

**PERENCANAAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA
SURYA SISTEM *OFF-GRID* DI DESA BUNGKU
KECAMATAN BAJUBANG KABUPATEN
BATANGHARI JAMBI**

SKRIPSI



**IYAN TORANG H
M1A118003**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO DAN INFORMATIKA**

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS JAMBI**

2022

SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi ini benar-benar karya sendiri. Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan atau kutipan dengan mengikuti tata penulisan karya ilmiah yang telah lazim.

Tanda tangan yang tertera dalam halaman pengesahan adalah asli. Jika tidak asli, saya siap menerima sanksi sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Jambi, 14 November 2022

Yang menyatakan

IYAN TORANG H

M1A118003

RINGKASAN

Dusun Kunangan 2 RT.28 merupakan salah satu dusun yang ada di Desa bungku. Dusun tersebut termasuk kedalam 3T yaitu tertinggal, terdepan, dan terluar. Dimana Dusun Kunangan Jaya 2 RT.28 belum menikmati energi listrik dari PLN, karena akses menuju dusun begitu sulit, serta jauh dari perkotaan. Penelitian ini dilakukan dengan metode penelitian Deskriptif. Pemilihan jenis metode ini digunakan atas dasar pertimbangan bahwa sifat penelitian menggambarkan suatu perencanaan yang akan dilakukan untuk memenuhi kebutuhan listrik pada fasilitas umum. Studi lapangan dilakukan untuk mengetahui kebutuhan kapasitas pada fasilitas umum yaitu: Masjid, Polides, dan Sekolah Dasar, untuk mengetahui berapa panel yang akan digunakan, untuk mengukur radiasi matahari, dan untuk mengukur luas bangunan. Melakukan perhitungan kebutuhan listrik digunakan untuk mengetahui seberapa banyak kebutuhan yang akan di pakai pada fasilitas umum. Melakukan desain rancangan dan perhitungan RAB untuk menggambarkan instalasi yang akan digunakan pada perencanaan yang akan dilakukan. Hasil pengukuran data matahari Iradiasi Global Optimal di Desa Bungku sebesar 4.549 kWh/m² per hari, besaran daya *sollar cell* yang dibutuhkan sebesar 6.000 WP. *Sollar Charger Controller* sebesar 40 A sebanyak tiga buah, *Batterai* sebesar 2.800 Ah. Inverter yang digunakan sebesar 8000 Watt. Total keseluruhan beban yang di butuhkan pada Masjid, Polides, dan Sekolah Dasar sebanyak 25.126 Wh. Total RAB pembangunan PLTS secara sistem *off-grid* membutuhkan dana sebanyak Rp 138.647.000

Kata Kunci : Energi; *Off-Grid*; Perencanaan; PLTS; *Sollar Cell*.

SUMMARY

Kunangan 2 Hamlet RT.28 is one of the hamlets in Bungku Village. The hamlet is included in the 3T, namely lagging, foremost, and outermost. Where Hamlet Kunangan Jaya 2 RT.28 has not enjoyed electricity from PLN, because access to the hamlet is so difficult, and far from urban areas. This research was conducted with a descriptive research method. The selection of this type of method is used on the basis of the consideration that the nature of the research describes a plan that will be carried out to meet the electricity needs of public facilities. Field studies were carried out to determine capacity requirements for public facilities, namely: Mosques, Polides, and Elementary Schools, to find out how many panels to use, to measure solar radiation, and to measure building area. Calculating electricity needs is used to find out how much demand will be used in public facilities. Carry out the draft design and calculation of the RAB to describe the installation that will be used in the planning to be carried out. The results of solar data measurement for Optimal Global Irradiation in Bungku Village are 4,549 kWh/m² per day, the amount of solar cell power required is 6,000 WP. Three Solar Charger Controllers of 40 A, a battery of 2,800 Ah. The inverter used is 8000 Watt. The total load required for mosques, polides, and elementary schools is 25,126 Wh. The total RAB for PLTS construction using an off-grid system requires funds of IDR 138,647,000.

Keywords: Energy; off-grid; Planning; PLTS; Solar Cell.

**PERENCANAAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA
SURYA SISTEM *OFF-GRID* DI DESA BUNGKU
KECAMATAN BAJUBANG KABUPATEN
BATANGHARI JAMBI**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh
Gelar Sarjana pada Program Studi Teknik Elektro



**IYAN TORANG H
M1A118003**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO DAN INFORMATIKA**

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS JAMBI**

2022

PENGESAHAN

Skripsi dengan Judul **PERENCANAAN PEMBANGKIT LISRIK TENGA SURYA SISTEM OFF-GRID DI DESA BUNGKU KECAMATAN BAJUBANG KABUPATEN BATANGHARI JAMBI** yang disusun oleh **IYAN TORANG H, NIM: M1A118003** telah dipertahankan di depan tim penguji pada tanggal 14 November 2022 dan dinyatakan lulus.

Susunan Tim Penguji

Pembimbing : 1. Abdul Manab, S.T.,M.T.
: 2. Andre Rabiula S.Kom.,M.Eng.
Penguji : 1. Samratul Fuady S.T.,M.T.
: 2. Dasrinal Tessal S.T.,M.T.
: 3. Yosi Riduas Hais S.ST.,M.T.

