

**STUDI PERENCANAAN PANEL SURYA UNTUK KEBUTUHAN PETANI
SEBAGAI PENGUSIR HAMA BABI LIAR YANG TAKUT CAHAYA DI
LADANG DESA PASIR PEMALANG**

LAPORAN TUGAS AKHIR

Laporan di susun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar S1 pada

Prodi Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Universitas

Islam Sultan Agung



Di susun oleh :

MUHAMMAD ABDUL MUMIN

NIM : 30601800027

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG SEMARANG

2023

FINAL PROJECT

PLANNING STUDY OF SOLAR PANEL FOR FARMERS NEEDS AS A LIGHT FEAR OF WILD PORN PEST IN THE FIELDS OF PASIR PEMALANG VILLAGE

Proposed was prepared to fulfill one of the requirements for obtaining an undergraduate degree in the Electrical Engineering Study Program, Faculty of Industrial Technology Sultan Agung Islamic University



Di susun oleh :

MUHAMMAD ABDUL MUMIN

NIM : 30601800027

**DEPARTEMENT OF ELECTRICAL ENGINEERING
FACULTY OF INDUSTRIAL TECHNOLOGY
UNIVERSITY ISLAM SULTAN AGUNG SEMARANG**

2023

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

Laporan Tugas Akhir dengan judul "STUDI PERENCANAAN PANEL
SURYA UNTUK KEBUTUHAN PETANI SEBAGAI PENGUSIR HAMA
BABI LIAR YANG TAKUT CAHAYA DI LADANG DESA PASIR
PEMALANG

" ini disusun oleh:

Nama : Muhammad Abdul Mu'min

NIM : 30601800027

Program Studi : Teknik Elektro

Telah disahkan dan disetujui oleh dosen pembimbing pada:

Hari : Jumat

Tanggal : 11 Agustus 2023

Pembimbing I


Dedi Nugroho, ST., MT
NIDN. 0628086501

Pembimbing II


Ir. H. Sukarno Budi
Utomo, MT
NIDN. 0614117701

UNISSULA
جامعة سلطان أبوبوع الإسلامية

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Elektro


070923
Jenny Putri Hapsari, ST, MT
NIDN: 0607018501

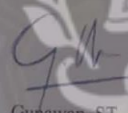
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

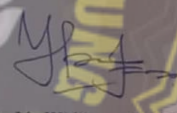
Laporan Tugas Akhir dengan judul "STUDI PERENCANAAN PANEL SURYA UNTUK KEBUTUHAN PETANI SEBAGAI PENGUSIR HAMA BABI LIAR YANG TAKUT CAHAYA DI LADANG DESA PASIR PEMALANG" ini telah dipertahankan di depan Penguji sidang Tugas Akhir pada:

Hari : Jumat
Tanggal : 11 Agustus 2022

Penguji I

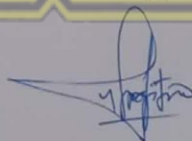
Penguji II


Gunawan, ST., MT.
NIDN. 0607117101


Ir. Ida Widiastuti, MT.
NIDN. 0005036501

UNISSULA
جامعة سلطان أبوبنح الإسلامية

Ketua Penguji



Agus Suprajitno, ST., MT.
NIDN. 0619076401

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Abdul Mu'min

NIM : 30601800027

Fakultas : Fakultas Teknologi Industri

Program Studi : Teknik Elektro

Dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir yang saya buat dalam rangka menyelesaikan Pendidikan Strata Satu (S1) Teknik Elektro di Fakultas Teknologi UNISSULA Semarang dengan judul **"STUDI PERENCANAAN PANEL SURYA UNTUK KEBUTUHAN PETANI SEBAGAI PENGUSIR HAMA BABI LIAR YANG TAKUT CAHAYA DI LADANG DESA PASIR PEMALANG"**, adalah asli (orisinal) dan bukan menjiplak (plagiat) dan belum pernah diterbitkan/dipublikasikan dimanapun dalam bentuk apapun baik sebagian atau keseluruhan, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sadar dan penuh tanggung jawab. Apabila di kemudian hari ternyata terbukti bahwa Karya Tugas Akhir tersebut adalah hasil karya orang lain atau pihak lain, maka saya bersedia dikenakan sanksi akademis.

Semarang, 05 September 2023

Yang Menyatakan



Muhammad Abdul Mu'min

NIM. 30601800027

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Muhammad Abdul Mu'min

NIM : 30601800027

Program Studi : Teknik Elektro

Fakultas : Teknologi industri

Alamat Asal : Dk Pasir, Ds. Pasir RT. 12/RW. 04, Kec Bodeh,
Kab.Pemalang

Dengan ini menyatakan Karya Ilmiah berupa Tugas akhir dengan Judul: **STUDI PERENCANAAN PANEL SURYA UNTUK KEBUTUHAN PETANI SEBAGAI PENGUSIR HAMA BABI LIAR YANG TAKUT CAHAYA DI LADANG DESA PASIR PEMALANG** menyetujui menjadi hak milik Universitas Islam Sultan Agung serta memberikan Hak bebas Royalti Non-Eksklusif untuk disimpan, dialihmediakan, dikelola dan pangkalan data dan dipublikasikan di internet dan media lain untuk kepentingan akademis selama tetap mencantumkan nama penulis sebagai pemilik hak cipta. Pernyataan ini saya buat dengan sungguh-sungguh. Apabila dikemudian hari terbukti ada pelanggaran Hak Cipta/Plagiarisme dalam karya ilmiah ini, maka segala bentuk tuntutan hukum yang timbul akan saya tanggung secara pribadi tanpa melibatkan Universitas Islam Sultan Agung.

Semarang, 05 September 2023

Yang Menyatakan



Muhammad Abdul Mu'min

HALAMAN PERSEMBAHAN

Puja dan puji syukur yang mendalam kepada Allah subhanahu wa ta'ala, atas nikmat Iman, nikmat sehat, nikmat akal yang telah diberikan kepada saya, dan Sholawat serta salam kepada Baginda Rasulullah Nabi Muhammad shallallahu alaihi wasallam yang saya harapkan Syafa'at Beliau di Yaumul Akhir kelak. Dengan terselesaikannya skripsi ini, saya mempersembahkannya kepada kedua orang tua saya tanpa do'a dan usaha yang diberikan kedua orang tua, saya belum tentu bisa mendapatkan hidayah untuk terbuka mata hati dan pikiranya agar bisa segera menyelesaikan TUGAS AKHIR, sebagai bukti rasa kasih sayang dari saya kepada mereka yang selalu memberikan dukungan. Bahwa dengan terselesaikannya laporan Tugas Akhir ini, saya sudah bisa memenuhi kepercayaan kedua orang tua saya selama berkuliah di Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

Tidak lupa juga saya persembahkan laporan Tugas Akhir ini kepada dosen pembimbing saya Pak Dedi Nugroho, ST., MT dan bapak Ir. H Sukarno Budi Utomo, MT. serta Rekan-rekan Robotik UNISSULA and friends, dan Elektro 18 saya ucapkan banyak terima kasih atas dukungannya dalam menyelesaikan tugas akhir saya. Salam hormat, sayang dan cinta atas kepercayaan yang telah diberikan kepada saya, Muhammad Abdul Mu'min.

MOTO

“Melakukan kesalahan karena mengikuti jalan sendiri itu lebih baik, di bandingkan menempuh kebenaran hanya karena mengikuti jalan orang lain”-Fahruddin Faiz



KATA PENGANTAR

Alhamdulillah segala puji syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan begitu banyak Taufik, Rahmat dan Hidayah kepada hamban-nya, sehingga peneliti dapat menyelesaikan sebuah Tugas Akhir ini dengan baik dan lancar. Penulisan Tugas Akhir ini adalah salah satu syarat yang menjadi kewajiban peneliti untuk meraih Gelar Sarjana (S1) Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Sultan Agung Semarang, dengan judul Tugas Akhir yang peneliti ambil yaitu “Studi Perencanaan Panel Surya Untuk Kebutuhan Petani Sebagai Pengusir Hama Di Ladang Desa Pasir Pemalang”’.

Selesainya Tugas Akhir ini tidak lepas dari bantuan bimbingan serta doa dari berbagai pihak yang telah membantu dalam pembuatan karya ini. Oleh karena itu penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada :

1. Keluarga terutama kedua orang tua yang selalu menyemangati dan mendukung dari segi usaha dan doa yang selalu tercurahkan dan diusahakan dalam proses penyelesaian Tugas Akhir ini.
2. Ibu Dr. Hj. Novi Marlyana, ST, MT Selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
3. Ibu Jenny Putri Hapsari, ST, MT Selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
4. Bapak Dedi Nugroho, ST, MT Selaku Dosen Pembimbing pertama yang telah meluangkan waktu selama proses bimbingan.
5. Bapak Ir. H. Sukarno Budi Utomo, MT Selaku Dosen Pembimbing kedua yang telah meluangkan waktu selama proses bimbingan.
6. Teman-teman Jurusan Teknik Elektro yang telah memberikan semangat kepada peneliti hingga Tugas Akhir ini dapat selesai.
7. Semua pihak yang telah membantu hingga terselesainya pembuatan tugas akhir maupun dalam penyusunan Tugas Akhir yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Dalam pembuatan Laporan Tugas Akhir penulis menyadari bahwa masih jauh dari kata sempurna karena masih keterbatasan ilmu, pengalaman, pemahaman dan kemampuan peneliti dalam pembuatan Laporan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, saran serta kritik yang membangun dari pembaca akan menjadi masukan yang sangat berharga bagi peneliti. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Aamiin.

Pemalang, Agustus 2023



Penulis



DAFTAR ISI

Contents

KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xv
BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
1.1.Latar Belakang.....	1
1.2.Rumusan Masalah	2
1.3.Pembatasan Masalah	3
1.4.Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat.....	4
1.6.Sistematika Penulisan	4
BAB II.....	6
TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI.....	6
2.1 Tinjauan Pustaka	6
2.2 Dasar Teori	8
2.2.1 Panel Surya	8
2.2.2 Photovoltaik	9
2.2.3 Sistem Pada PLTS.....	11
2.2.4 Jenis-jenis Sel Surya	13
2.2.5 SCC (Solar Charger Control)	15
2.2.6 Inverter	16
2.2.7 Baterai	18
2.2.8 Prinsip Dasar Instalasi.....	19
2.2.9 Penghantar	20
2.2.10 Jenis Penghantar	20
2.2.10.1 Jenis Kabel	21
2.2.10.2 Kabel Instalasi Listrik	22
2.2.11 Menentukan Jenis Penghantar	27
2.2.12 Proteksi	28

2.2.12.1	Mini Circuit Breaker Atau MCB	28
2.2.12.2	Moulded Case Circuit Breaker Atau MCCB	29
2.2.13	Pencahayaan Atau Penerangan	30
2.2.14	Peralatan Control	31
2.2.14.1	Kontaktor	31
2.2.14.2	Timer	32
BAB III		33
METODE PENELITIAN		33
3.1	Objek Penelitian	33
3.2	Desain PLTS Off-grid	33
3.3	Komponen	34
3.4	Data penelitian	41
3.5	Jenis Penelitian	42
3.6	Diagram alur penelitian	42
3.7	Langkah Penelitian	43
BAB IV		44
HASIL DAN PEMBAHASAN		44
4.1	Radiasi Sinar Matahari	44
4.2	Desain Sistem Perencanaan PLTS	45
4.3	Menentukan Sistem PLTS	45
4.4	Menentukan Banyaknya Tiang	46
4.5	Menentukan Kapasitas Panel	47
4.6	Menentukan Jumlah Panel	47
4.7	Penyusunan Panel Surya	Error! Bookmark not defined.
4.8	Kapasitas Solar Charger Controller	Error! Bookmark not defined.
4.9	Kapasitas Inverter	Error! Bookmark not defined.
4.10	Kapasitas Baterai	Error! Bookmark not defined.
4.11	Menentukan Kebutuhan Kabel	50
4.12	Analisis Penerangan	52
4.13	Menentukan Jenis Saklar Otomatis	52
4.14	Estimasi Biaya Peralatan Perencanaan	53
BAB V		54

PENUTUP.....	54
5.1 Kesimpulan.....	54
DAFTAR PUSTAKA	55



DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Spesifikasi Modul Surya.....	35
Tabel 3. 2 Spesifikasi Inverter HS 3000W24V.....	36
Tabel 3. 3 Spesifikasi SCC PWM 20A.....	37
Tabel 3. 4 Baterai JYC OPzV200 (2V200AH).....	38



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1	Panel Surya	8
Gambar 2. 2	Modul Photovoltaic.....	9
Gambar 2. 3	Sistem PLTS On-Grid	11
Gambar 2. 4	Sistem PLTS Off-Grid	12
Gambar 2. 5	Sistem PLTS Hybrid	12
Gambar 2. 6	Monocrystalline	14
Gambar 2. 7	Polycrystalline	14
Gambar 2. 8	Thin Film Sollar Cell	15
Gambar 2. 9	Solar Charger Controller	16
Gambar 2. 10	Inverter.....	17
Gambar 2. 11	Gelombang keluaran inverter	17
Gambar 2. 12	Baterai.....	18
Gambar 2. 13	Jenis Kabel NYA	23
Gambar 2. 14	Kabel NYM	23
Gambar 2. 15	Kabel NYAF.....	24
Gambar 2. 16	Kabel NYY	24
Gambar 2. 17	Kabel NYFGbY	25
Gambar 2. 18	Kabel ACSR	25
Gambar 2. 19	Kabel AAAC.....	26
Gambar 2. 20	Mini Circuit Breaker (MCB).....	29
Gambar 2. 21	Moulded Case Circuit Breaker Atau MCCB.....	29
Gambar 2. 22	Kontaktor	31
Gambar 2. 23	Timer	32
Gambar 3. 1	Lokasi ladang didesa pasir	33
Gambar 3. 2	Diagram line PLTS Off-grid	34
Gambar 3. 3	Modul Surya ica solar 150 Wp.....	35
Gambar 3. 4	Inverter HS 3000W 24VOLT	36
Gambar 3. 5	SCC PWM 20A	37
Gambar 3. 6	Baterai JYC OPzV200 (2V100AH).	38
Gambar 3. 7	Panel Timer Kontaktor.....	39
Gambar 3. 8	Kabel Jenis NYY2x1,5 Merek Eterna	40
Gambar 3. 9	Desain Tiyang Peyangga Lampu.....	40
Gambar 3. 10	Flowcart diagram Alur Tugas Akhir	42
Gambar 4. 1	Radiasi sinar matahari.....	44
Gambar 4. 2	Gambar desain rancangan	45
Gambar 4. 3	Susunan Panel Surya.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 4	Gambar susunan baterai	Error! Bookmark not defined.

