang dibutuhkan sebesar 1.451.000 watt

Dari hasil perhitungan total beban PLTS Pulau Karanrang bagian selatan dan utara dalam sehari sebesar 1.451 kW. Dan berdasarkan data atau hasil perhitungan pola operasi tabel 4.5 dan tabel 4.6, PV module yang terpasang dengan kapasitas 1 PV modul sebesar 180 Wp sebanyak 1112 unit hanya menghasilkan daya keluaran sebesar 35% dari total daya keluaran optimalnya. Jadi total keseluruhan kapasitas PV module menjadi 70.000 Wp atau setara 70 kWp.

Untuk menentukan daya atau beban yang dibutuhkan :

$$\begin{aligned} \text{Jumlah daya / beban} &= \text{Total beban} - \text{Daya maksimum PV modul} \\ &= 1.451 \text{ kW} - 70 \text{ kW} \\ &= 1.381 \text{ kW} \end{aligned}$$

4.4.2 Menentukan Kebutuhan Modul Sel Surya

PLTS Pulau Karanrang beroperasi selama 8 jam. Daya yang dibutuhkan agar pengoperasian PLTS tidak bergiliran sehari bagian selatan dan sehari bagian utara adalah 1.381 kW. Untuk menghitung banyaknya daya modul surya yang digunakan, dapat dengan cara berikut:

$$\begin{aligned} \text{Daya modul surya} &= \frac{\text{Daya yang dibutuhkan}}{\text{Waktu optimal}} & (2.3) \\ &= \frac{1.381}{8} \\ &= 172,625 \text{ kWp atau } 173 \text{ kWp (dibulatkan)} \end{aligned}$$

Jadi, untuk mendapatkan daya yang diinginkan, perlu menggunakan modul surya 173 kWp atau setara dengan 173.000 Wp.

Terkait dengan cuaca yang tidak dapat diprediksi, perhitungan jumlah modul dapat mengakomodasi cadangan energi, yang dimaksudkan untuk menambahkan keandalan PLTS. Dengan memperbesar kapasitas daya PV (menambah 20% dari surya hasil perhitungan jumlah daya modul surya). Dan kapasitas tiap PV modul yang digunakan PLTS Pulau Karanrang 180 Wp. Untuk menentukan jumlah modul surya yang digunakan :

$$n = \frac{P+20\%}{Pn} \quad (2.4)$$

$$\text{Dimana : } n = \frac{\text{Jumlah daya} + 20\%}{\text{Kapasitas Daya Module}}$$

Penyelesaian :

$$P = 173.000 \text{ Wp}$$

20% = Cadangan energi

$$P_n = 180 \text{ Wp}$$

$$n = \frac{173.000 + 20\%}{180}$$

$$= \frac{207.600}{180}$$

$$= 1.153,3333 \text{ atau } 1.154 \text{ unit modul (dibulatkan)}$$

Jadi modul surya yang dibutuhkan sebanyak 1.154 unit.

4.4.3 Menentukan Kebutuhan Baterai PLTS

Energi listrik pada baterai tidak 100% dapat digunakan. Karena pada saat di inverter potensi kehilangan energinya bisa sebesar 5%, sehingga perlu adanya cadangan 5% yang harus ditambah :

$$\text{Cadangan daya} = \frac{\text{Total daya}}{100\% - 5\%} \quad (2.14)$$

$$= 207.600 \text{ watt} : 95\%$$

$$= 218.526,3157 \text{ atau } 218.527 \text{ watt (dibulatkan)}$$

Baterai yang digunakan Deep cycle Lead Acid Batterie dengan kapasitas perunit 2 V, 1.500 Ah sesuai dengan tabel 4.3 spesifikasi baterai. Sehingga jumlah battere dapat dianalisis:

$$\begin{aligned}
\text{Jumlah baterai} &= \frac{\text{Total daya}}{\text{Kapasitas baterai (V x I)}} && (2.15) \\
&= \frac{218.527}{2 \times 1.500} \\
&= 72,842 \text{ dibulatkan menjadi } 73 \text{ unit}
\end{aligned}$$

DOD baterai 80% agar baterai tidak cepat rusak. Dan jumlah otonomi di tentukan sebanyak 2 hari. Maka jumlah baterai yang dibutuhkan :

$$\begin{aligned}
\text{Kebutuhan baterai} &= \frac{\text{Jumlah baterai} \times 2}{\text{DOD}} && (2.16) \\
&= \frac{73 \times 2}{80\%} \\
&= 183 \text{ unit baterai.}
\end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan diatas, maka jumlah baterai yang dibutuhkan PLTS untuk mensuplai kebutuhan beban listrik di pulau karanrang adalah 183 unit baterai.