Disetujui:

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,

Abdul Manab, S.T., M.T.
NIP. 198812082019031008

Andre Rabiula, S.Kom.,M.Eng.
NIP. 199210122022031010

Diketahui:

Dekan,

Ketua Jurusan,

Drs. Jefri Marzal, M.SC., D.I.T.
NIP. 19680621993031004

Nehru, S.Si., M.T.
NIP. 197602082001121002

RIWAYAT HIDUP



Iyan Torang Hasibuan dilahirkan di Desa Semaran pada tanggal 30 Januari 2000. Anak ketiga dari 3 bersaudara, pasangan Bapak S.Hasibuan dan ibu Mika Pakpahan. Pendidikan dasar, menengah dan atas telah ditempuhnya di Desa Semaran. Tamat SD di SD Negeri 85/VII Semaran pada tahun 2012. Tamat SLTP di SMP Negeri 7 Sarolangun pada tahun 2015 dan SLTA di SMA Negeri 3 Sarolangun tamat pada tahun 2018. Pada tahun 2018, penulis melanjutkan pendidikan ke Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Jambi Program Studi Teknik Elektro melalui Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN). Penulis pernah melaksanakan Kerja Praktik (KP) Di PT. Semen Padang Penempatan di area Automation di Unit Pemeliharaan Listrik dan Instrument II pabrik Indarung VI. Dibawah bimbingan Bapak Abdul Manab S.T.,M.T. sebagai Pembimbing Utama dan Bapak Andre Rabiula, S.Kom.,M.Eng. sebagai Pembimbing Pendamping, Peneliti menyelesaikan tugas akhir dengan judul “Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Sistem *Off-grid* Di Desa Bungku Kecamatan Bajubang Kabupaten Batanghari Jambi.

PRAKATA

Segala puji dan syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karna berkat rahmat dan karunia-Nya, sehingga penelitian skripsi dengan judul “Perencanaan Pembangkit Listrik Tenga Surya Sistem Off-grid Di Desa Bungku Kecamatan Bajubang Kabupaten Batanghari Jambi”. Dapat selesai pada waktunya sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjan pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Jambi. Tentunya keberhasilan dan kelancaran penyusunan skripsi ini tidak terlepas karena adanya bantuan bimbingan, dan kerja sama dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu dengan segala kerendahan hati, ucapan terima kasih disampaikan kepada:

1. Tuhan YME yang telah melimpahkan berkah, serta memberikan kesehatan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi.
2. Bapak Drs. Jefri Marzal, M.Sc.,D.I.T selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Jambi.
3. Bapak Nehru, S.Si.,M.T selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro dan Informatika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Jambi.
4. Bapak Abdul Manab, S.T., M.T selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Jambi dan Dosen Pembimbing Skripsi yang telah membimbing, menuntun, memberikan motivasi, saran, dan masukan dalam proses penulisan skripsi ini.
5. Bapak Andre Rabiula, S.Kom.,M.Eng selaku Dosen Pembimbing skripsi yang telah banyak memberikan arahan dan dukungan dalam penyusunan skripsi.
6. Bapak Yosi Riduas Hais, S.ST.,M.T. selaku Penguji Skripsi yang telah memberikan berbagai masukan dan saran untuk kesempurnaan skripsi ini.
7. Bapak Dasrinal Tessel, S.T.,M.T selaku Penguji Skripsi yang telah memberikan berbagai masukan dan saran untuk kesempurnaan skripsi ini.
8. Bapak Samratul Fuady, S.T.,M.T selaku Dosen Pembimbing Akademik yang senantiasa memberikan motivasi dan pengarahan selama masa studi, serta selaku penguji skripsi yang telah memberikan berbagai masukan dan saran untuk kesempurnaan skripsi ini.
9. Kedua orang tua saya mama dan bapak yang tercinta, juga kedua kakak saya,keponakan saya, keluarga saya, dan keluarga terdekat yang tiada hentinya memberikan doa, semangat, dukungan, motivasi selama menempuh pendidikan.

10. Keluarga besar LAB3S yang telah mensupport saya sampai detik ini.
11. Keluarga Besar Tim PHP2D HIMATRO UNJA beserta masyarakat Desa Bungku RT.28, Himpunan Mahasiswa Teknik Elektro dan rekan mahasiswa/i Teknik Elektro 2018 yang telah membantu saya menyelesaikan skripsi ini.

Semoga Skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan ilmu yang ada didalamnya mampu memotivasi. Serta skripsi ini menjadi pacuan untuk mahasiswa yang lain untuk menyelesaikan tugas akhir, dan serta skripsi ini menjadi panduan untuk yang lainnya.

Jambi, 14 November 2022

Penulis

DAFTAR ISI

SURAT PERNYATAAN	ii
RINGKASAN.....	iii
SUMMARY.....	iv
PENGESAHAN	v
RIWAYAT HIDUP.....	vi
PRAKATA.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	2
II. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Penelitian Terkait	4
2.2. Perencanaan	6
2.3. Pembangkit Listrik Tenaga Surya	7
2.3.1. Kelebihan Dan Kekurangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya.....	7
2.4. Prinsip Kerja Panel Surya (Solar Cell)	8
2.5. Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya.....	10
2.5.1. Sistem PLTS <i>off-grid</i>	10
2.5.2. Sistem PLTS <i>On-Grid</i>	11
2.5.3. Sistem PLTS <i>Hybird</i>	12
2.6. Konfigurasi Sistem PLTS <i>Off-Grid</i>	12
2.6.1. <i>Solar Home System</i> (SHS)	12
2.6.2. PLTS <i>Komunal</i> (terpusat)	13
2.7. Komponen Utama Pembangkit Listrik Tenaga Surya	14
2.7.1. Panel Surya.....	14
2.7.2. <i>Sollar Charger Controller</i> (SCC)	17
2.7.3. Baterai (<i>Battery</i>)	18
2.7.4. Inverter	19
2.8. Komponen Pendukung Pembangkit Listrik Tenaga Surya.....	20
2.8.1. Alat Proteksi dan Keamanan.....	20