ABSTRAK

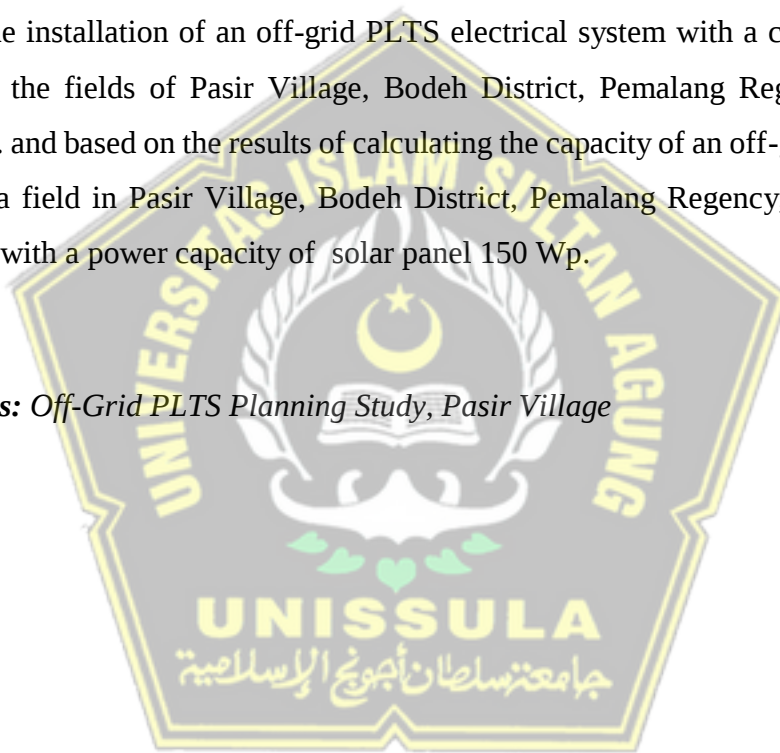
Desa pasir adalah sebuah desa yang terletak di wilayah Kecamatan Bodeh Kabupaten Pemalang. Desa pasir tersebut merupakan sebuah desa yang terletak dipedalaman pemalang atau lebih tepatnya jauh dari peradaban kota, desa pasir sendiri masih dikatakan daerah pelosok di wilayah pemalang dimana pada desa pasir wilayahnya masih dikelilingi oleh hutan jati, hutan pinus dan perbukitan. Studi literature yang dilakukan dengan mencari sumber yang berkaitan dengan PLTS dan pencarian literature dilakukan melalui pencarian internet untuk mencari penelitian-penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan penelitian PLTS. Penelitian berupa experiment yang bertujuan merancang pemasangan system kelistrikan PLTS off-grid dengan kapasitas 1000 Watt di wilayah ladang Desa Pasir Kecamatan Bodeh Kabupaten Pemalang sebagai pengusir hama. dan berdasarkan hasil perhitungan kapasitas pembangkit listrik tenaga surya off-grid pada sebuah ladang di Desa Pasir wilayah Kecamatan Bodeh Kabupaten Pemalang didapatkan 14 modul panel surya dengan kapasitas panel 150 Wp.

Kata kunci: Studi Perencanaan PLTS Off-Grid, Desa Pasir

ABSTRACT

Pasir Village is a village located in the Bodeh District, Pemalang Regency. The village of Pasir is a village located in the interior of Pemalang or more precisely far from city civilization. The village of Pasir itself is still said to be a remote area in the Pemalang region where the Pasir village is still surrounded by teak forests, pine forests and hills. A literature study was carried out by searching for sources related to PLTS and a literature search was carried out through an internet search to find previous studies related to PLTS research. The research is in the form of an experiment that aims to design the installation of an off-grid PLTS electrical system with a capacity of 1000 Watts in the fields of Pasir Village, Bodeh District, Pemalang Regency as a pest repellent. and based on the results of calculating the capacity of an off-grid solar power plant in a field in Pasir Village, Bodeh District, Pemalang Regency, 14 solar panel modules with a power capacity of solar panel 150 Wp.

Keywords: *Off-Grid PLTS Planning Study, Pasir Village*



BAB I

PENDAHULUAN

1.1.Latar Belakang

Desa pasir adalah sebuah desa yang terletak di wilayah Kecamatan Bodeh Kabupaten Pemalang. Desa pasir tersebut merupakan sebuah desa yang terletak dipedalaman pemalang atau lebih tepatnya jauh dari peradaban kota, desa pasir sendiri masih dikatakan daerah pelosok di wilayah pemalang dimana pada desa pasir wilayahnya masih dikelilingi oleh hutan jati, hutan pinus dan perbukitan. Adapun keluhan pada desa pasir tersebut perihal listrik juga masih mendominasi dimana terkadang pemadaman listrik yang berangsur berhari-hari dikarenakan jaringan listrik yang terkena gangguan secara external yang disebabkan pohon besar roboh mengenai jaringan listrik yang menuju ke desa pasir yang mengakibatkan pemadaman sampai berhari-hari dikarenakan penanganan dari pihak PLN yang membutuhkan waktu lama dalam menangani masalah pada jaringan listrik yang terkena gangguan akibat pohon tumbang mengenai tiang jaringan listrik (Naim, 2020)

Berdasarkan perihal tersebut penelitian kali ini akan membahas dan menganalisa sebuah perencanaan Panel surya atau PLTS untuk kebutuhan petani sebagai pengusir hama babi liar dengan system penerangan disebuah ladang desa pasir wilayah kecamatan bodeh kabupaten pemalang yang jauh dari jangkauan PLN dan menentukan beban daya listrik panel surya pada rancangan agar nantinya bisa bekerja secara optimal dan diharapkan mampu memenuhi kebutuhan para petani diladang supaya nantinya bisa bermanfaat membantu para petani dalam penerangan sebagai pengusir hama babi liar dimalam hari dengan system penerangan. Disamping itu selain sebagai alat bantu penerangan petani dalam mengusir hama babi liar dimalam hari, semoga kedepanya dapat dikembangkan dan mampu memenuhi kebutuhan para petani bukan hanya disistem penerangan sebagai pengusir hama saja, tetapi juga untuk menjalankan sebuah system pengairan yang nantinya bisa petani manfaatkan untuk memenuhi kebutuhan petani dalam bercocok tanam agar para petani tidak perlu

menjalankan mesin pompa air bertenologi bahan bakar untuk mengambil air dari sungai disaat musim kemarau, karena sudah tersedia sebuah system panel surya atau PLTS yang nantinya bisa dimanfaatkan para petani untuk menjalankan mesin pompa air berteknologi listrik dalam memenuhi kebutuhan para petani dalam berladang. semoga dengan adanya sebuah system panel surya atau PLTS permasalahan para petani dalam berladang bisa teratasi seperti harus menyalakan senter dimalam hari sebagai alat bantu pengusir hama babi liar dalam menjaga ladangnya, adapun proses pengusiran hama menggunakan system penerangan atau pencahayaan lampu yang terpasang diladang, dengan adanya pencahayaan diladang tersebut hama babi liar bisa terminimalisir masuk ke ladang untuk memakan tanaman. disamping itu semoga permasalahan lainya seperti harus menjalankan mesin pompa air berteknologi bahan bakar ketika musim kemarau juga bisa teratasi karna sudah tersedia aliran listrik yang tersedia dari system panel surya atau PLTS yang bisa menjalankan mesin pompa air listrik untuk mengairi ladang para petani(Waluyo et al., 2020)

1.2.Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan diatas, maka peneliti dapat mengambil rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana desain perencanaan PLTS yang digunakan untuk lampu penerangan sebagai pengusir hama babi liar yang takut cahaya diladang?
2. Berapa kebutuhan daya yang diperlukan untuk lampu penerangan sebagai pengusir hama babi liar yang takut cahaya?
3. Berapa kebutuhan biaya lampu penerangan pengusir hama babi liar yang takut cahaya menggunakan system PLTS?

1.3. Pembatasan Masalah

Agar penelitian ini dapat dilakukan lebih fokus dan mendalam maka peneliti memandang permasalahan penelitian yang diangkat dan dibuat perlu dibatasi variabelnya. Oleh sebab itu, peneliti membatasi sebuah batasan masalahnya sebagai berikut :

1. Sistem kelistrikan PLTS yang peneliti rancang mampu bekerja secara maksimal dengan mengabaikan perubahan temperature yang terjadi.
2. Penelitian ini hanya merancang Perencanaan system kelistrikan PLTS pada sebuah ladang sebagai pengusir hama.
3. Perencanaan PLTS yang dirancang oleh peneliti hanya diperuntukan sebagai pengusir hama diladang yang jauh dari jangkauan PLN.

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan dari pada laporan tugas akhir ini adalah :

1. Merancang system kelistrikan PLTS Off-Grid sebagai pengusir hama babi liar yang takut cahaya pada sebuah ladang yang jauh dari jangkauan PLN.
2. Membuat desain rancangan sistem instalasi PLTS.
3. Menentukan beban yang akan diterapkan pada perencanaan PLTS.
4. Menghitung kebutuhan beban yang akan diterapkan pada perencanaan PLTS dalam penelitian.
5. Untuk menunjang kebutuhan para petani dalam memanfaatkan tenaga listrik yang dihasilkan oleh PLTS diladang sebagai alat bantu pengusir hama babi liar yang takut cahaya dimalam hari dengan system penerangan yang jauh dari jangkauan PLN, maka dari itu sebuah studi perencanaan pemanfaatan PLTS ini dijadikan tujuan penelitian agar nantinya dapat mengatasi sebuah permasalahan pada ladang petani yang disebabkan oleh hama babi liar yang takut cahaya.

1.5. Manfaat

Adapun manfaat yang diharapkan dari pada penelitian sebuah PLTS ini adalah sebagai berikut:

1. Mempermudah para petani dalam berladang menjaga tanamannya dimalam hari dari hama babi liar dan semoga bisa membantu memenuhi kebutuhannya para petani dalam berladang karna sudah mendapatkan konsumsi daya listrik.
2. Untuk meningkatkan semangat para petani dalam memanfaatkan ladangya karna sudah terpasang sebuah panel surya atau PLTS yang berperan sebagai alat bantu dalam penerangan sebagai pengusir hama babi liar dimalam hari.
3. Di harapkan bisa diterima dengan baik nantinya oleh para petani karna memanfaatkan energi alam yang tidak ada habisya.
4. Meningkatkan efisisensi para petani dalam menjaga ladangya dimalam hari saat berjaga untuk mengamankan ladangya dari hama babi liar, dan nantinya para petani tidak perlu tergesa-gesa berlari ke ladang untuk memasang senter ketika hari mulai petang karna sudah diterapkan system kelistrikan PLTS diladang.

1.6.Sistematika Penulisan

Untuk mempermudah dalam penyusunan sebuah tugas akhir ini maka peneliti membuat sistematika sebagai berikut:

BAB I : PENDAHULUAN

Pada bab ini berisikan sebuah ulasan latar belakang, perumusan masalah, pembatasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika dalam penulisan.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

Dalam bab ini berisikan tentang penjelasan sebuah tinjauan pustaka penelitian yang pernah ada sebelumnya yang berkaitan dengan komponen sebuah panel surya atau PLTS, dan juga persamaan rumus pada perhitungan.

BAB III : METODE PENELITIAN

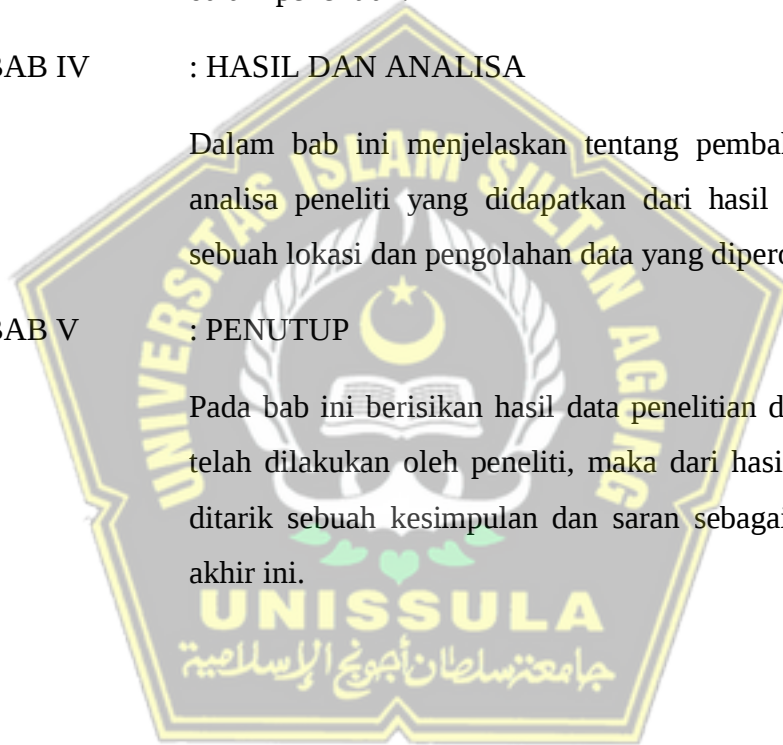
Bab ini menjelaskan tentang metode penelitian, objek penelitian, data penelitian, dan langkah-langkah yang dipakai dalam penelitian.

BAB IV : HASIL DAN ANALISA

Dalam bab ini menjelaskan tentang pembahasan data dan analisa peneliti yang didapatkan dari hasil penelitian pada sebuah lokasi dan pengolahan data yang diperoleh.

BAB V : PENUTUP

Pada bab ini berisikan hasil data penelitian dan analisa yang telah dilakukan oleh peneliti, maka dari hasil tersebut dapat ditarik sebuah kesimpulan dan saran sebagai penutup tugas akhir ini.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Beberapa penelitian tentang Pembangkit Listrik Tenaga Surya yang sebelumnya sudah dilakukan penelitian oleh terdahulu, diantaranya:

1. Penelitian sebelumnya yang telah dilakukan oleh Joessianto Eko Putro dan rekan-rekan. Porang merupakan sebuah komoditas yang sedang naik daun. Porang berupa umbi seperti talas. Bagi petani di magetan, porang merupakan lahan untuk mendapatkan penghasilan, karena komoditas ini sangat diminati buyer dari luar negeri. Proses pengolahan porang dimulai dengan pemanenan, pembersihan dan selanjutnya dilakukan perajangan. Semua proses tersebut dilakukan menggunakan motor bakar berbahan bakar. Untuk mengurangi biaya operasional, diinginkan penggantian motor bakar dengan motor listrik bertenaga surya karena letaknya yang dekat dengan hutan. Kebutuhan alih daya ini dihitung berdasarkan spesifikasi motor bakar dan juga lama operasional mesin setiap harinya. Hasilnya dibutuhkan panel sebuah sistem PLTS dengan komponen penunjang 20 panel surya 100 Wp, inverter 5000 W, Baterai charger regulator 30A sebanyak 6 buah dan baterai VRLS 200 Ah sebanyak 5 buah untuk mengoperasikan mesin selama 4 jam dalam sehari.
2. Pada penelitian selanjutnya dilakukan oleh Imam Arifin, petani tanaman selada dengan menggunakan sistem hidroponik. Sistem ini bergantung pada ketersediaan listrik untuk mengalirkan air dan nutrisi di dalam paralon yang dikendalikan pompa air listrik. Selama ini petani hidroponik masih menggunakan jaringan listrik dari PLN sebagai sumber tenaga listrik utama sehingga sering terjadi pemadaman listrik ketika adanya perawatan, perbaikan atau kerusakan pada jaringan listrik PLN. Pemilihan Pembangkit

Listrik Tenaga Surya (PLTS) sebagai sumber energi cadangan dikarenakan karakteristik sel surya yang merupakan energi baru terbarukan yang tidak menghasilkan gas rumah kaca dan tidak mencemari lingkungan, dibandingkan dengan genset yang berpotensi menyebabkan polusi udara yang dapat mengganggu pertumbuhan tanaman. Penelitian ini dilakukan dengan cara melakukan survei sistem PLTS dan pengukuran data yang dibutuhkan dan menunjukkan nilai daya listrik yang dihasilkan panel surya untuk memberikan suplai daya listrik pada pompa air 125W. Panel surya yang digunakan memiliki kapasitas 200Wp sebanyak 2 buah untuk mengisi baterai dengan kapasitas total 340Ah. Daya rata-rata yang dihasilkan 1 buah panel surya perharinya berkisar antara 21,71W - 161,53W. Lama waktu pengisian baterai pada kondisi cuaca cerah selama 10 jam 6 menit dengan daya yang dihasilkan panel surya perharinya mencapai 161,53W. Kapasitas baterai yang digunakan mampu memberikan suplai daya pompa air dengan daya 125W selama 26 jam 7 menit.