4.4.4. Menentukan Kebutuhan Inverter

Berdasarkan hasil perhitungan pola operasi PLTS bagian Selatan dan Utara pada tabel 4.5 dan 4.6 diketahui beban puncak yang di salurkan ke pelanggan bagian utara sebesar 59,1 kWh dan beban puncak bagian selatan sebesar 63,5 kWh. Untuk menentukan total beban puncak :

$$\begin{aligned}
\text{Total beban puncak} &= \text{Beban puncak utara} + \text{Beban puncak selatan} \\
&= 59,1 \text{ kWh} + 63,5 \text{ kWh} \\
&= 122,6 \text{ kWh}
\end{aligned}$$

Jadi total beban puncak yang di salurkan sebesar 122,6 kWh.

Inverter adalah alat yang berguna mengubah arus DC (searah) menjadi arus AC (bolak-balik). Untuk menentukan inverter, asumsikan jika semua beban menyala bersamaan, dengan total beban puncak 122,6 kWh. Karena inverter yang digunakan PLTS Pulau Karanrang berkapasitas 75 kW sesuai dengan tabel 4.4 spesifikasi inverter. Maka untuk menentukan jumlah inverter :

$$\begin{aligned} \text{Jumlah inverter} &= \frac{\text{Total beban}}{\text{Kapasitas Inverter}} && (2.13) \\ &= \frac{122,6}{75} \\ &= 1,63466 \text{ atau dibulatkan menjadi } 2 \text{ inverter.} \end{aligned}$$

Jadi untuk beban 122,6 membutuhkan 2 inverter dengan kapasitas 75 Kw perunit.

4.4.5 Menentukan Kebutuhan Solar Charge Controller / MPPT

Untuk menentukan jumlah solar charge controller, diketahui input daya dan arus SCC ditentukan oleh Daya Puncak Modul Surya (Wp), sedangkan output daya dan arus SCC ditentukan oleh total tegangan baterai (Vdc).

Daya puncak modul surya yang direncanakan (+energi cadangan) sebesar 207.600 Wp. Berdasarkan tabel 4.3 spesifikasi baterai, dengan total tegangan baterai 240 Vdc. Dan SCC dengan kapasitas arus 100 Ampere sesuai dengan tabel 4.2 spesifikasi SCC. Maka menentukan jumlah SCC / MPPT :

$$\begin{aligned}
 \text{Total Arus SCC} &= \frac{\text{Daya puncak } P_v}{\text{Total tegangan baterai (Vdc)}} && (2.11) \\
 &= \frac{207.600}{240} \\
 &= 865 \text{ Ampere}
 \end{aligned}$$

Jadi, jumlah SCC unit yang dibutuhkan :

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah SCC} &= \frac{\text{Total arus SCC}}{\text{Kapasitas arus SCC}} && (2.12) \\
 &= \frac{865}{100} \\
 &= 8,65 \\
 &= 9 \text{ unit SCC (dibulatkan)}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan diatas, maka jumlah SCC yang dibutuhkan PLTS untuk mensuplai kebutuhan beban listrik di pulau karanrang adalah 9 unit SCC.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil uraian diatas mengenai Analisis PLTS 200 kWp di Pulau Karanrang, maka dapat diketahui bahwa :

1. PLTS di pulau Karanrang beroperasi 8 jam mulau pukul 09.00 – 16.00 WITA dan beroperasi secara bergiliran dengan sistem sehari bagian selatan dan sehari bagian utara. Beban puncak PLTS Pulau Karanrang bagian utara sebesar 59,1 Kwh pada pukul 12.00 dan bagian selatan 63,5 kWh pada pukul 12.00. Total keseluruhan daya atau beban antara bagian selatan dan utara sebesar 1.451 kW / day.
2. Daya PLTS terpasang sebesar 200 kWp dan kapasitas PV modul 180 Wp dengan jumlah 1.112 unit modul. Namun hanya menghasilkan daya keluaran sebesar 35% dari total daya keluaran optimalnya. Jadi total keseluruhan kapasitas PV module menjadi 70.000 Wp atau setara dengan 70 kWp.
3. Untuk mensuplai beban 1.381 kW pulau Karanrang, maka kapasitas dan jumlah komponen PLTS yang dibutuhkan :
 - a. PV Modul surya 1.154 unit (180 Wp kapasitas perunit)
 - b. Baterai 183 unit (2 V, 1.500 Ah kapasitas perunit)
 - c. Inverter 2 unit (75 kW kapasitas perunit)
 - d. 9 Solar Charge / MPPT 9 unit (100 A kapasitas peunit)

5.2. Saran

1. Untuk melakukan penelitian dengan menganalisa pembangkit listrik tenaga surya, perlu diketahui terlebih dahulu spesifikasi dan pola operasi dari PLTS yang ingin di teliti.
2. Perlunya pemeliharaan komponen PLTS baik skala besar (pembangkit) maupun skala kecil (rumah) agar pengoperasiannya optimal.
3. Dalam menyelesaikan tugas akhir, diperlukan lebih banyak referensi untuk memudahkan penulisan. Dan perlunya disiplin waktu serta semangat untuk menyelesaikan tugas akhir tepat waktu.