2.8.2. Box Panel	21
2.8.3. Kabel Penghantar	21
2.9. Kebutuhan energi	22
III. METODOLOGI PENELITIAN	24
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian	24
3.2. Metode Penelitian	25
3.3. Alat dan bahan	25
3.4. Pelaksanaan penelitian	26
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	28
4.1 Data Radiasi Matahari	28
4.2 Kebutuhan Perencanaan PLTS	29
4.2.1 Kebutuhan Beban Masjid	29
4.2.2 Kebutuhan Beban Polides	31
4.2.3 Kebutuhan Beban Sekolah Dasar	34
4.3. Desain Rancang	36
4.3.1 Desain Rancang Masjid	36
4.3.2 Desain Rancang Polides	37
4.3.3 Desain Rancang Sekolah Dasar	38
4.4. Perhitungan Komponen PLTS	38
4.5. Anggaran Biaya Pembangunan PLTS	42
IV. KESIMPULAN DAN SARAN	44
5.1. Kesimpulan	44
5.2. Saran	44
DAFTAR PUSTAKA	45
LAMPIRAN	47

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Penelitian-penelitian Terkait	4
2. Data Radiasi Matahari Desa Bungku Menggunakan Aplikasi <i>Global Solar Atlas</i>	28
3. Data <i>Temperature</i> Dusun Kunangan Jaya 2 RT 28.	28
4. Kebutuhan Beban Masjid	30
5. Kebutuhan Beban Polindes	33
6. Kebutuhan Beban Sekolah Dasar	34
7. Total Kebutuhan Beban	37
8. Spesifikasi Komponen PLTS di Dusun Kunangan Jaya 2 RT 28	40
9. Rancangan anggaran biaya PLTS	42

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Kondisi struktur kristal silikon dan konduktivitas intrinsik <i>electron</i>	9
2. Kondisi <i>ekstrinsik</i> di dalam <i>silikon</i> dengan doping p dan n	9
3. Daerah ruang muatan sambungan p-n	10
4. Skema PLTS sistem <i>off-grid</i>	11
5. Skema PLTS sistem <i>on-grid</i>	11
6. Skema PLTS sistem <i>hybrid</i>	12
7. Konfigurasi PLTS <i>solar home system</i>	13
8. Konfigurasi PLTS <i>komunal</i>	14
9. Lapisan panel surya	14
10. Panel jenis <i>monocrystalline</i>	15
11. Panel jenis <i>polycrystalline</i>	16
12. Panel jenis <i>thin film</i>	16
13. <i>Solar charge controller</i> MPPT	17
14. Baterai	18
15. Inverter	20
16. MCB	20
17. Box panel	21
18. Kabel penghantar	21
19. Lokasi perencanaan pembangunan PLTS	24
20. Diagram alur penelitian	26
21. Masjid Dusun Kunangan Jaya 2 RT.28	31
22. Polides Dusun Kunangan Jaya 2 RT.28.....	33
23. Sekolah Dasar Dusun Kunangan Jaya 2 RT.28	35
24. Denah Instalasi Listrik Masjid Dusun Kunangan Jaya 2 RT.28	35
25. Denah Instalasi Listrik Polides Dusun Kunangan Jaya 2 RT.28.....	36
26. Denah Instalasi Listrik Sekolah Dasar Dusun Kunangan Jaya 2 RT.28.....	37
27. Rangkaian perencanaan PLTS	41

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	halaman
1. Pengukuran Luas Masjid	46
2. Pengukuran Luas Polides	47
3. Pengukuran Luas Sekolah Dasar	48
4. Radiasi Matahari	49
5. Temperature Dusun Kunangan Jaya 2 RT.28.....	49
6. SNI Pencahayaan.....	50

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dengan intensitas radiasi matahari rata-rata harian sekitar 4,8 kWh/m², Indonesia yang berada di garis khatulistiwa memiliki kekayaan sumber energi matahari (Ganda, 2019). Bagaimanapun, limpahan sumber energi berbasis matahari belum dimanfaatkan. Khususnya Jambi dimana intensitas penyinaran matahari cukup tinggi menjadi suatu pilihan untuk mengembangkan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) sebagai solusi kebutuhan energi listrik.

Menggunakan prinsip *fotovoltaik* (PV), PLTS adalah peralatan pembangkit listrik yang dapat mengubah sinar matahari menjadi energi listrik. Teknologi energi langsung adalah sel surya. Energi listrik dapat dihasilkan tanpa bantuan uap atau gas atau cairan bergerak lainnya. Selain itu, sel surya tidak memerlukan gerakan mekanis seperti *siklus Rankine* atau *Brayton* (Situmorang dan Pasasa, 2011).

Sistem sel surya rumah individu adalah salah satu aplikasi yang mungkin untuk sistem energi sel surya, *Solar Home System* (SHS) adalah nama lain untuk sistem ini. Penerapan sel surya jenis ini dapat menggunakan sinar matahari untuk menghasilkan listrik untuk penggunaan sendiri. SHS adalah sistem PLTS mandiri yang dapat dikombinasikan dengan sumber cadangan seperti Perusahaan Listrik Negara (PLN) atau generator menggunakan sistem *switching* yang berkisar dari yang sederhana hingga otomatis (Purnama et al., 2008). Sistem rumah surya kemudian dikembangkan untuk kapasitas yang lebih besar, yang dapat digunakan di fasilitas umum perkotaan serta beberapa fasilitas umum di daerah pedesaan yang terpencil.

Desa Bungku merupakan salah satu desa yang terletak di sebelah utara dari pusat pemerintahan Kecamatan Bajubang Kabupaten Batanghari Provinsi Jambi. Berdasarkan data hasil pengukuran *Global Solar Atlas*, daerah di Kecamatan Bajubang Desa Bungku memiliki tingkat radiasi matahari sebesar 3.596 kWh/kWp perhari (<http://globalsolaratlas.info>. 2021). Oleh karena itu desa bungku memiliki potensi yang cukup tinggi dalam memanfaatkan energi surya sebagai sumber PLTS. Di Desa Bungku beberapa dusun sudah teraliri listrik dari PLN, sedangkan dusun yang lainnya belum dapat menikmati energi listrik dari PLN. Namun, walaupun ada daerah yang sudah teraliri listrik, masih sering terjadi pemadaman listrik, hal ini dikarenakan beban berlebih pada pemakaian listrik. sehari-hari dan daya yang di hasilkan atau disalurkan oleh PLN disekitar desa tersebut belum maksimal. Dusun Kunangan Jaya II RT.28 Desa Bungku merupakan salah satu dusun di Desa Bungku yang belum menikmati energi listrik dari PLN. Jika dilihat dari daerah geografisnya, dusun ini terletak diantara perbukitan, sehingga potensi sumber daya alam yang ada seperti energi matahari