3. Penelitian selanjutnya yang dilakukan oleh Sudarmono dan rekan-rekan. Para petani dalam membasmi hama serangga yang tidak merusak lingkungan adalah menggunakan lampu pada malam hari sebagai media perangkat serangga atau wereng. Alternatif sumber energi listrik untuk menyalakan lampu dari tenaga matahari dengan memanfaatkan panel surya akan menyimpan energi listrik pada aki disiang hari dan pada malam harinya bisa digunakan untuk menyalakan lampu. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kelayakan PLTS di petani bawang merah, metode ini difokuskan pada pendekatan pertama estimasi kebutuhan listrik yaitu melalui data sekunder, lampu led menyala selama 12 jam beban lampu 1 watt dengan modul PV 3 watt, 6 Volt menggunakan baterai lithium 3,7 volt dengan kapasitas 3,4 Ah lama pengisian 3,46 jam dan lama penyinaran matahari pada PV 4 jam. Dari hasil tersebut maka PLTS dikatakan layak untuk menjadi energi alternatif.

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Panel Surya

Panel surya merupakan sebuah perangkat energy terbarukan yang dikembangkan untuk menyerap sinar matahari dan mengubah energi sinar matahari menjadi energi listrik dengan proses efek photovoltaic, sedangkan yang berperan menyerap sinar matahari adalah sel surya atau sel photovoltaik. Sel surya sendiri terdiri dari beberapa susunan photovoltaic atau komponen yang dapat merubah energy sinar matahari menjadi energy listrik. Panel surya biasanya dimanfaatkan oleh masyarakat yang tinggal di daerah terpencil dan jauh dari perkotaan dimana daerahnya belum teraliri listrik dari PLN. Selain biasa dimanfaatkan di daerah terpencil yang belum teraliri listrik panel surya atau PLTS juga terkadang dimanfaatkan di daerah perkotaan yang sudah teraliri listrik adapun alasannya sudah pasti panel surya atau PLTS mampu menghemat pengeluaran dalam membayar tagihan listrik konvensional. Selain itu, energy tenaga surya mampu berkontribusi dalam mengurangi efek pemanasan global dan juga bisa pelan-pelan agar terhindar dari ketergantungan listrik konvensional. Selain ramah lingkungan energy listrik yang dihasilkan dari panel surya tidak lain berasal dari cahaya sinar matahari, energy sumber daya alam yang dapat diperbaharui setiap harinya dan pastinya tidak ada habisnya dan selalu ada sampai akhir zaman (TENAGA SURYA ATAP DENGAN SISTEM HYBRID DI PT. KOLONI TIMUR Laporan Ini Disusun Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar S1 Pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Unniversitas Islam Sultan Agung Semarang Disusun Oleh : NOOR, 2020) adapun gambar ditunjukkan pada 2.1.

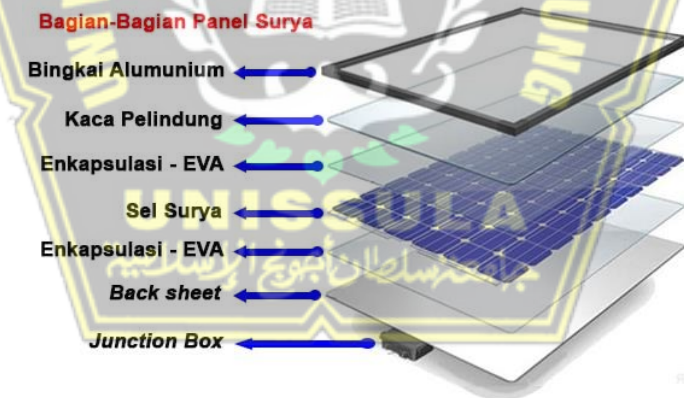


Gambar 2.1 Panel Surya

2.2.2 Photovoltaik

Modul Photovoltaik adalah sebuah kumpulan dari pada sel photovoltaik yang saling tersusun atau saling tersambung secara seri didalam sebuah tempat. Sel-sel tersebut biasanya dilapisi agar bisa terhindar dari kontak secara langsung dengan lingkungan maupun dengan benda-benda mekanik yang dapat merusak bagian sel-sel photovoltaik tersebut. Sel-sel photovoltaik merupakan sel-sel tipis maka sel tersebut rentan terjadi retak karna benturan maka dari itu perlu beberapa lapisan yang bisa membuat sel-sel tersebut kuat dan aman. Adapun kinerja dari pada sel photovoltaik tersebut sangat bergantung pada pancaran sinar radiasi matahari yang diubah menjadi energy listrik (TENAGA SURYA ATAP DENGAN SISTEM HYBRID DI PT . KOLONI TIMUR Laporan Ini Disusun Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar S1 Pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Unniversitas Islam Sultan Agung Semarang Disusun Oleh : NOOR, 2020)

Oleh karenanya banyak lapisan-lapisan yang sengaja dirancang dan terpasang pada modul photovoltaik, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.2:



Gambar 2. 2 Modul Photovoltaic

Bagian-bagian yang terdapat pada perangkat modul photovoltaic adalah sebagai berikut:

1. Bingkai alumunium atau frame bahan yang berguna untuk menghindari korosi pada komponen sel photovoltaic.

2. Kaca pelindung berperan melindungi sel photovoltaic dari lingkungan sekitar yang berkemungkinan merusak sel photovoltaic dan sebagai pengokoh sel photovoltaic. Kaca pelindung sendiri merupakan bahan yang paling dominan melindungi ketimbang yang lain.
3. Enkapsulasi atau disebut laminasi merupakan lapisan dari photovoltaic dan kaca pelindung.
4. Sel photovoltaic adalah komponen utama dari pada modul photovoltaic. Sel photovoltaic merupakan komponen yang terbuat dari bahan semi konduktor yang berfungsi sebagai komponen pengubah energy cahaya matahari menjadi energy listrik dari hasil sinar matahari yang ditangkap.
5. Back sheet atau lembar insulasi berfungsi melindungi modul photovoltaic dan berfungsi sebagai isolasi sel photovoltaic dari kelembaban dan cuaca, Back sheet atau lembar insulasi biasanya terbuat dari bahan plastic.
6. Junction box atau kotak penghubung berfungsi sebagai penghubung antara modul photovoltaic ke beban.

Agar bisa mengetahui keluaran daya dari modul photovoltaic disuatu daerah dapat dengan cara mengukur tegangan serta ampere pada sebuah keluaran modul photovoltoik, jika sudah mengetahui keluaran ampere dan tegangan pada sebuah modul photovoltaic nantinya bisa dapat mempermudah untuk mengetahui kapasitas komponen selanjutnya. Adapun daya output maksimal dari keluaran modul ditunjukkan pada persamaan (2.1) berikut :

$$\text{Kapasitas modul digunakan} = \frac{\text{Energi yang disuplai}}{\text{Jumlah jam kerja}} \dots \dots \dots (2.1)$$

Sebelum menentukan sebuah kapasitas modul photovoltoik, maka perlu menentukan dahulu jumlah jam kerja pada modul photovoltoik dengan cara mencaritahu dahulu sebuah intensitas cahaya matahari dengan persamaan (2.2) berikut :

$$\text{Jumlah Jam Kerja} = \frac{\text{Intensitas radiasi cahaya paling rendah}}{\text{Standart test conditionya}} \dots \dots (2.2)$$

2.2.3 Sistem Pada PLTS

Pada sebuah PLTS sendiri ada beberapa system yang bisa digunakan, kurang lebih ada 3 sistem yang dikembangkan dan biasa digunakan dalam pemanfaatan sebuah PLTS seperti:

1. On-Grid

On-Grid merupakan system yang tersambung dengan jaringan listrik negara atau masyarakat biasa menyebutnya PLN, system ini masih cenderung ketergantungan dengan suplai pengisian dari listrik negara dimana ketika komponen photovoltaic tidak mendapatkan cahaya dari sinar matahari yang cukup banyak dan hanya mampu menghasilkan sedikit energy yang didapat maka biasanya dapat diback up menggunakan jaringan listrik negara atau PLN.

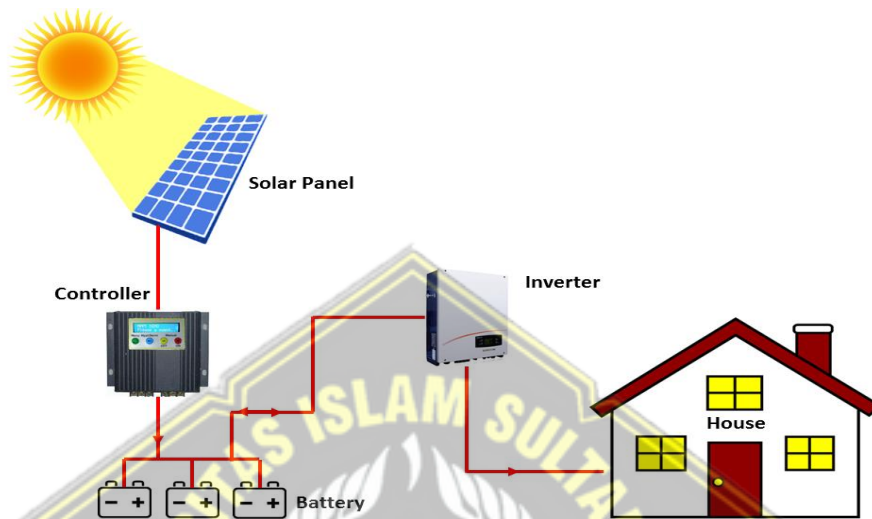


Gambar 2. 3 Sistem PLTS On-Grid

2. Off-Grid

System Off-Grid sendiri merupakan sistem yang bekerja individu tanpa diback up oleh jaringan listrik negara atau PLN, lain hal dengan system On-Grid yang masih bergantung pada listrik negara atau PLN sebagai back up. Pada system Off-Grid ini hanya perlu mendapatkan energy suplai dari modul photovoltaic tanpa perlu diback up oleh jaringan listrik

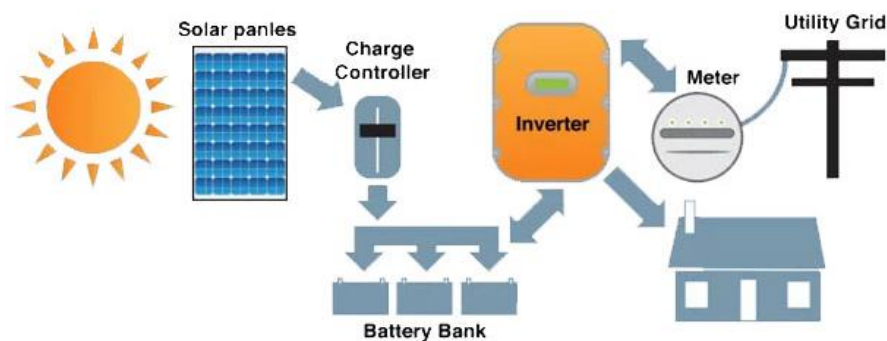
negara atau PLN, dan nantinya energy tersebut disimpan kedalam baterai. Namun meskipun mampu menyimpan energy lebih yang didapat untuk disimpan pada baterai biasanya energy yang disimpan tersebut hanya bertahan beberapa hari saja.



Gambar 2. 4 Sistem PLTS Off-Grid

3. Hybrid

System ini merupakan system gabungan dari pada On-Grid dan Off-Grid. Dimana pada system hybrid juga terdapat sebuah baterai untuk cadangan jika pada panel tidak ada energy yang disalurkan dan system ini juga terkoneksi dengan jaringan PLN. Jadi sewaktu-waktu baterai dan photovoltaic sudah tidak menyuplai energy masih bisa tersuplai oleh jaringan PLN.



Gambar 2. 5 Sistem PLTS Hybrid

2.2.4 Jenis-jenis Sel Surya

Sel surya pada dasarnya memiliki beberapa jenis dan setiap jenis sel surya mempengaruhi dari pada daya keluaran adapun dari pada harga sel surya sendiri juga sangat berpengaruh dari segi harganya, semakin mahal harganya semakin bagus keluaran daya yang dihasilkan. Untuk bahan yang sering digunakan pada komponen sel surya sendiri biasanya cadimium telluride dan indium copper ada juga biasanya yang memakai bahan komponen jenis semi konduktor seperti jenis silicon. Selain silicon biasanya juga ada film tipis sebagai bahan dari pada komponen disel surya dengan memakai metode plasma chemical vapor deposition dari gasoline dan hydrogen. Dan berikut adalah jenis dari pada sel surya menurut bahan dari komponen pembuatanya :

1. Crystalline Silikon

Jenis ini biasanya yang paling banyak digunakan dalam pembuatan komponen sel surya. Pada bahan ini memiliki tingkat efisiensi sangat tinggi maka dari itu kebanyakan pada pembuatan memakai jenis ini. Pada jenis ini memiliki dua jenis teknologi yang bisa diterapkan pada sebuah panel surya dengan memakai bahan crystalline. Adapun jenisnya sebagai berikut :

a. Monocrystalline

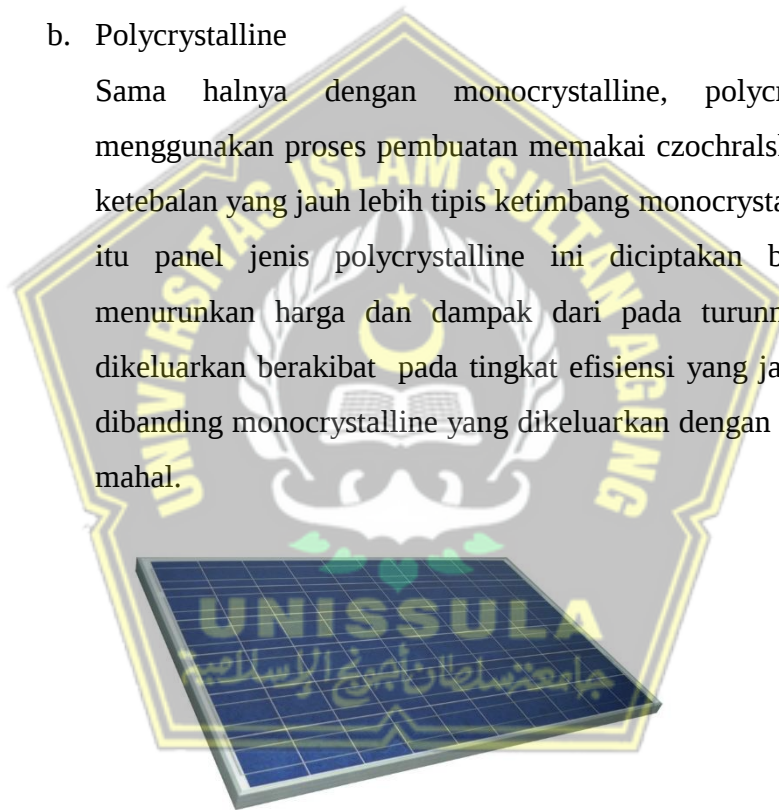
Monocrystalline merupakan salah satu dari beberapa teknologi sel surya yang mempunyai tingkat efisiensi tinggi dan mempunyai rata-rata umur kurang lebih 20 tahun untuk pemakaian dari pada jenis panel surya monocrystalline. Dan untuk pembuatanya monocrystalline menggunakan czochralski dengan menghasilkan silicon berbentuk silinder kecil.