DAFTAR PUSTAKA

- Aflan, & Rocky. (2015). *Rancang Bangun Penyedia Energi Listrik Tenaga Hibrida (PLTSPLTB-PLN) Untuk Membantu Pasokan Listrik Rumah Tinggal*. Banten: Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
- Boxwell , M. (2019). *Solar Electricity Handbook*. Ltd: Greenstream Publishing.
- Diantari, R. A., Erlina, & Widyastuti, C. (2017). Studi Penyimpanan Energi Pada Baterai PLTS. *Jurnal Ilmiah*.
- Frans J, & Likadja. (2020). Sosialisasi Pengoperasian PLTS Off Grid Kajadoi Berkapasitas 190 kWp Di Desa Kajadoi Kecamatan Alok Timur Kabupaten Sikka. *TEKMAS*.
- Hasanah, A. W., Koerniawan, T., & Yuliansyah. (2018). Kajian Kualitas Daya Listrik PLTS Sistem Off-Grid di STT -PLN. *JURNAL ENERGI & KELISTRIKAN*.
- Koerniawan, T., & Hasanah, A. W. (2018). Kajian Sistem Kinerja PLTS Off Grid 1 kWp di STT-PLN. *Jurnal Ilmiah*.
- Naim, M. (2020). Rancangan Sistem Kelistrikan PLTS Off Grid 1000 Watt di Desa Loeha Kecamatan Towuti. *Vertex Elektro*.

- Nicola , F., Giovanni, P., Giovanni, S., & Massimo, V. (2005). Optimization of Perturb and Observe Maximum Power Point Tracking Method. *IEEE TRANSACTIONS ON POWER ELECTRONICS*.
- Ramadani, & Bagus. (2018). *Instalasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya, Dos & Don'ts*. Jakarta: GIZ Jakarta.
- Rohana, & Zulfikar. (2015). Optimalisasi Pembangkit Listrik Tenaga Listrik Untuk Meningkatkan Kapasitas Daya Listrik. *Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*. Medan.
- Subandi, & Hani, S. (2015). Pembangkit Listrik Energi Matahari Sebagai Penggerak Pompa Air Dengan Menggunakan Solar Cell. *JURNAL TEKNOLOGI TECHNOSCIENTIA* .
- Sukmana, Y. (2014, Oktober 1). *Pemerintah Cari Cara agar Pulau-pulau Kecil Teraliri Listrik*. Retrieved Juni 25, 2023, from KOMPAS.Com: <https://money.kompas.com/read/2014/10/01/132614326/Pemerintah.Cari.Cara.agar.Pulau-pulau.Kecil.Teraliri.Listrik>
- Ta'lim, N., Subodro, R., & Sutrisno. (2021). Analisis Output Daya Pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya Dengan Kapasitas 10WP, 20WP, dan 30WP. *JURNAL CRANKSHAFT*.
- Wijaya , I. H., Kumara, I. S., & Ariastina, W. G. (2022). Analisis PLTS Atap 25 kWp On Grid Kantor DPRD Provinsi Bali. *Jurnal SPEAKTRUM*.





**MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR
UPT PERPUSTAKAAN DAN PENERBITAN**

Alamat kantor: Jl.Sultan Alauddin NO.259 Makassar 90221 Tlp.(0411) 866972,881593, Fax.(0411) 865588

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

SURAT KETERANGAN BEBAS PLAGIAT

**UPT Perpustakaan dan Penerbitan Universitas Muhammadiyah Makassar,
Menerangkan bahwa mahasiswa yang tersebut namanya di bawah ini:**

Nama : Murni Ati / Jumaing

Nim : 105821109419 / 105821106119

Program Studi : Teknik Elektro

Dengan nilai:

No	Bab	Nilai	Ambang Batas
1	Bab 1	10 %	10 %
2	Bab 2	25 %	25 %
3	Bab 3	10 %	10 %
4	Bab 4	8 %	10 %
5	Bab 5	5 %	5 %

Dinyatakan telah lulus cek plagiat yang diadakan oleh UPT- Perpustakaan dan Penerbitan Universitas Muhammadiyah Makassar Menggunakan Aplikasi Turnitin.