yang tak akan habis tentunya akan sangat di sayangkan jika tidak digunakan secara maksimal terutama di daerah yang memiliki intensitas cahaya tinggi seperti di Dusun Kunangan Jaya II RT.28. Dengan mengembangkan potensi alam yang ada untuk dijadikan sumber listrik, maka kita bisa membuat pembangkit listrik yang ramah lingkungan serta nantinya bisa menyuplai kebutuhan listrik sehari-hari pada masyarakat. Perlunya perencanaan untuk suatu indikator konsep kesengajaan yang harus di tanamkan dalam kesadaran manusia untuk mencapai tujuan.

Dusun Kunangan Jaya II RT.28 memiliki jumlah penduduk berkisar kurang lebih 50 kepala keluarga, pada dusun tersebut memiliki beberapa fasilitas umum diantaranya Masjid, Sekolah Dasar dan Polides. Masjid pada dusun tersebut menggunakan beberapa alat yang membutuhkan energi listrik seperti toa, lampu, dan alat lainya kemudian untuk Sekolah dasar dan Polides menggunakan lampu, dan alat lainya sebagai alat yang membutuhkan listrik.

Melihat dari permasalahan dan potensi energi baru terbarukan yang ada, peneliti akan membahas mengenai “Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Sistem *Off-Grid* di Desa Bungku Kec. Bajubang Jambi”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan diatas, maka dapat dirumuskan permasalahan penelitian sebagai berikut :

1. Bagaimana konsep perencanaan PLTS sistem *off-grid* di Dusun Kunangan Jaya II RT.28. ?
2. Apakah PLTS sistem *off-grid* cocok di terapkan pada Dusun Kunangan Jaya II RT.28 ?

1.3 Batasan Masalah

Dalam tugas akhir ini, diperlukan batasan masalah agar tercapainya tujuan utama penelitian. Adapun batasan masalah sebagai berikut:

1. Perencanaan PLTS dilakukan hanya pada fasilitas umum yaitu: Masjid, Sekolah Dasar dan Polides Desa Bungku di Dusun Kunangan Jaya II RT.28.
2. Penelitian ini tidak membahas berapa investasi yang dihasilkan.

1.4 Tujuan Penelitian

Berikut ini adalah tujuan penelitian:

1. Untuk mengetahui konsep perencanaan PLTS sistem *off-grid* di Dusun Kunangan Jaya II RT.28.
2. Untuk mengetahui PLTS sistem *off-grid* cocok atau tidak di terapkan pada Dusun Kunangan Jaya II RT.28.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian yang dilakukan adalah:

1. Bagi penulis dapat menambah wawasan dan pengalaman langsung tentang perencanaan PLTS.
2. Bagi masyarakat dapat memberikan masukan kepada masyarakat yang ada di Dusun Kunangan Jaya 2 RT.28.
3. Bagi Pendidikan dapat memberikan referensi khususnya Program Studi Teknik Elektro Universitas Jambi dalam penelitian-penelitian selanjutnya.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penelitian Terkait

Pada penelitian ini penulis berlandaskan pada penelitian terdahulu yang terkait dengan topik penelitian yang diambil oleh penulis sebagai referensi. Dengan mengacu pada penelitian terdahulu penulis dapat melakukan perbandingan antara penelitian yang telah dilakukan penulis dengan penelitian sebelumnya.

Tabel 1. Penelitian-penelitian Terkait

Penulis dan Tahun	Judul	Hasil Penelitian
S.G.,Ramadhan & Ch. Rangkuti (2016)	Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Di Atap Gedung Harry Hartanto Universitas Trisakti	Daya keluaran yang dihasilkan 10786,2 kWh setiap bulannya. Selain itu daya keluaran tahunan yang dihasilkan adalah 131.232,1 kWh. Berdasarkan data yang terkumpul, biaya investasi awal PLTS ini adalah Rp 2.869.777.544, dan biaya operasi dan pemeliharaannya sebesar Rp 28.697.775.
Ganda Hartawan Sihotang (2019)	Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya <i>Rooftop</i> Di Hotel Kini Pontianak	Ada 270 panel surya yang terpasang, dan masing-masing memiliki output daya 443,92 Watt per hari, sehingga memungkinkan untuk menghasilkan 119,857946 kWh per hari dan listrik 43.748,15 kWh per tahun.
Romario Hutahaeen (2018)	Studi Perencanaan Pembangkit Listrik	Dengan energi yang dihasilkan untuk masing-

Penulis dan Tahun	Judul	Hasil Penelitian
Panji Wijasa Gautama (2021)	Tenaga Surya Pada Komplek Perumahan Royal Gardenia Medan	masing tipe Gardenia 100, Royal 120, dan Ruko masing-masing 13,43 kWh, 16,78 kWh, dan 20,14 kWh per hari, maka rancangan sistem PLTS dengan sistem Stand Alone ini dapat melayani semua kebutuhan untuk listrik di perumahan.
	Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (Plts) Sistem <i>Off Grid</i> Dengan Kapasitas 2 Kwp Pada Instalasi Menara Suar Bulukumba	Perancangan sistem PLTS pada instalasi menara suar Bulukumba menggunakan sitem <i>Off-Grid</i> dengan konsep rooftop yaitu memanfaatkan atap sebagai tempat pemasangan. Energi yang output yang dihasilkan perharinya dari sistem PLTS ini sebesar 7,314 kWh.
	Analisis Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Off-grid Untuk Rumah Tinggal di Kota Banjarbaru	Panel surya monocrystalline 300 Wp 8 unit, Solar Charge <i>Controller</i> 48 V MPPT dengan arus 60 A dan daya 3200, dan perhitungan berdasarkan kebutuhan energi harian rumah tipe 45 sebesar 8.108 watt dan 2.500 watt digunakan. 1 unit daya , inverter 48 V (220Vac) yang mensuplai arus 60 A dan daya 4000 W, dan baterai VRLA 12 V yang menyediakan daya 200 Ah. Total biaya yang dikeluarkan adalah Rp448.248.750.