Gambar 2. 6 Monocrystalline

b. Polycrystalline

Sama halnya dengan monocrystalline, polycrystalline juga menggunakan proses pembuatan memakai czochralski tetapi dengan ketebalan yang jauh lebih tipis ketimbang monocrystalline, maka dari itu panel jenis polycrystalline ini diciptakan bertujuan untuk menurunkan harga dan dampak dari pada turunnya harga yang dikeluarkan berakibat pada tingkat efisiensi yang jauh lebih rendah dibanding monocrystalline yang dikeluarkan dengan harga jauh lebih mahal.



Gambar 2. 7 Pollycrystalline

2. Thin Film Sollar Cell

Thin film solar cell merupakan sebuah teknologi terbaru yang dikeluarkan sel surya agar mampu mengurangi biaya produksi. Dengan metode plasma enhanced chemical vapor deposition dan untuk tingkat efisiensinya sudah

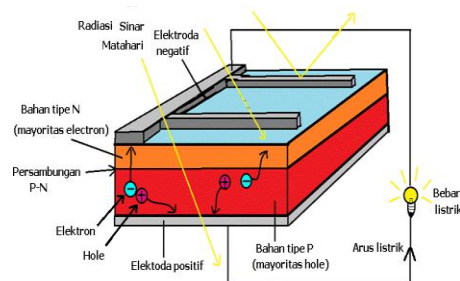
tidak diragukan lagi bahkan bisa dikatakan tertinggi diantara jenis solar sel lainnya. Disamping itu sel surya jenis ini lebih fleksibel.



Gambar 2. 8 *Thin Film Sollar Cell*

2.2.5 Prinsip Kerja Sel Surya

Sel surya (photovoltaic cell) terbuat dari bahan semikonduktor seperti halnya diode, memiliki sambungan antara bahan tipe P dan N. Daerah persambungan antara kedua bahan tersebut dikenal sebagai daerah persambungan P- N (P-N junction), daerah disekitar persambungan ini disebut sebagai daerah deplesi (pengosongan) dan memiliki medan listrik internal. Bahan tipe P memiliki mayoritas pembawa muatan yang disebut hole, sedangkan bahan tipe N memiliki mayoritas pembawa muatan yang disebut electron . Pada saat sel surya terkena radiasi oleh penyinaran matahari maka electron – elektron dalam bahan semikonduktor akan tereksitasi sehingga menciptakan pasangan-pasangan electron dan hole. Dibawah pengaruh medan listrik internal, pasangan – pasangan ini akan terpisah. Electron – electron akan bergerak menuju elektoda negative sementara hole akan bergerak ke elektoda positif. Jika kedua kutub elektroda dihubungkan ke beban maka akan mengalir arus listrik. Ini merupakan prinsip kerja sel surya.



Gambar 2. 9 Prinsip kerja PLTS

2.2.6 SCC (Solar Charger Control)

Solar charger berfungsi sebagai pengontrol baterai supaya tidak berlebihan saat pelepasan muatan atau kelebihan pengisian muatan saat baterai mendapat suplai arus disaat pengecasan yang berimbas tidak awet pada usia baterai. Solar charger juga mampu menjaga tegangan atau arus keluar masuk baterai sesuai kapasitas baterai yang diperlukan saat dalam pengecasan (Afrida & Setiabudi, 2021). Contoh gambar ditunjukkan pada 2.9 SSC (solar Charger Control) sebagai berikut :



Gambar 2. 10 Solar Charger Controller

Arus dan tegangan dari masukan dan keluaran SCC diharuskan lebih besar dari arus dan tegangan baterai, karna untuk memaksimalkan dalam proses pengisian baterai karna jikalau arus dan tegangan keluaran dan masukan SCC lebih kecil sangat mempengaruhi dalam proses pengisian pada baterai. Maka dari itu lebih baiknya arus dan tegangan pada keluaran dan masukan SCC diharuskan lebih besar. Persamaan (2.3) perhitungan menentukan tegangan dan arus pada spesifikasi SCC.

$$\text{Capacity of charger controller} = \frac{\text{Demand watt} \times \text{safety factor}}{\text{System voltage}} \dots\dots\dots (2.3)$$

Demand watt : Input daya / output daya(W)

Safety factor : Keamanan factor daya

System voltage : Tegangan sebuah system (V)

2.2.7 Inverter

Inverter merupakan sebuah rangkaian elektronika yang difungsikan untuk mengubah tegangan DC ke tegangan AC dengan memakai frekuensi tertentu. Inverter sendiri merupakan kebalikan dari pada (adaptor) jika adaptor pengubah

tegangan AC menjadi DC. Pada sebuah PLTS sendiri juga harus diperhatikan tidak boleh ngasal dalam penerapan inverternya, karna inverter juga memiliki beberapa jenis ada juga jenis yang khusus off-grid, on-grid dan hybrid. Maka dari itu perlu perlu dilakukan perhatian khusus dalam pemilihan inverternya(Sianipar, 2014)

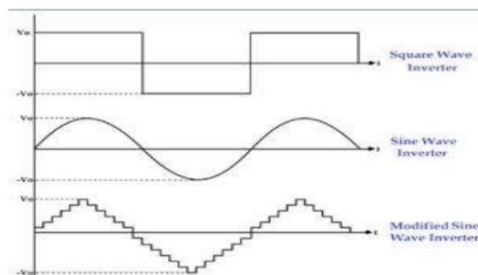


Gambar 2. 11 Inverter

Inverter sendiri terbagi menurut fasanya ada dua yaitu inverter 1 fasa (L-N) dan inverter 3 fasa (R-S-T). Sedangkan dalam pengaturan teganganya ada tiga yaitu sebagai berikut :

- a. Voltage Fed Inverter
Tegangan input inverter jenis ini diatur konstan
- b. Current Fed Inverter
Arus input inverter jenis ini juga diatur konstan
- c. Variable DC linked inverter
Tegangan input pada inverter jenis ini tegangan bisa diatur sesuai keinginan pengguna

Bentuk gelombang pada inverter sendiri terbagi menjadi tiga yaitu :



Gambar 2. 12 Gelombang keluaran inverter

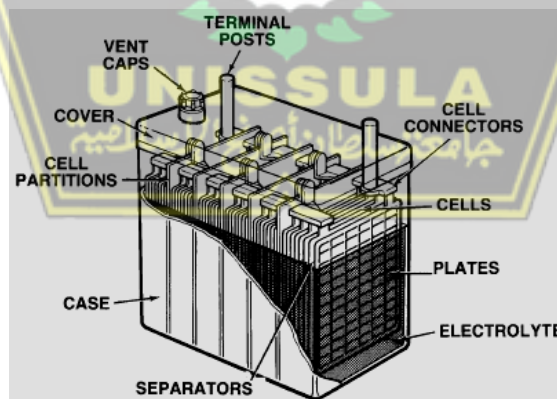
- a. Square sine wave inverter
- b. Modified sine wave inverter
- c. Pure sine wave inverter

Safety factor untuk inverter adalah sebesar 1,25 adapun fungsi dari pada safety factor sendiri sebagai pengaman jikalau terjadi beban puncak, berikut rumus untuk menentukan kapasitas inverter yang membutuhkan safety factor ditunjukan pada persamaan (2.4).

$$\text{Capacity of inverter} = \text{Demand Watt} \times \text{Safety factor} \dots \dots (2.4)$$

2.2.8 Baterai

Baterai digunakan pada system PLTS sebagai penyimpan energy listrik yang didapat dari sel surya. Dimana baterai tersebut menyimpan energy listrik yang nantinya akan disuplai ke inverter sebelum langsung ke beban, karna energy yang disimpan baterai masih memakai tegangan DC jadi perlu dialirkan ke inverter terlebih dahulu sebelum nantinya diubah teganganya menjadi AC dan bisa digunakan oleh beban. Sebenarnya baterai hanya digunakan pada PLTS system off-grid namun sekarang juga sudah bisa digunakan disistem hybrid(Sianipar, 2014)



Gambar 2. 13 Baterai

Baterai juga memiliki beberapa jenis, ada juga baterai jenis timbal, lithium, dan ada juga baterai jenis nikel dari masing jenis baterai yang ada setiap jenis baterai memiliki kualitas dan harga yang berbeda dengan kelebihan dan kekuranganya, semakin mahal harga baterai sangat berpengaruh menentukan kualitasnya namun tidak

dengan kelebihan dan kekurangannya. Rumus untuk menentukan kapasitas baterai ditunjukkan pada persamaan (2.5) berikut :

$$C = \frac{Ah \times N}{Vs \times DoD \times \eta} \dots\dots\dots(2.5)$$

C : Kapasitaas yang dibutuhkan (Ah)

Ah : Kapasitas baterai (AH)

N : Jumlah hari

EL : Energi yang dibangkitkan (KWH)

Vs : Tegangan (V)

DOD : Depth of Discharger (%)

η : Efisiensi baterai x efisiensi inverter (%)

2.2.9 Prinsip Dasar Instalasi

Prinsip dasarnya adalah sebagai berikut:

- a. Keandalan mengacu pada seberapa baik peralatan listrik melakukan kemampuannya selama periode waktu tertentu. Semua peralatan yang digunakan dalam instalasi harus dapat diandalkan, baik secara mekanis maupun elektrik. Keandalan juga mengacu pada apakah penggunaan keamanan memadai atau tidak jika terjadi kegagalan fungsi. Misalnya, jika terjadi kerusakan atau malfungsi, maka harus dengan mudah dan cepat diatasi dan diperbaiki untuk mengatasi malfungsi yang diakibatkannya.(MIFTAHUL RESKI PUTRA NASJUM, 2020).
- b. Pencapaian tersebut berarti pemasangan peralatan instalasi listrik relatif mudah diakses oleh pengguna saat digunakan, dan penempatan komponen kelistrikan tidak sulit, seperti pemasangan saklar tidak terlalu tinggi atau terlalu rendah.

- c. ketersediaan, yang berarti kesiapan instalasi listrik untuk memenuhi kebutuhan berupa tenaga listrik, peralatan dan kemungkinan perluasan instalasi. Jika ini adalah penginstalan tambahan, sistem penginstalan yang ada tidak akan terpengaruh, untuk itu hanya perlu menghubungkannya ke sumber cadangan yang dilindungi.
- d. Keindahan artinya dalam pemasangan komponen atau perangkat instalasi listrik harus ditata sedemikian rupa sehingga terlihat rapi dan indah serta tidak melanggar ketentuan yang berlaku.
- e. Keamanan, yang berarti faktor keamanan instalasi listrik, harus diperhatikan agar aman selama digunakan.
- f. Ekonomi, yaitu biaya yang dikeluarkan untuk instalasi listrik harus diperhitungkan dengan cermat, dengan mempertimbangkan aspek-aspek tertentu, sehingga biaya yang dikeluarkan sehemat mungkin tanpa menghilangkan poin-poin tersebut diatas.

2.2.10 Penghantar

Komponen desain instalasi listrik adalah bahan-bahan yang dibutuhkan sistem sebagai kontrol atau rangkaian daya. Jika sirkuit dan sirkuit kontrol dirancang untuk menjalankan fungsi sistem sesuai dengan deskripsi pekerjaan. Konduktor adalah benda logam atau non-logam yang merupakan konduktor atau mampu membawa arus listrik dari satu titik ke titik lainnya. Konduktor yang baik adalah konduktor yang resistansinya rendah. Logam umumnya bersifat konduktif. Emas, perak, tembaga, aluminium, dan besi memiliki resistivitas yang lebih tinggi secara berturut-turut. Jadi sebagai penghantar emas sangat bagus, tetapi karena sangat mahal secara ekonomis maka tembaga dan aluminium yang paling banyak digunakan (Nurfitri et al., 2016).

2.2.11 Jenis Penghantar

Pemancar dapat berupa kabel atau kawat pemancar. Kabel adalah konduktor yang dilindungi oleh insulasi dan seluruh inti dilengkapi dengan selubung

pelindung umum, umumnya adalah Kabel NYM, NYA dll. Meskipun kabelnya adalah kabel yang tidak berinsulasi, biasanya berupa. BC (bare wire), kawat berongga (hollow wire).), Acsr (kawat aluminium dengan tulangan baja), dll.

Secara umum, konduktor dibagi menjadi dua jenis yaitu:

- a. Penghantar yang berisolasi: dapat berupa kawat atau kabel berisolasi, pengertian kawat berisolasi adalah rakitan penghantar tunggal, baik yang serabut maupun yang berisolasi kokoh (NYA, NYAF, dll). Definisi kabel adalah kombinasi dari satu atau lebih konduktor, baik serat atau padat, masing-masing terisolasi dan sepenuhnya ditutupi oleh selubung pelindung isolasi.
- b. Konduktor yang tidak berisolasi adalah konduktor yang tidak diselubungi isolasi, misalnya konduktor yang tidak diisolasi BC (bare conductor). Jenis isolasi yang digunakan dalam konduktor listrik termasuk isolasi PVC (polivinil klorida).

2.2.10.1 Jenis Kabel

Kabel listrik adalah kabel penghantar berinsulasi yang digunakan sebagai alat untuk menyalurkan energi listrik dari satu tempat ke tempat lain dan juga untuk mengirimkan sinyal informasi dari satu tempat ke tempat lain. Kabel listrik terdiri dari isolator dan konduktor, kecuali kabel arde, kabel TT (tegangan tinggi), kabel SUTET (saluran udara tegangan ekstra tinggi), beberapa di antaranya biasanya tidak dibungkus dengan isolator (Bima, 2014).

Kabel adalah bahan inti untuk transmisi dan pendistribusi tenaga listrik. Oleh karena itu diperlukan sistem isolasi yang berkualitas tinggi pada kabel listrik untuk mendukung stabilitas sistem tersebut. Oleh karena itu, uji tegangan tinggi diperlukan untuk memastikan bahwa kabel daya dapat digunakan tanpa batas waktu di bawah tegangan normal. Salah satunya menguji tegangan tembus isolasi kabel arus bolak-balik (AC).

Pemilihan kabel yang tepat menjamin distribusi energi listrik yang merata dari sumber ke konsumen. Jika terjadi kesalahan, kabel tidak terbakar, tetapi kunci kontak terlebih dahulu membaca kesalahan tersebut. Semua konduktor yang digunakan harus dari bahan yang memenuhi persyaratan penggunaan yang dimaksudkan dan telah diuji dan diuji sesuai dengan standar konduktor yang ditentukan atau diakui oleh otoritas yang berwenang. Ukuran konduktor dinyatakan sebagai luas penampang konduktor inti dan satuannya dinyatakan dalam mm².