Demikian surat keterangan ini diberikan kepada yang bersangkutan untuk dipergunakan seperlunya.

Makassar, 23 Agustus 2023

Mengetahui

Kepala UPT Perpustakaan dan Penerbitan,



Nurhidayah, S.Pd., M.I.P
NPM 064 591

BAB I Murni Ati / Jumaing /105821109419 / 105821106119

by Tahap Tutup

Submission date: 22-Aug-2023 10:56AM (UTC+0700)

Submission ID: 2149257754

File name: BAB_I_7.docx (26.46K)

Word count: 585

Character count: 3528

BAB I Murni Ati / Jumaing /105821109419 / 105821106119

ORIGINALITY REPORT

10%

SIMILARITY INDEX



10%

INTERNET SOURCES

2%

PUBLICATIONS

0%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	siat.ung.ac.id Internet Source	2%
2	abdulmalikkandiyas.wordpress.com Internet Source	2%
3	repository.uma.ac.id Internet Source	2%
4	123dok.com Internet Source	2%
5	digilib.uin-suka.ac.id Internet Source	2%
6	www.wartanusantara.com Internet Source	2%

Exclude quotes On

Exclude matches < 2%

Exclude bibliography On

● BAB II Murni Ati / Jumaing
/105821109419 / 105821106119

by Tahap Tutup

Submission date: 22-Aug-2023 10:56AM (UTC+0700)

Submission ID: 2149258102

File name: BAB_II..docx (1.26M)

Word count: 2874

Character count: 17471

BAB II Murni Ati / Jumaing /105821109419 / 105821106119

ORIGINALITY REPORT

25%
SIMILARITY INDEX



7%
PUBLICATIONS

13%
STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	www.researchgate.net Internet Source	6%
2	www.journal.unrika.ac.id Internet Source	4%
3	ejournal2.undip.ac.id Internet Source	3%
4	123dok.com Internet Source	2%
5	journal.admi.or.id Internet Source	2%
6	journal.fkpt.org Internet Source	2%
7	stt-pln.e-journal.id Internet Source	2%
8	core.ac.uk Internet Source	2%
9	digilib.unila.ac.id Internet Source	2%

BAB III Murni Ati / Jumaing /105821109419 / 105821106119

by Tahap Tutup

Submission date: 22-Aug-2023 10:58AM (UTC+0700)

Submission ID: 2149258786

File name: BAB_III_8.docx (12.08M)

Word count: 363

Character count: 2246

BAB III Murni Ati / Jumaing / 105821109419 / 105821106119

ORIGINALITY REPORT

10% SIMILARITY INDEX 10% INTERNET SOURCES 0% PUBLICATIONS 0% STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	journal.unismuh.ac.id Internet Source	2%
2	123dok.com Internet Source	2%
3	mafiadoc.com Internet Source	2%
4	repository.uin-suska.ac.id Internet Source	2%
5	repository.unri.ac.id Internet Source	2%

Exclude quotes On Exclude matches < 2%
Exclude bibliography On

● BAB IV Murni Ati / Jumaing
/105821109419 / 105821106119

by Tahap Tutup

Submission date: 22-Aug-2023 01:46PM (UTC+0700)

Submission ID: 2149317689

File name: BAB_IV-1.docx (55.06K)

Word count: 3092

Character count: 16473

BAB IV Murni Ati / Jumaing /105821109419 / 105821106119

ORIGINALITY REPORT

8% SIMILARITY INDEX
7% INTERNET SOURCES
2% PUBLICATIONS
5% STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

- 1 mhariansyah.files.wordpress.com 3%
Internet Source
- 2 Submitted to Universitas Khairun 2%
Student Paper
- 3 journal.admi.or.id 2%
Internet Source
- 4 www.gesainstech.com 2%
Internet Source

Exclude quotes On Exclude matches < 2%
Exclude bibliography On

● BAB V Murni Ati / Jumaing
/105821109419 / 105821106119

by Tahap Tutup

●
Submission date: 22-Aug-2023 11:01AM (UTC+0700)

Submission ID: 2149260486

File name: BAB_V_7.docx (22.93K)

Word count: 253

Character count: 1384

BAB V Murni Ati / Jumaing /105821109419 / 105821106119

ORIGINALITY REPORT

5%

SIMILARITY INDEX



INTERNET SOURCES

4%

PUBLICATIONS

0%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES



1

id.123dok.com

Internet Source

5%

Exclude quotes On

Exclude matches < 2%

Exclude bibliography On