Penulis dan Tahun	Judul	Hasil Penelitian
Vember Restu Kossi (2018)	Perencanaan PLTS Terpusat (<i>off-grid</i>) di Dusun Tikalong Kabupaten Mempawah	Desa Ansip di Dusun Tikalong, Kabupaten Mempawah, diperkirakan membutuhkan energi 59.066 kWh per hari. Ada 78 panel yang digunakan, 120 baterai, 3 inverter, dan 3 SCC, dan total rencana anggaran Rp. 2.082.099.500 diperlukan untuk menghasilkan perencanaan PLTS.

Dari penelitian-penelitian terkait diatas, metode yang saya pakai yaitu metode Rumario Hutahean dan Panji Wijasa Gautama karena metode ini, membahas tentang keluaran energi perhari serta menghitung biaya. Sedangkan pada metode yang di buat S.G., Ramadhan dan Ch. Rangkuti, dan Ganda Hartawan Sihotang membahas tentang keluaran energi pertahun, pada metode Renaldy Rahman membahas biaya. serta pada metode Vember Restu kossi membahas tentang kebutuhan panel yang akan direncanakan.

2.2. Perencanaan

Perencanaan disebut sebagai *planning* dalam bahasa Inggris, yang mengacu pada serangkaian kegiatan masa depan. Desain juga bisa dianggap perencanaan. Selain itu, ada orang yang memandang desain sebagai "persiapan" (Ahmad Rohani, 2004). Persiapan pengambilan keputusan berupa langkah-langkah untuk memecahkan suatu masalah atau pelaksanaan suatu pekerjaan yang diarahkan untuk mencapai tujuan tertentu disebut perencanaan dalam ilmu manajemen. Perencanaan adalah memikirkan suatu tugas sebelum melakukannya.

Majid mengutip argumen William H. Newman dalam bukunya *Administrative Action Techniques of Organization and Management*, yang menyatakan bahwa "perencanaan adalah menentukan apa yang akan dilakukan." Banyak keputusan dan penjelasan tentang tujuan, kebijakan, program, metode, dan kegiatan semuanya bagian dari perencanaan. Jadwal harian digunakan untuk membuat keputusan tentang hal-hal tersebut (Majid, 2006).

2.3. Pembangkit Listrik Tenaga Surya

Sebuah generator yang mengubah energi sinar matahari menjadi energi listrik dikenal sebagai PLTS atau pembangkit listrik tenaga surya. Sel surya di panel surya mengalami transformasi ini. PLTS menghasilkan listrik DC (*Direct Current*) melalui penggunaan sinar matahari, yang kemudian dapat diubah menjadi AC (Listrik Arus Bolak-balik). PLTS pada hakikatnya adalah pembangkit listrik yang dapat diatur untuk memenuhi kebutuhan listrik skala kecil hingga besar baik secara mandiri maupun *hybrid*. (Sandro dan Rangkuti, 2016).

Panel surya akan mengambil dan menggunakan energi yang dikeluarkan matahari. BCU (*Battery Control Unit*), yang mengontrol atau mengatur pengisian baterai yang dihasilkan panel surya, adalah komponen PLTS lainnya. Peneliti dapat mengatur persentase besar dari maksimum baterai dan biaya minimum melalui BCU untuk mempertahankan masa pakai baterai. Energi yang tersimpan kemudian akan ditransfer ke beban, yang dapat berupa beban DC atau AC. Namun, beban AC harus terlebih dahulu dialihkan dari arus dan tegangan baterai ke yang dari inverter. Inverter mengubah tegangan DC menjadi tegangan AC, yang kemudian dihubungkan ke peralatan bertenaga listrik. (Ramadhan dan rangkuti, 2016).

2.3.1. Kelebihan Dan Kekurangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya

Pembangkit listrik tenaga surya sangat menjanjikan dan baik bagi lingkungan. sebagai alternatif penggunaan uap untuk menggantikan pembangkit listrik Dalam hal pemanfaatan energi matahari, kemajuan teknologi dalam produksi baterai yang tahan lama, panel surya yang efisien, dan perangkat elektronik berkemampuan *Direct Current* sangat menguntungkan. (Umar et, all., 2008)

Tergantung bagaimana penggunaannya, sistem pembangkit listrik tenaga surya yang ada saat ini memiliki kelebihan dan kekurangan. Menurut Naim Kurniawati (2008), penggunaan energi surya memiliki keuntungan sebagai berikut:

- a. Energi yang dapat dihasilkan kembali atau yang tidak pernah habis (*sustainable* dan terus menerus diperbaharui).
- b. Ramah lingkungan dan bersih.
- c. Tidak memerlukan bahan bakar atau tenaga relatif mudah diperoleh.
- d. Umur panel surya adalah investasi untuk jangka panjang.
- e. Bermanfaat, tidak perlu dipertahankan.
- f. Daerah tropis seperti Indonesia bisa menggunakannya.

Meskipun ada beberapa kekurangan:

- a. Pemasangan dan produksi panel surya relatif mahal.

- b. Panel surya tidak berfungsi dengan baik di malam hari atau saat kurang sinar matahari.
- c. Membutuhkan penggunaan alat tambahan.

Selama ada sinar matahari, panel surya, komponen penting pembangkit listrik tenaga surya, menghasilkan listrik dari fajar hingga senja. Kami biasanya memperkirakan bahwa 12 jam sinar matahari dapat diubah menjadi listrik per hari. Baterai menyimpan tenaga listrik pagi dan sore, memungkinkan penggunaan listrik pada malam hari ketika tidak ada sinar matahari.