Untuk menentukan luas penampang konduktor digunakan rumus persamaan (2.6) berikut :

$$A = \frac{\rho \times l}{R} \text{ mm}^2 \dots \dots \dots (2.6)$$

Keterangan :

A = lebar diameter kawat (m²)

ρ = massa jenis kawat (Ωm)

l = panjang kawat (m)

R = tahanan kawat (Ω)

Melihat dari jenis penghantar, penghantar bisa dibedakan sebagai berikut:

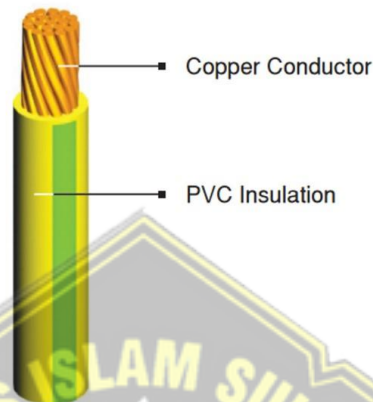
2.2.10.2 Kabel Instalasi Listrik

Kabel instalasi sering digunakan dalam instalasi penerangan. Beberapa kabel yang biasa digunakan dalam instalasi listrik, ialah:

a. Kabel NYA

Kabel NYA single-core, dilapisi dengan bahan isolasi PVC, untuk pemasangan di luar ruangan atau pemasangan kabel diudara. Kode warna isolasi adalah merah, kuning, biru dan hitam sesuai peraturan PUIL. Lapisan insulasinya hanya satu lapis, sehingga mudah berubah bentuk, tidak kedap air (NYA sejenis kabel luar ruangan), dan tikus mudah menggigit. Agar kabel jenis

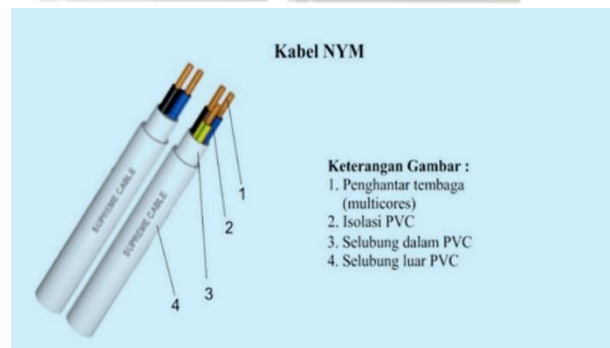
ini dapat digunakan secara aman, maka kabel harus dipasang pada pipa/tabung jenis PVC atau conduit tertutup. Agar tidak mudah digigit tikus, dan saat isolasinya terkelupas, jangan langsung menyentuhnya.. Adapun contoh kabel NYA ditunjukkan pada gambar 2.13 berikut:



Gambar 2. 14 Jenis Kabel NYA

b. Kabel NYM

Kabel NYM memiliki insulasi PVC (biasanya berwarna putih atau abu-abu), ada yang memiliki 2, 3 atau 4 konduktor. Kabel NYM memiliki insulasi dua lapis, sehingga tingkat keamanannya lebih baik dibandingkan kabel NYA (harganya lebih mahal dari NYA). Kabel ini dapat digunakan di lingkungan kering dan basah, tetapi tidak boleh dikubur di dalam tanah. Contoh kabel NYM dapat dilihat pada gambar 2.14 berikut:



Gambar 2. 15 Kabel NYM

c. Kabel NYAF

Kabel NYAF adalah kabel fleksibel dengan konduktor serabut tembaga berinsulasi PVC. Digunakan untuk memasang panel yang membutuhkan fleksibilitas tinggi.



Gambar 2. 16 Kabel NYAF

d. Kabel NYY

Kabel NYY memiliki lapisan isolasi PVC (biasanya berwarna hitam), ada yang memiliki 2, 3 atau 4 konduktor. Kabel NYY digunakan untuk instalasi terkubur (kabel bawah tanah) dan memiliki lapisan insulasi yang lebih kuat dari kabel NYM (harganya lebih mahal dari kabel NYM). Isolasi pada kabel NYY terbuat dari bahan yang tidak disukai tikus. Gambar ditunjukkan pada 2.16 berikut:

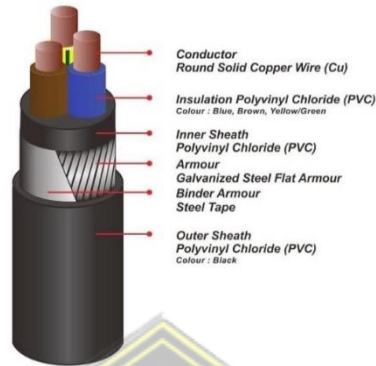


Gambar 2. 17 Kabel NYY

e. Kabel NYFGbY

Kabel NYFGbY ini digunakan pada instalasi bawah tanah, jaringan pipa dalam ruangan dan area terbuka di mana perlindungan terhadap gangguan

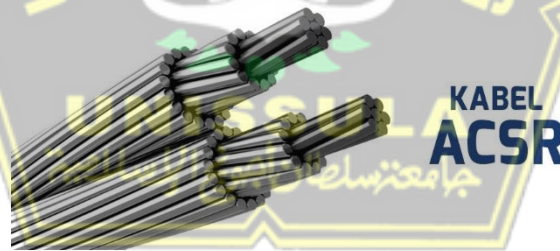
mekanis diperlukan, atau beban tarik tinggi diperlukan selama instalasi dan pengoprasian. Gambar ditunjukkan pada 2.17 berikut:



Gambar 2. 18 Kabel NYFGbY

f. Kabel ACSR

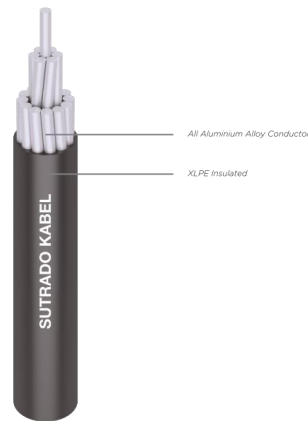
Kabel ACSR adalah kabel konduktif yang terdiri dari inti aluminium dengan kawat baja. Kabel ini digunakan untuk saluran listrik tegangan tinggi, dimana jarak antara menara atau tiang jauh dan mencapai ratusan meter, diperlukan kekuatan tarik yang lebih tinggi, oleh karena itu digunakan kawat penghantar ACSR.



Gambar 2. 19 Kabel ACSR

g. Kabel AAAC

Kabel ini terbuat dari logam campuran aluminium-magnesium-silikon, konduktivitas listrik yang tinggi mengandung magnesium-silikon dioksida untuk sifat yang lebih baik. Kabel ini biasanya terbuat dari paduan aluminium 6201. AAAC memiliki anti karat dan kekuatan yang baik, sehingga energi hantar bisa lebih bagus. Gambar ditunjukkan pada 2.18 berikut:



Gambar 2. 20 Kabel AAAC

Aturan yang harus diperhatikan saat memasang kabel NYA adalah sebagai berikut:

- a. Agar instalasi dapat diakses, kabel NYA harus dilindungi oleh saluran pipa instalasi.
- b. Di ruangan basah, kabel NYA harus disambungkan ke pipa PVC untuk penerapannya.
- c. Kabel NYA tidak boleh dipasang langsung menempel pada plesteran atau kayu, tetapi harus dilindungi dengan pipa instalasi.
- d. Kabel NYA boleh digunakan di dalam alat listrik, perlengkapan hubung bagi dan sebagainya.
- e. Kabel NYA tidak boleh digunakan di ruang basah, ruang terbuka, tempat kerja atau gudang dengan bahaya kebakaran atau ledakan.

Sedangkan ketentuan-ketentuan untuk pemasangan kabel NYM adalah sebagai berikut:

- a. Kabel NYM boleh dipasang langsung menempel atau ditanam pada plesteran, di ruang lembab atau basah dan ditempat kerja atau gudang dengan bahaya kebakaran atau ledakan.
- b. Kabel NYM boleh langsung dipasang langsung pada bagian-bagian lain dari bangunan, konstruksi, rangka dan lain sebagainya. Dengan syarat pemasangannya tidak merusak selubung luar kabel.

- c. Kabel NYM tidak boleh dipasang di dalam tanah.

Dalam hal penggunaan, kabel instalasi yang terselubung memiliki beberapa keuntungan dibandingkan dengan instalasi di dalam pipa, yaitu: 1. Lebih mudah dibengkokkan; 2. Lebih tahan terhadap pengaruh asam, uap atau gas; 3. Sambungan dengan alat pemakai dapat ditutup lebih rapat.

2.2.12 Menentukan Jenis Penghantar

Saat memilih jenis konduktor yang akan digunakan dalam instalasi dan luas konduktor yang akan digunakan dalam instalasi, ditentukan berdasarkan enam pertimbangan yaitu:

1. Kekuatan Sebuah Hantar Arus

kekuatan hantar arus (KHA) adalah arus maksimum yang dapat mengalir terus menerus oleh suatu konduktor dalam kondisi tertentu tanpa pemanasan melampaui nilai tertentu.

Untuk menentukan luas penampang konduktor yang diperlukan, harus ditentukan berdasarkan arus yang mengalir melalui konduktor. Arus pengenal melalui konduktor dapat ditentukan dengan menggunakan rumus 2.7 dan 2.8 sebagai berikut:

$$\text{Untuk arus bolak balik satu fasa } I = \frac{P}{V \times \cos \phi} A \dots \dots \dots (2.7)$$

$$\text{Untuk arus bolak balik tiga fasa } I = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \cos \phi} A \dots \dots \dots (2.8)$$

Keterangan:

I = Arus nominal (A)

P = Daya aktif (W)

V = Tegangan (V)

Cos ϕ = Faktor daya

2.2.13 Proteksi

Proteksi adalah suatu peralatan listrik yang digunakan atau difungsikan sebagai pelindung komponen listrik dari kerusakan yang diakibatkan oleh gangguan seperti arus beban lebih ataupun arus hubung singkat.

Sekering atau Fuse adalah alat pelindung arus, ia memiliki elemen yang langsung dipanaskan oleh sebagian arus dan dihancurkan ketika arus melebihi batas yang sudah ditentukan.

fungsi dari pada proteksi sendiri dalam distribusi tenaga listrik adalah sebagai berikut:

- a. Isolasi, yaitu untuk memisahkan instalasi atau bagiannya dari catu daya listrik untuk alasan keamanan.
- b. Kontrol, yaitu untuk membuka atau menutup sirkuit instalasi selama kondisi operasi normal untuk tujuan operasi perawatan.
- c. Proteksi, yaitu untuk pengaman kabel, peralatan listrik dan manusianya terhadap kondisi tidak normal seperti beban lebih, hubung singkat dengan memutuskan arus gangguan dan mengisolasi gangguan yang terjadi.

2.2.12.1 Mini Circuit Breaker Atau MCB

MCB atau pemutus sirkuit memutuskan sirkuit ketika arus mengalir di sirkuit atau beban listrik melebihi kapasitasnya. Misalnya ada korsleting dan lain-lain. Pemutus sirkuit ada yang satu fasa dan ada juga yang tiga fasa. Untuk 3 fasa terdiri dari tiga pemutus arus 1 fasa yang disusun menjadi satu kesatuan. Saklar memiliki 2 posisi saat terhubung, terminal input dan terminal output MCB bersentuhan. Pada posisi saat ini, MCB berada pada posisi 1 (ON), dan ketika ada gangguan, MCB akan secara otomatis melepaskan rangkaian, saklar adalah 0 (OFF), saat ini terminal input dan output dari MCB tidak ada. terhubung (Sukardi et al., 2019). Dalam pekerjaannya, MCB membatasi arus lebih menggunakan gerakan bimetal untuk memutus jaringan. Bimetal ini bekerja dengan panas yang

dihasilkan berkat energi listrik yang dihasilkan. Contoh gambar ditunjukkan pada 2.20 berikut:



Gambar 2. 21 Mini Circuit Breaker (MCB)

2.2.12.2 Moulded Case Circuit Breaker Atau MCCB

MCCB adalah pemutus arus yang memiliki fungsi yang sama dengan MCB, yaitu. berperan Untuk melindungi perangkat dan sistem kelistrikan jika terjadi korsleting dan membatasi kenaikan arus akibat kenaikan beban. Yang membedakan MCCB dari MCB adalah kesing MCB tiga fase memiliki tiga kesing MCB fase tunggal yang terhubung secara mekanis, sedangkan MCCB memiliki tiga buah terminal fasa yang terkoneksi dalam satu kesing yang sama. Oleh karena itu MCCB dikenal sebagai Molded Case Circuit Breaker.

Dari sudut pandang keamanan, MCCB dapat bertindak sebagai proteksi terhadap arus hubung singkat dan arus beban berlebih. Beberapa jenis keamanan ini memiliki kemampuan untuk memutuskan sambungan, yang dapat dikonfigurasi sesuai keinginan. Adapun contoh gambar ditunjukkan pada 2.21 berikut:



Gambar 2. 22 Moulded Case Circuit Breaker Atau MCCB

2.2.14 Pencahayaan Atau Penerangan

Intensitas pencahayaan atau iluminasi pada lapangan adalah fluks cahaya yang jatuh pada 1 m² lapangan. Penerangan (E) dinyatakan dalam satuan lux (lm/m²). Intensitas pencahayaan harus ditentukan tergantung pada tempat kerja. Area kerja biasanya 80 cm di atas lantai (MIFTAHUL RESKI PUTRA NASJUM, 2020).

Pemasangan lampu merupakan salah satu hal yang sangat penting dalam sebuah bangunan. Fasilitas ini berkaitan dengan tingkat pencahayaan di dalam ruangan. Ada ruangan yang membutuhkan tingkat pencahayaan yang cukup tinggi untuk memaksimalkan fungsi ruangan tersebut.

Perhitungan intensitas cahaya dapat dilakukan dengan menentukan langkah-langkah dalam persamaan 2.9 sebagai berikut:

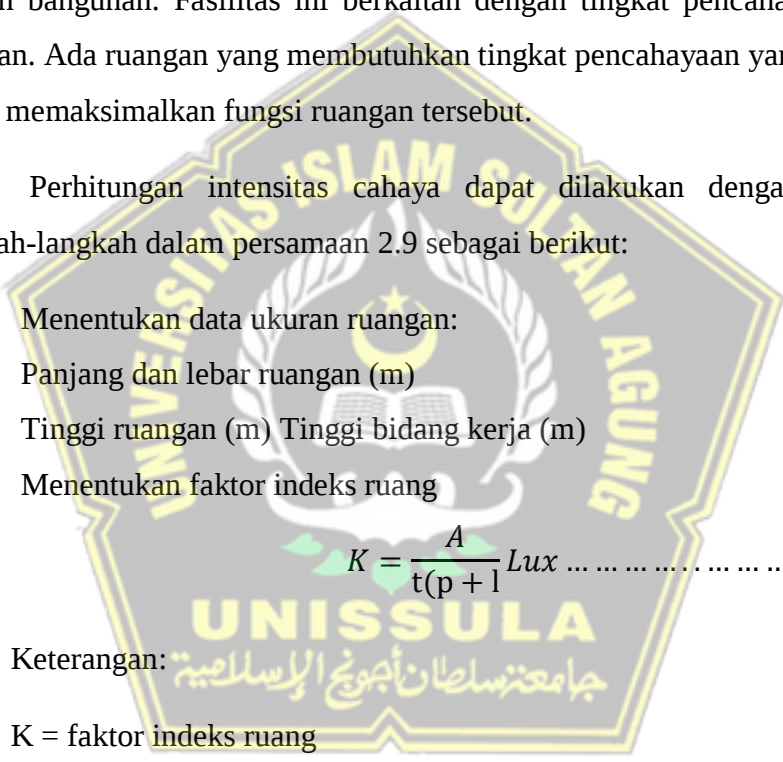
- a. Menentukan data ukuran ruangan:

Panjang dan lebar ruangan (m)

Tinggi ruangan (m) Tinggi bidang kerja (m)

- b. Menentukan faktor indeks ruang

$$K = \frac{A}{t(p+1)} \text{ Lux} \dots \dots \dots (2.9)$$

Keterangan:  جامعت سلطان أبجوني الإسلامية

K = faktor indeks ruang

t = tinggi lampu dari bidang kerja (m)

p = panjang ruang (m)

l = lebar ruangan (m)