Perencanaan yang baik diperlukan karena pembangkit listrik tenaga surya sangat bergantung pada sinar matahari (Romasindah, 2008). Perencanaan meliputi:

- *Watt* daya yang dibutuhkan untuk penggunaan sehari-hari
- Besarnya daya yang dihasilkan oleh panel surya (dalam *Watt hour*), dengan mempertimbangkan jumlah panel surya yang perlu dipasang;
- Jumlah unit baterai yang diperlukan untuk mencapai kapasitas yang diinginkan, dengan mempertimbangkan apakah sistem digunakan di luar ruangan atau tidak. (*Ampere Hour*).

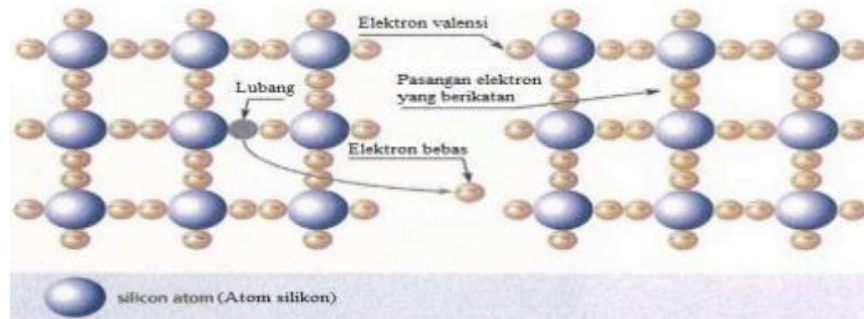
2.4. Prinsip Kerja Panel Surya (Sollar Cell)

Peralatan yang dapat mengubah sinar matahari langsung menjadi listrik disebut sebagai sel surya atau *fotovoltaik*. Meskipun energi panas juga dapat dimaksimalkan melalui tata surya termal, sel surya memainkan peran utama dalam memaksimalkan potensi besar energi matahari yang mencapai Bumi.

Persimpangan p-n, atau persimpangan *semikonduktor* tipe-p dan tipe-n, adalah cara kerja sel surya konvensional. Elektron adalah komponen dasar ikatan atom yang membentuk *semikonduktor* ini. Struktur atom *semikonduktor* tipe-n memiliki kelebihan elektron, atau muatan negatif, sedangkan *semikonduktor* tipe-p memiliki kelebihan lubang, atau muatan positif. Doping bahan dengan atom dopan dapat menyebabkan kondisi memiliki terlalu banyak elektron dan lubang. Misalnya, atom boron digunakan untuk menggandakan silikon untuk menghasilkan *silikon* tipe-p, sedangkan atom fosfor digunakan untuk menggandakan silikon untuk menghasilkan silikon tipe-n. Sambungan *semikonduktor* tipe-p dan tipe-n digambarkan pada gambar di bawah. Sambungan pn ini menghasilkan listrik medan sehingga bahan kontak dapat mengekstrak elektron dan lubang untuk menghasilkan listrik.

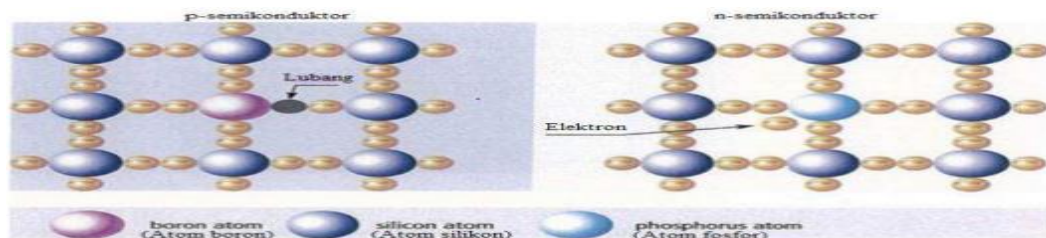
Ketika *semikonduktor* tipe-p dan tipe-n bersentuhan, kelebihan elektron akan berpindah dari tipe-n ke tipe-p, masing-masing menciptakan kutub positif dan negatif pada *semikonduktor* tipe-n. Ketika sinar matahari mengenai p-n junction Susunan elektron dan hole ini menciptakan medan listrik yang menyebabkan hole bergerak menuju kontak positif sambil menunggu elektron

datang, seperti yang digambarkan pada gambar di bawah ini. Hal ini menyebabkan elektron berpindah dari *semikonduktor* ke kontak negatif, di mana mereka diubah menjadi listrik.



Gambar 1. Kondisi Struktur Kristal Silikon dan Konduktivitas Intrintik Elektro
(sumber : Syukriyadin, 2006)

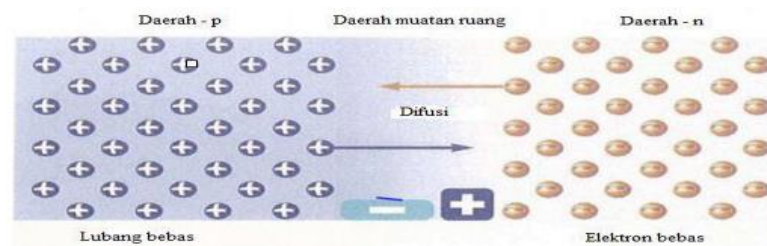
Listrik tidak dapat dihasilkan dengan menggunakan konduktivitas intrinsik. Doping kisi kristal dilakukan dengan sengaja agar bahan silikon dapat digunakan untuk menghasilkan energi (Syukriyadin, 2006). Doping atom mengacu pada praktik ini. Kulit elektron terluar dari atom-atom ini memiliki satu elektron lagi (*fosfor*) atau satu elektron lebih sedikit (*boron*) dari pada silikon. Dalam kisi kristal, "atom pengotor" dihasilkan oleh doping atom.