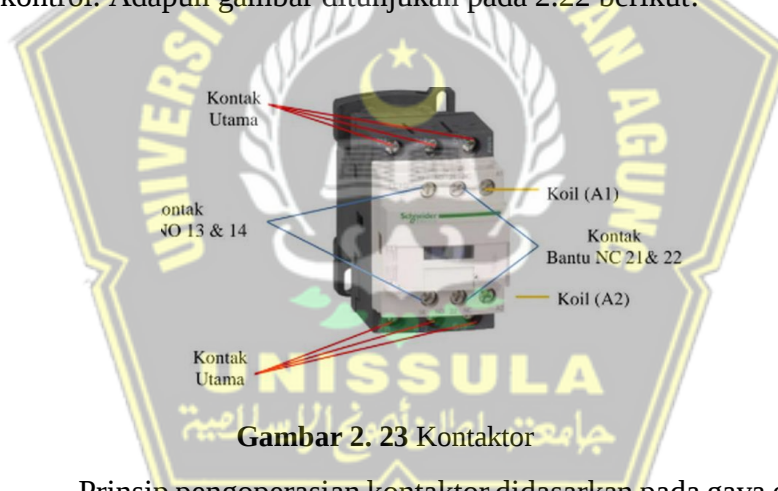
A = luas ruangan (m²)

2.2.15 Peralatan Control

Pengontrol adalah komponen atau perangkat listrik yang digunakan untuk mengontrol pengoperasian motor listrik dalam berbagai sistem kontrol elektromagnetik (Carin et al., 2018). Adapun yang tergolong alat kontrol, yaitu:

2.2.14.1 Kontaktor

Kontaktor adalah jenis perangkat listrik yang digunakan untuk menghubungkan atau memutuskan rangkaian (biasanya motor listrik) yang bekerja berdasarkan prinsip elektromagnet. Kontaktor memiliki belitan dan ketika diberi energi menciptakan gaya magnet yang kemudian mengontrol kontaktor yang dibentuk oleh kontak utama, yaitu. berupa kontak yang terhubung dengan sirkuit dan kontak bantu yang digunakan. dalam rangkaian kontrol. Adapun gambar ditunjukkan pada 2.22 berikut:



Gambar 2. 23 Kontaktor

Prinsip pengoperasian kontaktor didasarkan pada gaya elektromagnetik. Kontak yang terhubung pada posisi rumah dari armatur (inti motor) biasanya terbuka dan tertutup secara normal, sehingga ketika daya diterapkan, kontak yang biasanya terbuka akan menutup dan kontak yang biasanya tertutup akan terbuka. Saat beban tegangan dilepaskan, ia kembali ke posisi semula. Kumputan kontaktor biasanya disuplai dengan tegangan 220 V.

2.2.14.2 Timer

Timer adalah relai waktu dimana fungsinya dapat diatur berapa lama hidup atau mati dengan mengatur waktu. Timer memiliki koil dengan terminal a dan b atau 2 dan 10, kedua terminal ini dihubungkan ke sumber tegangan. Adapun gambar ditunjukkan pada persamaan 2.23 sebagai berikut:



Gambar 2. 24 Timer

Menurut penerapannya, timer dibagi menjadi dua jenis yaitu:

a. On Delay

Delay timer jenis ini bekerja berdasarkan waktu tunda. Saat tegangan diberikan ke timer coil, tetapi lengan kontak tetap tidak beroperasi karena pengaturan waktu kerja tetap. Setelah beberapa waktu, sumber dari pengatur waktu tunda start akan menarik lengan kontak pengatur waktu untuk memberi energi pada rangkaian lain.

b. Off Delay

Pengoperasian stop delay timer adalah kebalikan dari sistem kerja on-delay, dimana waktu kerja dibatasi pada waktu yang telah ditentukan. Ketika tegangan diterapkan ke koil timer, pegas timer juga segera menarik lengan kontak timer.

BAB III

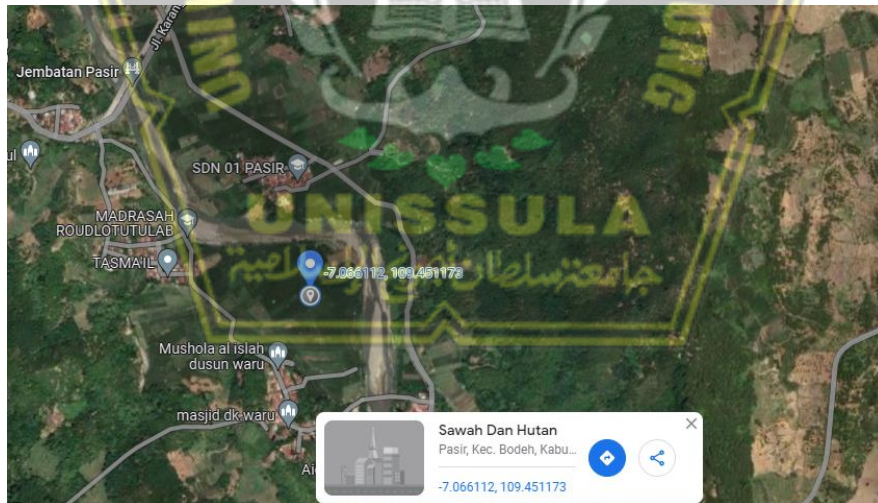
METODE PENELITIAN

Metode penelitian berisi tentang metode yang dipakai oleh peneliti dalam melakukan penelitian. Pada penelitian tugas akhir ini, metode penelitian yang dilaksanakan oleh peneliti adalah sebagai berikut :

3.1 Objek Penelitian

Objek yang dilaksanakan pada penelitian ini yaitu :

Objek penelitian yang dilaksanakan pada penelitian ini bertempat diladang wilayah Desa Pasir, Kecamatan Bodeh, Kabupaten Pemalang, yang berlokasi didesa pasir. Adapun kondisi ladang yang terletak jauh dari jangkauan PLN yang menjadikan motivasi bagi peneliti agar membuat studi perencanaan PLTS supaya bisa dimanfaatkan para petani sebagai penerangan dalam mengusir hama. Berikut gambar yang menunjukkan lokasi ladang.

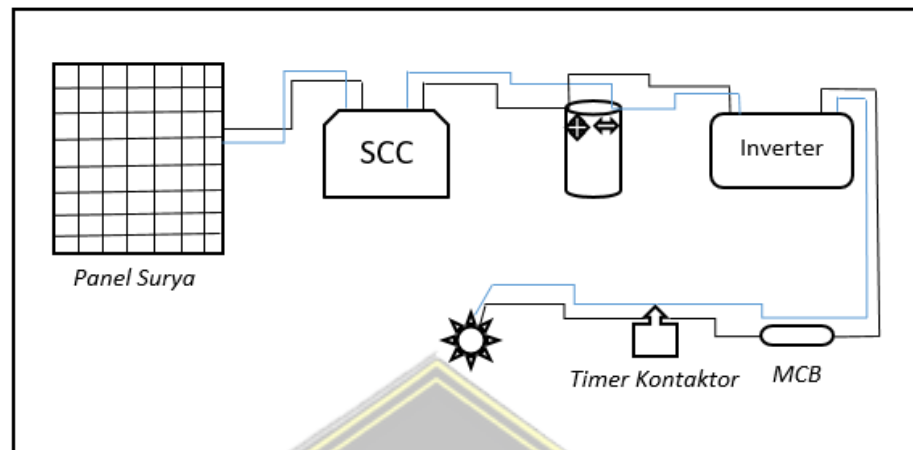


Gambar 3. 1 Lokasi ladang didesa pasir

3.2 Desain PLTS Off-grid

Langkah pertama yang dilakukan dalam perencanaan tidak lain adalah mendesain terlebih dahulu dari rencana yang akan dilakukan. Dan perencanaan

tersebut akan dilakukan diladang Desa Pasir Pemalang. Berikut adalah contoh desain gambar diagram line pemasangan PLTS off-grid.



Gambar 3. 2 Diagram line PLTS Off-grid

3.3 Komponen

Adapun yang akan dijelaskan pada sebuah komponen adalah alat atau komponen yang nantinya akan diterapkan pada sebuah perencanaan PLTS adapun komponen tersebut tentunya tidak dipilih secara asal melainkan memakai pertimbangan dan perhitungan yang harus ditentukan agar bisa mendapatkan hasil yang sesuai kebutuhan yang diinginkan pada perencanaan dan dapat memenuhi kebutuhan dengan semestinya tanpa adanya kendala masalah pada system yang dirancang, adapun komponen yang akan diterapkan adalah sebagai berikut :

A. Modul Surya

Pada penelitian ini memakai panel photovoltaic berjenis polycristallin ica solar berkapasitas daya 150Wp. Fungsi dari pada modul surya sendiri tidak lain merubah energy cahaya menjadi energy lisrsik dan merupakan komponen utama pada PLTS. Menggunakan jenis polycrystalline bukan brarti tanpa alasan, adanya memakai jenis polycrystalline tidak lain karna harganya yang lumayan murah dan

terjangkau meskipun panel jenis ini kurang efisien dibidang kerjanya dalam mengubah sinar matahari menjadi energy listrik, tapi panel jenis polycrystalline lebih efisien disegi harga dan terjangkau tentunya cocok untuk kaum menengah bawah yang selalu mempertimbangkan harga dikala ingin memanfaatkan panel surya sebagai energy alternatif.



Gambar 3.3 Modul Surya ica solar 150 Wp
Adapun spesifikasi modul surya yang akan dipakai dapat dilihat pada Tabel 3.1 dibawah ini :

Tabel 3. 1 Spesifikasi Modul Surya

ICA SOLAR	
POLYCRYSTALLINE	
Maximum Power	Pmax 150W
Maximum Power Voltage	Vmax 17.6V
Maximum Power Curent	Imp 8.53A
Open Circuit Voltage	Voc 22.4V
Short Circuit Current	Inc 9.03A
Nominal Operating Cell Temp	Noct 45°C±2°C
Maximum Sistem Voltage	700Vdc
Maximum Series Fuse	10A

B. Inverter

Adapun inverter yang akan diterapkan pada perencanaan ini adalah inverter bermerek rich solar HS 3000 watt 24volt dan fungsi dari pada komponen inverter ini tidak lain sebagai pengubah arus dc ke ac yang disuplai dari baterai sebelum nantinya ke beban. Inverter juga bisa dikatakan jantung dalam sebuah PLTS karna inverter berperan merubah arus ac ke dc sebelum nantinya ke beban.



Gambar 3. 4 Inverter HS 3000W 24VOLT

Untuk spesifikasi dari pada inverter dapat dilihat pada gambar Tabel 3.2 dibawah ini :

Tabel 3. 2 Spesifikasi Inverter HS 3000W24V

Solar Charging Mode		
Efficiency	98.0% max.	
Max. PV Array Open Circuit Voltage	145Vdc	
PV Array MPPT Voltage Range	30~115Vdc	60~115Vdc
Min battery voltage for PV charge	17Vdc	34Vdc
Max PV Charging current	80A	
Battery Voltage Accuracy	+/-0.3%	
PV Voltage Accuracy	+/-2V	
Charging Algorithm	3-Step	
Joint Utility and Solar Charging		
Max Charging Current	140Amp	120Amp
Default Charging Current	60Amp	

C. Solar Charger Control

Solar charger control merupakan komponen yang berfungsi sebagai pengontrol muatan yang didapat dari panel surya dan bertugas memastikan bahwa kondisi baterai tidak rusak akibat overdischarge atau beban berlebih pada saat pengisian daya, yang dapat mempersingkat masa pakai baterai. Pengontrol muatan dapat bergantung pada tegangan dan arus yang keluar masuk pada baterai. Adapun untuk SCC yang akan diterapkan pada penelitian ini adalah SCC jenis PWM 20A solar charger control tersebut merupakan solar charger jenis biasa dan harganya-pun relative murah tetapi tidak murahan karna SCC tersebut sudah dilengkapi beberapa fitur yang sudah dikatakan cukup di era sekarang ini.



Gambar 3. 5 SCC PWM 60A

Adapun untuk spesifikasinya dapat dilihat pada Tabel 3.3 dibawah ini :

Tabel 3. 3 Spesifikasi SCC PWM 20A

Model	W88-F SCC
Rated Voltage	12/24V
Rated Current	60A
Max PV Voltage	50V
Max PV Input Power	780W(12V)1560W(24V)

D. Batterai

Bateri adalah komponen yang berfungsi sebagai penyimpan muatan energy listrik yang dihasilkan oleh panel surya untuk nantinya digunakan pada malam hari disaat panel surya tidak mendapat suplai dari energy matahari. Adapun jenis komponen baterai yang diterapkan adalah memakai baterai merek lifipo4 24V 100Ah jenis battery kering.



Gambar 3. 6 Lifipo4 24V 100Ah.

Adapun spesifikasi baterai dapat dilihat pada gambar Tabel 3.4 dibawah ini :

Tabel 3. 4 Baterai lifepo4 24V 100Ah

Brand	Litime
Size	24v 100ah
Voltage	25,6 v
Battery cell composition	Lithium phosphate
Item weight	45,85 pounds
Item dimension LxWxH	21x8,2x8,5 inches
Resistance	40 ohms
Terminal	M8

E. Panel Timer Kontaktor

Panel timer kontaktor merupakan sebuah panel yang berisi beberapa komponen seperti mcb, kontaktor dan timer. Adapaun tujuan dari pada pemasangan timer kontaktor itu sendiri sebagai pengatur waktu hidup atau mati dari komponen yang dikendalikan dalam delay waktu tertentu, dan waktu hidup atau mati dapat diatur atau disetting sesuai dengan kebutuhan yang diinginkan. Untuk tipe timer yang digunakan sebagai pengatur waktu hidup atau mati lampu berjenis timer analog dan contoh gambar panel timer kontaktor bisa dilihat pada gambar 3.7 berikut :

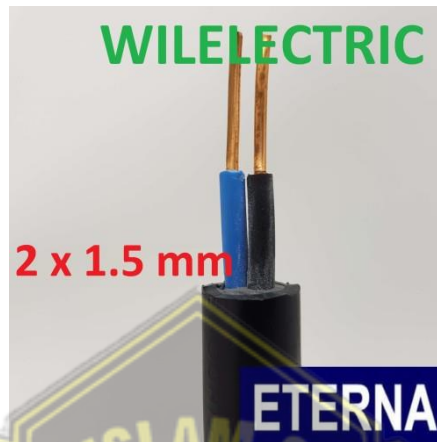


Gambar 3. 7 Panel Timer Kontaktor

F. Kabel

Adapun kabel yang dipakai untuk instalasi berjenis NYY 2x1,5 atau kabel yang memiliki 2inti tembaga bermerek eterna, kabel jenis ini cocok untuk dipakai didalam dan diluar ruangan selain harganya yang tidak terlalu mahal dan tidak terlalu murahan kabel tersebut aman untuk dipakai diluar ruangan, adapun untuk 1rol full kabel jenis NYY 2x1,5 merek eterna mempunyai panjang 50 meter, memakai kabel jenis NYY bukan brarti tanpa alasan selain kabel jenis NYY didesain agar bisa ditanam kabel jenis NYY juga didesain agar bisa terhindar dari gigitan tikus karna kabel jenis NYY memakai bahan yang tidak disukai tikus

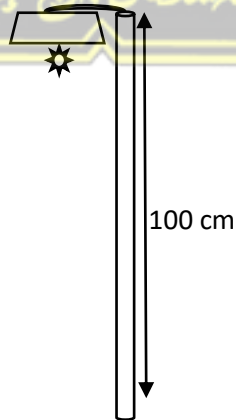
jadi tingkat keamanan untuk dipakai diluar ruangan lebih cocok. Contoh gambar kabel NYY bermerek eternal dapat dilihat pada gambar 3.8 berikut :