Gambar 2. Kondisi Ekstrintik di dalam Silikon dengan Doping p dan n
(sumber : Syukriyadin, 2006)

Dalam Gambar 2 menunjukkan konduksi ekstrinsik silikon dengan doping p dan n. Setiap atom fosfor dalam kisi memiliki kelebihan elektron ketika fosfor didoping n. Karena mereka dapat bergerak di sekitar kristal dengan bebas, elektron ini membawa muatan listrik. Setiap atom *boron* dalam kisi memiliki lubang, atau ikatan elektron yang hilang, ketika *boron* digunakan sebagai p-doping. Lubang ini dapat diisi oleh elektron dari atom silikon yang terdekat. Konduksi pengotor dan konduksi *ekstrinsik* adalah istilah untuk metode konduktivitas berdasarkan atom doping. Muatan bebas tidak dapat bergerak ke arah yang benar mengingat bahan doping p atau n. Persimpangan p-n (positif-negatif) dibuat ketika lapisan semikonduktor yang didoping p dan n digabungkan bersama-sama. Kelebihan elektron dari lapisan semikonduktor n berdifusi ke

dalam lapisan semikonduktor p di persimpangan ini. Akibatnya, sebuah daerah dengan beberapa pembawa muatan bebas dibuat. Daerah muatan ruang adalah nama yang diberikan untuk daerah ini. Selama tran periode posisi, atom doping bermuatan positif tetap di daerah n dan atom doping bermuatan negatif tetap di daerah p. Karena gerakan pembawa muatan berlawanan dengan medan listrik yang diciptakan, difusi tidak berlanjut terus menerus.



Gambar 3. Daerah Ruang Muatan Sambungan p-n
(sumber : Syukriyadin, 2006)

Pada Gambar 3. menunjukkan bentuk daerah ruang muatan pada p-n junction. Foton diserap oleh elektron dalam sel surya yang terbuat dari semikonduktor p-n ketika terkena cahaya. Elektron yang dilepaskan ditarik melalui medan listrik ke n daerah sebagai akibat dari energi yang masuk memutuskan ikatan antara elektron. Untuk sampai ke daerah p, lubang yang baru terbentuk bermigrasi ke arah yang berlawanan. Efek fotovoltaiik mencakup semua proses ini. Sel surya mengalami tegangan sebagai hasilnya dari penyebaran pembawa muatan ke dalam kontak listrik. Sel surya menghasilkan tegangan rangkaian terbuka (V_{oc}) ketika tidak ada beban. Arus listrik akan mengalir jika rangkaian listrik ditutup.

2.5. Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya

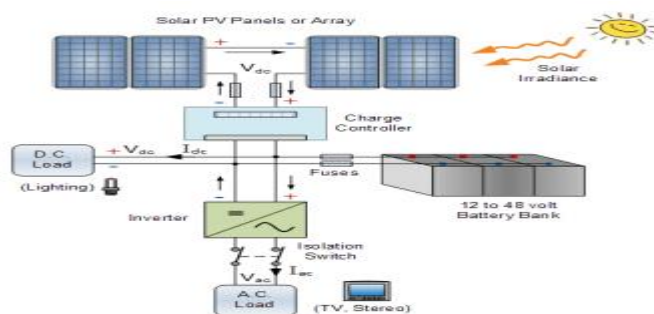
Pembangkit listrik tenaga surya biasanya terbagi dalam tiga kategori: PLTS *Hybrid*, PLTS *Off-Grid*, atau *stand-alone*.

2.5.1. Sistem PLTS *off-grid*

PLTS sistem *Off-Grid* biasa dikenal dengan Istilah "PLTS Stand Alone" mengacu pada fakta bahwa sistem ini hanya didukung oleh energi matahari yang ditangkap oleh panel surya tanpa bantuan generator jenis lain. Sebagian besar waktu, sistem PLTS *Off-Grid* digunakan untuk melistriki daerah terpencil atau terpencil yang sulit dijangkau dengan jaringan PLN. (Panji, 2021).

Days of Autonomy (DoA) biasanya diprediksi oleh kapasitas baterai di sistem PLTS *Off-Grid* pada hari-hari ketika tidak ada matahari atau awan. Ketika merencanakan kapasitas PV, ia harus dapat mengisi baterai secara bersamaan dengan jumlah yang diperlukan. energi selama periode debit dan memenuhi

persyaratan beban minimum pada tingkat radiasi 1 kW/m². Skema PLTS sistem Off-Grid adalah sebagai berikut: (Panji, 2021):



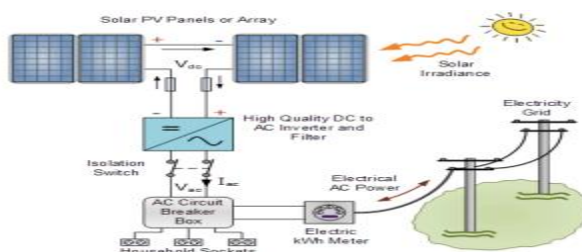
Gambar 4. Skema PLTS sistem off-grid

(Sumber: Panji Wijasa Gautama, 2021)

2.5.2. Sistem PLTS On-Grid

Teknologi yang dikenal dengan sistem PLTS *On-Grid* ini memanfaatkan sel fotovoltaik, atau sel surya, untuk mengubah sinar matahari menjadi energi listrik. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) *On-Grid* adalah pembangkit listrik tenaga surya on-grid yang dapat dihubungkan langsung ke jaringan pembangkit listrik negara (PLN) (Panji, 2021). Konfigurasi PLTS *On-Grid* cocok untuk lokasi yang terdapat listrik dan sistem on-site beroperasi pada siang hari. PLTS disebut sebagai "*On-Grid*" karena untuk koneksinya ke sistem yang ada. Pembangunan PLTS bertujuan untuk menghemat konsumsi bahan bakar.