Gambar 3. 8 Kabel Jenis NYY2x1,5 Merek Eterna

G. Tiang Lampu

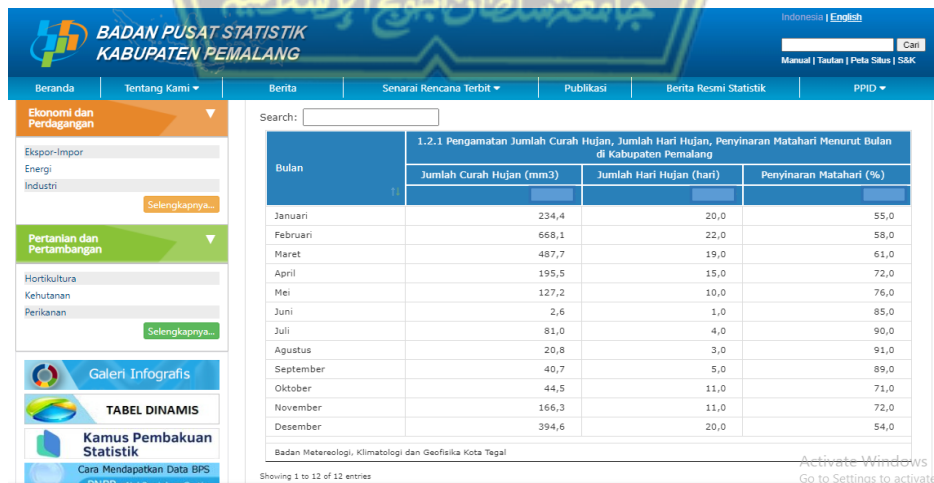
Tiang merupakan komponen yang berfungsi sebagai peyangga lampu pada lokasi yang akan dipasang lampu sebagai pengusir hama, adapun tinggi tiyang yang akan dipasang 100cm dengan dipasang lampu LED 10W bermerek Philips dengan jenis bohlam. Contoh desain tiang yang akan dipasang sebagai peyangga lampu dapat dilihat pada gambar 3.9 berikut :



Gambar 3. 9 Desain Tiyang Peyangga Lampu

3.4 Data penelitian

Data pada penelitian kali ini terdiri dari beberapa tahapan yang diawali dengan tahapan studi literature tentang system PLTS off-grid. Studi literature yang dilakukan dengan mencari sumber yang berkaitan dengan PLTS dan pencarian literature dilakukan melalui pencarian internet untuk mencari penelitian-penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan penelitian PLTS. Tahapan selanjutnya adalah menentukan data yang nantinya akan diterapkan pada ladang yang akan diterapkan PLTS dengan menghitung luas ladang serta mencari data intensitas matahari yang diterbitkan oleh BMKG diwilayah pemalang dan menentukan skema inslatasi pemasangan lampu. Tahapan selanjutnya adalah perancangan peralatan dan menyusun system kelistrikan PLTS off-grid dengan kapasitas 1000 Watt yang akan diaplikasikan untuk lading diwilayah Desa Pasir kecamatan Bodeh. Adapun keberhasilan dari system kelistrikan PLTS off-grid 1000 Watt yang akan diterapkan ditentukan oleh peralatan pendukung system dari pada PLTS tersebut. Oleh karenanya pemilihan dan penentuan peralatan listrik system kelistrikan PLTS off-grid harus dilakukan dengan cermat dan tepat agar bisa menghasilkan system kelistrikan PLTS off-grid yang baik. Peralatan yang dipilih harus sesuai dengan kebutuhan dan harus sesuai dengan kebutuhan dan tentunya memiliki kualitas yang baik, agar dapat berfungsi dengan baik saat dioprasikan nantinya.



The screenshot shows the website of the Badan Pusat Statistik Kabupaten Pemalang. The main content is a table titled "1.2.1 Pengamatan Jumlah Curah Hujan, Jumlah Hari Hujan, Penyinaran Matahari Menurut Bulan di Kabupaten Pemalang". The table has four columns: "Bulan", "Jumlah Curah Hujan (mm3)", "Jumlah Hari Hujan (hari)", and "Penyinaran Matahari (%)". The data is presented for each month from January to December. The table is sourced from "Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika Kota Tegal".

Bulan	Jumlah Curah Hujan (mm3)	Jumlah Hari Hujan (hari)	Penyinaran Matahari (%)
Januari	234,4	20,0	55,0
Februari	568,1	22,0	58,0
Maret	487,7	19,0	61,0
April	195,5	15,0	72,0
Mei	127,2	10,0	76,0
Juni	2,6	1,0	85,0
Juli	81,0	4,0	90,0
Agustus	20,8	3,0	91,0
September	40,7	5,0	89,0
Oktober	44,5	11,0	71,0
November	166,3	11,0	72,0
Desember	394,6	20,0	54,0

Gambar 3. 10 Data intensitas matahari

3.5 Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah jenis penelitian berupa experiment yang bertujuan merancang pemasangan system kelistrikan PLTS off-grid dengan kapasitas 1000 Watt diwilayah ladang Desa Pasir Kecamatan Bodeh Kabupaten Pemalang sebagai pengusir hama. dan jenis penelitian tersebut dipilih bukan berarti tanpa alasan dan alasan utama memilih jenis experiment merancang PLTS jenis off-grid dikarenakan tempat yang akan dijadikan sebuah experiment berupa ladang yang terletak jauh dari jangkauan PLN, maka dari itu experiment perancangan system kelistrikan jenis off-grid dipilih dan dijadikan sebagai jenis penelitian yang nantinya akan diterapkan.

3.6 Diagram alur penelitian



Gambar 3. 11 Flowcart diagram Alur Tugas Akhir

3.7 Langkah Penelitian

Langkah – langkah penelitian yang dilakukan dalam pengerjaan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

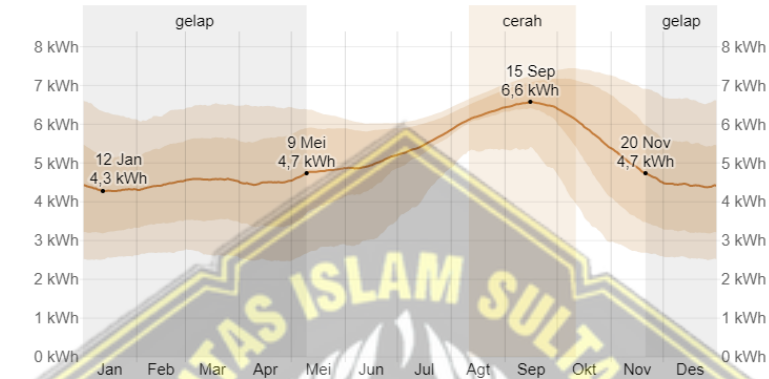
1. Menentukan lokasi yang akan dilakukan penelitian, lokasi penelitian yang dilakukan pada tugas akhir ini bertempat diladang Desa Pasir Pemalang.
2. Menentukan desain penelitian, desain rancangan penelitian tugas akhir ini dibuat sebagai gambaran awal perancangan PLTS diladang Desa Pasir Pemalang.
3. Melaksananakan pengumpulan data, data yang digunakan pada penelitian ini antara lain data dari penelitian sebelumnya yang didapat dari sumber internet menentukan komponen yang akan dipakai.
4. Menentukan banyak tiang yang akan digunakan sebagai peyangga lampu
5. Menentukan jumlah panel surya menggunakan perhitungan.
6. Menghitung kapasitas charger controller pada PLTS, menghitung kapasitas baterai pada PLTS, dan menghitung kapasitas inverter yang dipakai pada PLTS.
7. Menarik kesimpulan dari perancangan system kelistrikan PLTS off-grid yang sudah dilaksanakan.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Radiasi Sinar Matahari

Data radiasi sinar matahari yang diambil pada website BMKG kabupaten pemalang menunjukkan pada gambar 4.1 :



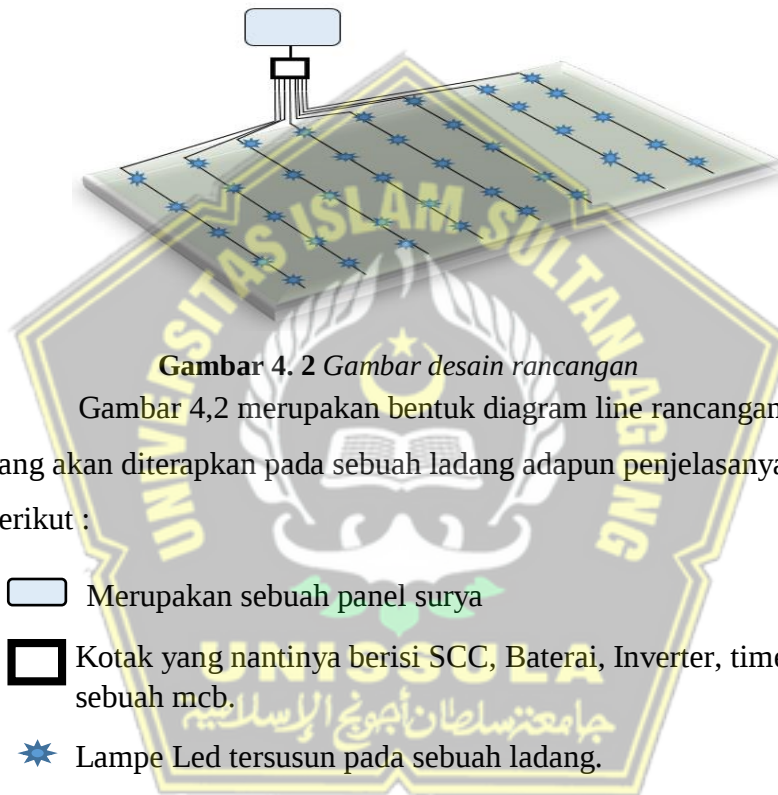
Gambar 4. 1 Radiasi sinar matahari

Pada gambar 4.1 memperlihatkan perubahan penyinaran matahari setiap bulanya yang tidak menentu dan bisa dikatakan bervariasi mulai dari penyinaran yang tinggi dibulan tertentu dan penyinaran yang rendah dibulan tertentu adapun penyinaran berubah-ubah dikarenakan perubahan cuaca setiap bulanya yang mengakibatkan penyinaran kurang maksimal, seperti dibulan-bulan dimana bulan paling gelap dalam setahun di Pemalang adalah Januari, dengan rata-rata $4,3 \text{ kWh/m}^2/\text{H}$. yang mengakibatkan insolation (incoming solar radiation) dibulan januari sangat rendah hanya $4,3 \text{ kWh/m}^2/\text{H}$.

Desain perencanaan dipilih menggunakan nilai intensitas radiasi matahari pada bulan januari $4,23 \text{ kWh/m/hari}$ karena pada bulan tersebut intensitas cahaya matahari nilainya paling rendah dibandingkan bulan-bulan lainnya dengan begitu maka nantinya diharapkan bisa mendapatkan hasil energi listrik secara maksimal dalam sepanjang tahun.

4.2 Desain Sistem Perencanaan PLTS

Dalam studi perencanaan PLTS ini perlu dibuatkan skema desain perencanaan dengan tinggi tiang 100cm dan berjarak 1meter yang nantinya akan ditempatkan pada ladang yang akan dipasang PLTS, agar dapat menentukan penempatan setiap komponen dan pemasangan panel surya supaya bisa tertata dan terarah. Adapun desain yang dibuat oleh peneliti adalah sebagai berikut :



Gambar 4. 2 Gambar desain rancangan

Gambar 4,2 merupakan bentuk diagram line rancangan system PLTS yang akan diterapkan pada sebuah ladang adapun penjelasannya sebagai berikut :

-  Merupakan sebuah panel surya
-  Kotak yang nantinya berisi SCC, Baterai, Inverter, timer kontaktor dan sebuah mcb.
-  Lampe Led tersusun pada sebuah ladang.
-  Kabel yang tersambung dengan susunan lampu.

4.3 Menentukan Sistem PLTS

Adapun system PLTS yang akan dikembangkan diladang adalah system PLTS berjenis off-grid dengan modul surya berjenis polycrystalline ica solar berkapasitas 150Wp, system PLTS jenis off-grid berkomponen panel surya, charge controller, inverter, serta baterai. Dengan cara kerja menyimpan energy listrik yang dihasilkan oleh modul surya lalu disimpan pada baterai, adapun kekurangan pada jenis off-grid hanya mampu menyimpan energy yang

dihasilkan dari modul surya saja tanpa dapat suplai energy listrik dari system PLN. Jadi disaat mendung tidak menjamin jenis off-grid bisa bekerja dengan maksimal karna kurangnya suplai energy yang didapat modul surya dari sinar matahari yang bisa dirubah menjadi energy listrik. Meskipun seperti itu kapasitas panel PLTS Off Grid lebih besar dari PLTS tipe lainnya dengan beban yang sama.

4.4 Menentukan Banyaknya Tiang

Ladang dengan luas $3,648\text{m}^2$. $P \times L = 48 \times 76$, dengan menghitung luas keseluruhan ladang maka dapat menentukan kebutuhan tiang yang diperlukan agar nantinya bisa dipasang lampu sebagai alat pengusir hama pada ladang.

$$\text{Panjang Banyaknya Tiang} = 48 \div 10 = 4,8 \text{ atau } 5 \text{ Buah}$$

$$\text{Lebar Banyaknya Tiang} = 76 \div 10 = 7,6 \text{ atau } 8 \text{ Buah}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Keseluruhan Tiang} &= 5 \times 8 \\ &= 40 \text{ Buah Tiang} \end{aligned}$$

Dengan menghitung luas keseluruhan ladang maka dapat diketahui jumlah kebutuhan tiang yang nantinya akan dipasang lampu, dengan spesifikasi lampu LED 10 watt jenis bohlam, maka dari itu perlu menghitung lagi kebutuhan beban yang nantinya dipakai untuk menyalakan lampu, adapun beban keseluruhan lampu sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Daya lampu} &= 40 \times 10 \text{ Watt} \\ &= 400 \text{ Watt} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan energi Selama 12Jam} &= 400 \text{ Watt} \times 12 \text{ H} \\ &= 4800 \text{ WH} \end{aligned}$$

Dengan begitu maka dapat diketahui energy listrik yang dibutuhkan selama 12jam untuk menghidupkan lampu adalah 4800 WH.

4.5 Menentukan Kapasitas Panel

Kapasitas panel surya dapat diketahui dengan menghitung insulation rata-rata terendah pada daerah yang nantinya akan diterapkan PLTS dengan persamaan sebagai berikut:

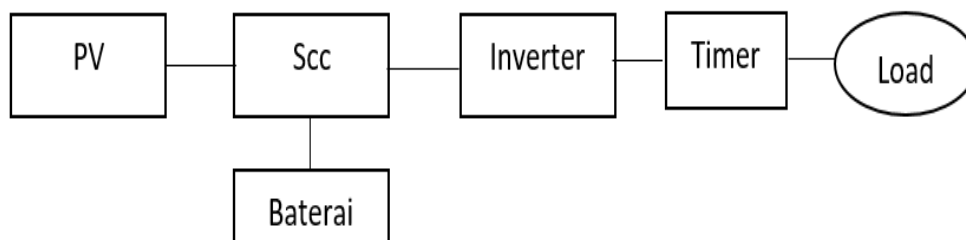
$$PSH = \frac{4300WH/m^2}{1000W/m^2} = 4,3Hours$$

Adapun tujuan dari pada insulation diambil pada titik terendah adalah guna mengetahui batas aman panel surya mampu mengkonversi sinar matahari menjadi energy listrik. Setelah mengetahui lamanya insulation pada titik terendah selanjutnya membagi kebutuhan energy listrik dari panel surya dengan insulation yang didapat guna mendapat kapasitas panel yang di inginkan dengan persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{kapasitas daya panel surya} &= \frac{4800 WH}{4,3 H} \\ &= 1116 Watt \end{aligned}$$

4.6 Menentukan Jumlah Panel

Agar bisa mengetahui berapa jumlah panel yang akan digunakan perlu menghitung jumlah energy yang disuplai dan jumlah jam kerja modul panel, setelah menghitung maka bisa diketahui kapasitas modul panel. Adapun perhitunganya sebagai berikut :



Gambar 4. 3 Diagram urutan perhitungan

4.7 Kapasitas Inverter

Setelah menghitung besarnya daya yang akan digunakan maka selbihnya bisa dapat menghitung dan menentukan kapasitas inverter dengan effisiensi. Adapun nilai effisiensi adalah 0,9 nilai tersebut didapat dari literatur internet untuk pacuan keamanan seberapa kuat suatu system dari pada yang dibutuhkan untuk beban yang dimaksudkan.

$$\text{Effisiensi} = 0,9$$

$$\text{Power} = 400$$

$$400 \div 0,9 = 444,4\text{W}$$

$$4800 \div 0,9 = 5333,3 \text{ VAH}$$

$$\text{PH} = 444,4 \times 2$$

$$= 888,8 \text{ VAH}$$

Adapun inverter yang digunakan adalah 2x dari pada kebutuhan dan dibulatkan keatas menjadi 1000 Watt 24 Volt.

4.8 Penentuan SCC dan Battery

Pada dasarnya penentuan scc dan battery sangat diperlukan karna peran utama dalam plts of-grid adalah battery dan scc, maka dari itu agar umur battery dapat bertahan lama perlu sebuah scc yang berperan sebagai control dalam pengecasan entah itu disaat battery terisi penuh ataupun disaat battery mulai kekurangan daya. kedua komponen tersebut bisa dikatakan tidak bisa dipisahkan dalam penggunaanya pada system plts off-grid, Pemakaian baterai pada system off-grid sangat penting maka dari itu perlu memperhitungkan jenis dan kualitas baterai agar bisa bekerja dengan maksimal karena pada system off-grid jenis dan kualitas baterai sangat berpengaruh besar, Untuk itu perlu menentukan, Depth Of Discharger dan effisiensi pada baterai. Adapun penentuan perhitunganya adalah sebagai berikut:

$$\text{Tegangan Battery} = 24 \text{ V}$$

$$\text{DoD Battery} = 0,6$$

$$\text{Effisiensi MPPT} = 0,95$$

$$= \frac{5333,3}{0,6} = 8888,8 \text{ VAH}$$

$$= \frac{8888,8}{0,95} = 9356,7 \text{ VAH}$$

$$= \frac{9356,7}{24} = 389,8 \text{ Ah}$$

Setelah mengetahui kapasitas baterai dengan nilai 389,8 Ah dibulatkan menjadi 400 Ah selanjutnya menentukan total baterai yang digunakan, adapun baterai yang digunakan memakai baterai jenis lifepo4 24V 100Ah, jadi untuk memenuhi kebutuhan battery diperlukan 4 battery secara paralel.

4.9 Penyusunan Panel Surya

Pada perencanaan sebuah system PLTS sangat diperlukan dalam penyusunan modul surya agar dapat menentukan tegangan serta tidak melebihi luas ladang, Adapun susunanya terbagi menjadi dua seri dan paralel.

$$\text{Kapasitas panel surya} = 150 \text{ Wp}$$

$$\text{Perpanel} = 17,6 \text{ V}$$

$$= \frac{150}{17,6} = 8,5 \text{ A peak}$$

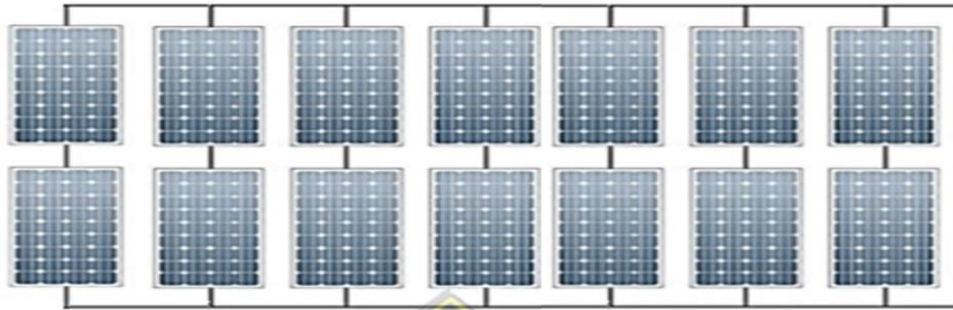
$$\text{Jumlah seri} = 2 \text{ buah lembar panel}$$

$$\text{Lamanya penyinaran} = 4,3 \text{ Hours}$$

$$9356,7 \div 4,3 \div 35,2 = 61,81 \text{ A pv}$$

$$61,81 \div 8,5 = 7,2 \text{ paralel}$$

$$7 \times 2 \text{ seri} = 14 \text{ Lembar panel}$$



Gambar 4. 4 *Susunan Panel Surya*

Pada gambar 4,3 memperlihatkan empat belas panel surya yang tersusun secara seri dan paralel. Adapun panel surya yang tersusun secara seri dan paralel menghasilkan 35,2 V dan 61,81 A.

4.10 **Menentukan Kebutuhan Kabel**

Adapun untuk menentukan panjang kabel yang nantinya dibutuhkan untuk instalasi bisa dilihat pada gambar 4.2 yang memperlihatkan tentang penjelasan gambar rancangan yang nantinya akan diterapkan. Adapun pada gambar 4.2 memperlihatkan bentuk denah yang terpasang sebuah tiang lampu, maka dengan seperti itu cukup mengitung berapa panjang denah lalu mengkalikan pada tiang yang terpasang pada sudut lebar. Dengan seperti itu maka panjang kabel yang dibutuhkan dapat diketahui.

$$\text{Panjang kebutuhan kabel} = \text{Panjang denah} \times \text{Tiang pada sudut } L$$

$$= 48 \times 8$$

$$= 348 \text{ M}$$

Setelah mengetahui panjang kabel yang dibutuhkan selbihnya menentukan pemilihan penghantar dan ukuran kabel yang akan dipakai untuk instalasi. Adapun kabel yang dipakai untuk instalasi berjenis NYY 2x1,5 bermerek eterna,

kabel jenis ini cocok untuk dipakai didalam dan diluar ruangan selain harganya yang tidak terlalu mahal dan tidak terlalu murahan kabel tersebut aman untuk dipakai diluar ruangan, adapun untuk 1rol full kabel jenis NYY 2x1,5 merek eterna mempunyai panjang 50 M jadi untuk kebutuhan instalasi dibutuhkan 7 rol kabel. Adapun analisa untuk mengetahui jenis penghantar terlebih dahulu harus mengetahui arus maksimumnya, contoh perhitungan dapat dilihat pada rumus sebagai berikut:

Didapatkan berdasarkan rumus persamaan 2.7

$$= \frac{400}{220 \times 0,7} A = 2,597 A \dots \dots \dots (2.7)$$

Setelah kemampuan hantar arus diketahui maka selebihnya tinggal menyesuaikan dengan ketentuan hantar arus pada kabel, adapun standart KHA pada kabel yang ditentukan oleh PUIL 2011, untuk kabel jenis NYA untuk pemasangan di udara, KHA terus menerus adalah sebagai berikut:

- Luas penampang kabel 1,5 mm² = 24 A
- Luas penampang kabel 2,5 mm² = 32 A
- Luas penampang kabel 4 mm² = 42 A
- Luas penampang kabel 6 mm² = 54 A
- Luas penampang kabel 10 mm² = 73 A
- Luas penampang kabel 16 mm² = 98 A

KHA pada kabel bisa diketahui dengan mengikuti arus maksimal dengan perumusan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} KHA &= 1,25 \times I \\ &= 1,25 \times 2,597 = 3,246 A \end{aligned}$$

Adapun nilai 1,2 adalah nilai kemampuan hantar arus yang dipakai dalam pemilihan penghantar. Pada perhitungan terlihat bahwa KHA minimal sebesar 3,597 Ampere, Jadi MCB yang dipakai 4 A, sehingga dari hasil perhitungan dan perencanaan jenis penghantar yang digunakan telah memenuhi syarat yang berlaku menurut PUIL 2011.

4.11 Analisis Penerangan

Berdasarkan rumus pada persamaan 2.9 analisis penerangan dapat diketahui sebagai berikut:

$$= \frac{3,648}{100\text{cm}(48\text{m} + 76\text{m})} \text{lux} \dots \dots \dots (2.9)$$

$$= 2.096 \text{ lux}$$

4.12 Menentukan Jenis Saklar Otomatis

Jenis saklar yang akan digunakan berjenis timer kontaktor, adapun keuntungan dari pada saklar jenis ini lebih efisien ketimbang saklar otomatis berjenis fotocell saklar jenis timer kontaktor lebih efektif dalam penggunaan daya listriknya karena saklar jenis timer kontaktor bertujuan sebagai pengatur waktu bagi peralatan yang dikendalikannya. Timer kontaktor ini dimaksudkan untuk mengatur waktu hidup atau mati dari kontaktor dalam delay waktu tertentu. Dibandingkan fotocell yang lebih cenderung boros dalam pemakaian daya listrik karna saklar otomatis jenis fotocell mengandalkan sensor gelap yang ditangkap untuk mengoperasikan alat yang digunakan, jadi tidak menutup kemungkinan saklar otomatis jenis fotocell menghidupkan lampu tidak hanya dimulai hari mulai gelap tetapi bisa juga menghidupkan lampu disiang hari kalau cuaca mendung gelap tanpa cahaya dan memungkinkan fotocell menangkap adanya gelap lalu menghidupkan lampu dan membuang energy listrik secara cuma-cuma. Lain hal dengan timer kontaktor yang mengendalikan alat yang dikendalikan berdasarkan timer yang ditentukan untuk menyala dan hidup, jadi untuk efisiensi pemakaian energy lebih terkendali dan akurat.

4.13 Estimasi Biaya Peralatan Perencanaan

Biaya peralatan yang dibutuhkan dihitung dari semua komponen yang dibutuhkan pada perencanaan system PLTS off-grid, adapun total kebutuhan biaya anggaran perencanaan dapat dilihat pada Tabel 4.1 berikut:

Tabel 4.1 Estimasi anggaran

No	Peralatan dan spesifikasi	Jumlah Satuan	Harga perunit (Rp)	Total harga (Rp)
1	Panel surya 150Wp	14Buah	1.650.000	13.200.000
2	Charger Control	1Buah	72.000	72.000
3	Inverter rich solar Hs 1000 W	1Buah	1.000.000	1.000.000
4	Baterai lifepo4 jenis battery kering	4Buah	3.000.000	12.000.000
5	Timer&kontaktor	1Buah	60.000	150.000
6	Kabel Eterna NYN 2x1,5	7Buah	597.000.	4.179.000
7	MCB 4A Sechneider	1Buah	70.000	70.000
Total				40.571.000

Adapun harga dari pada setiap komponen tersebut diambil dari sumber toko online shop atau internet dan harga tersebut masih bersifat estimasi sementara. Karena tidak menutup kemungkinan harga setiap komponen bisa berubah kapanpun.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil sebuah penelitian studi perencanaana perencanaan pembangkit listrik tenaga surya off-grid pada sebuah ladang di Desa Pasir wilayah Kecamatan Bodeh Kabupaten Pemalang dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan hasil perhitungan kapasitas pembangkit listrik tenaga surya off-grid pada sebuah ladang di Desa Pasir wilayah Kecamatan Bodeh Kabupaten Pemalang didapatkan desain perencanaan panel surya dengan kapasitas 35,2 V 61,81 A dan masing-masing panel surya berkapasitas 150 Wp berjumlah 14 modul yang dipasang secara seri dan paralel dengan kapasitas inverter 1000 Watt 24 Volt dengan menggunakan baterai 24Volt 100 Ah berjumlah 4buah.
2. Setelah menghitung dan menentukan kebutuhan daya PLTS maka dapat ditentukan kebutuhan daya yang diperlukan adalah 4800 WH dengan masing-masing beban terpasang 10 Watt dan menyala selama 12jam.
3. Setelah menentukan desain dan menghitung kebutuhan daya PLTS maka dapat diketahui berapa kebutuhan biaya yang diperlukan, adapun kebutuhan biaya yang diperlukan adalah 30.671.000.- Tiga puluh juta enam ratus tuju puluh satu.

DAFTAR PUSTAKA

- Afrida, Y., & Setiabudi, B. (2021). *Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Solar Home System Modul fotovoltaik sebagai komponen utama dari PLTS terpusat , pada umumnya menggunakan tipe monokristal dan / atau polikristal berbasis silikon . Untuk. 02(1), 23–27.*
- Bima, S. (2014). *LAPORAN_SKRIPSI_FIX.pdf* (p. 90).
- Carin, A. A., Sund, R. ., & Lahkar, B. K. (2018). PERANCANGAN SISTEM STARTING BINTANG (Y) SEGITIGA (Δ) UNTUK MOTOR INDUKSI 3 PHASA DI LABORATORIUM TEKNIK ELEKTRO UNISMUH MAKASSAR. *Journal of Controlled Release, 11(2), 430–439.*
- MIFTAHUL RESKI PUTRA NASJUM. (2020). SISTEM INSTALASI LISTRIK DI LABORATORIUM JURUSAN TEKNOLOGI PENGOLAHAN HASIL PERIKANAN POLITEKNIK PERTANIAN NEGERI PANGKAJENE KEPULAUAN. *Kaos GL Dergisi, 8(75), 147–154.*
<https://doi.org/10.1016/j.jnc.2020.125798>
<https://doi.org/10.1016/j.smr.2020.02.002>
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/810049>
<http://doi.wiley.com/10.1002/anie.197505391>
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780857090409500205>
[http:](http://)
- Naim, M. (2020). *RANCANGAN SISTEM KELISTRIKAN PLTS OFF GRID 1000 WATT DI DESA LOEHA KECAMATAN TOWUTI. 12(01), 17–25.*
- Nurfitri, Notosudjono, D., & Machdi, A. R. (2016). Perencanaan Instalasi Listrik Pada Gedung Bertingkat Onih Bogor. *Jurnal Online Mahasiswa (Jom) Bidang Teknik Elektro, 1, 1–12.*
- Sianipar, R. (2014). *DASAR PERENCANAAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA. 11, 61–78.*
- Sukardi, F. D., Zain, A., & Muliawan, A. (2019). Prototipe Pengaman Peralatan Instalasi Listrik dan Tegangan Sentuh Bagi Manusia dengan ELCB (Earth

Leakege Circuit Breaker). *Jurnal Teknologi Elekterika*, 3(2), 56.

<https://doi.org/10.31963/elekterika.v3i2.2010>

TENAGA SURYA ATAP DENGAN SISTEM HYBRID DI PT . KOLONI TIMUR

Laporan ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar s1 pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Unniversitas Islam Sultan Agung Semarang Disusun oleh : NOOR. (2020).

Waluyo, J., Wilopo, W., Teknik Sistem UGM, M., Bulaksumur, K., Humaniora, Jls., Malang, K., & Tunggal, C. (2020). **PERANCANGAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) PEMBASMI SERANGGA PADA TANAMAN BAWANG MERAH DI KABUPATEN BREBES.**