Baterai tidak termasuk dalam berbagai jenis "*on-grid*" PV *mini-grid*. Kapasitas tenaga surya hanya dapat dibatasi hingga 20% dari beban siang hari biasa sehingga tidak mempengaruhi stabilitas sistem utama. Sistem memiliki kemampuan untuk memutuskan sambungan jika jaringan listrik kehilangan tegangan. Perkantoran, pusat perbelanjaan, dan rumah semua dapat menggunakan sistem ini. Sehingga dapat mengurangi biaya PLN atau dikompensasikan oleh PLN untuk setiap kWh listrik yang dipasok ke jaringan (Panji, 2021).

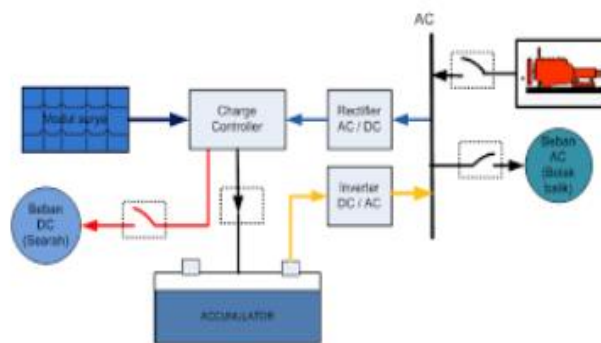


Gambar 5. Skema PLTS sistem on-grid

(Sumber: Panji wijaya Gautama, 2021)

2.5.3. Sistem PLTS Hybrid

Sistem yang menggabungkan modul surya dengan satu atau lebih pembangkit listrik pelengkap, seperti pembangkit listrik tenaga diesel, gas alam, atau angin, disebut sistem PV mini-grid hybrid. Sistem PV mini-grid, berbeda dengan PV *off-grid* sistem mini-grid atau sistem microgrid *fotovoltaik* yang terhubung ke grid, biasanya memerlukan peralatan kontrol yang cukup kompleks untuk memaksimalkan koordinasi antara pembangkit listrik ini. Ketika sistem microgrid fotovoltaik dan pembangkit listrik tenaga diesel digabungkan, misalnya, mesin diesel harus dihidupkan ketika baterai mencapai tingkat pengosongan tertentu dan berhenti ketika baterai mencapai kondisi yang cukup. Genset adalah perangkat cadangan yang dapat memasok daya ke beban dan mengisi baterai. Di daerah pedesaan yang masih mengandalkan PLTD atau genset sebagai sumber listrik energi, sistem *hybrid* PLTS juga dapat menjadi pilihan untuk mengurangi konsumsi bahan bakar. (Panji, 2021).



Gambar 6. Skema PLTS Hybrid

(Sumber : Panji, 2021)

2.6. Konfigurasi Sistem PLTS Off-Grid

PLTS *off-grid* sering juga disebut dengan PLTS *Stand Alone*, artinya sistem tersebut hanya ditenagai oleh panel surya saja tanpa ada jenis pembangkit lain (seperti PLTD). PLTS *off-grid* sangat bergantung pada matahari. Maka dari itu, PLTS *off-grid* membutuhkan media penyimpanan berupa baterai untuk mengantisipasi keadaan tanpa matahari. Untuk sistem *off-grid* memiliki beberapa pemodelan seperti berikut (Hidayat et, all., 2019):

2.6.1. Solar Home System (SHS)

PLTS jenis ini merupakan generator kecil yang dipasang di setiap rumah dan dapat digunakan oleh setiap orang secara mandiri. Sistem penyimpanan energinya menggunakan baterai dan panel surya yang terpasang di atap rumah. sistem yang digunakan adalah *off-grid*. Kebutuhan peralatan elektronik rumah tangga dan luas lahan yang tersedia akan mempengaruhi kapasitas PLTS yang

terpasang. Karena tidak membutuhkan lahan yang luas, pembangunan SHS relatif murah. Hanya komponen pendukung seperti inverter, *solar charge controller* (SCC), dan baterai menjadi solusi untuk mengurangi konsumsi bahan bakar, khususnya di Indonesia. daerah di pedesaan yang masih menggunakan genset atau PLTD sebagai solusinya (Hidayat et, all., 2019).



Gambar 7. Konfigurasi PLTS *solar home system*
(Sumber : F. Hidayat, 2019)

2.6.2 PLTS Komunal (terpusat)

PLTS komunal merupakan jenis sistem pembangkit listrik tenaga surya yang umum digunakan di daerah pelosok atau wilayah yang belum terjangkau jaringan listrik. Sistem PLTS jenis ini mengandalkan energi matahari sebagai sumber utama dengan menggunakan rangkaian *photovoltaik module* untuk menghasilkan energi listrik sesuai dengan kebutuhan. Energi yang dihasilkan dengan sistem komunal hanya akan digunakan oleh beban di rumah rumah sekitar.

Cara kerja sistem ini yaitu Baterai akan digunakan untuk menyimpan energi listrik yang dihasilkan modul surya pada siang hari, *Solar Charge Controller* mengontrol pengisian energi listrik dari PV ke baterai untuk mencegah pengisian yang berlebihan. Efisiensi sel dan intensitas radiasi matahari yang dapat diterima oleh panel menentukan jumlah energi yang dapat dihasilkan oleh panel surya. Melalui inverter, energi yang disimpan dalam baterai akan digunakan untuk memasok beban. Jaringan distribusi diperlukan untuk menyalurkan energi listrik ke bangunan sekitar.

Biaya pembangunan microgrid *fotovoltaik* ini bergantung pada jumlah beban yang tersedia. Biasanya, sistem publik membutuhkan lahan yang luas untuk panel surya. Oleh karena itu, karena termasuk tanah, peralatan sistem utama dan peralatan pembantu lainnya, maka biaya investasi yang dikeluarkan cukup besar (Hidayat et, all., 2019).

Berdasarkan teknologinya, jenis sel surya berikut dikategorikan (Panji, 2021):

1) *Monocrystalline*

Sesuai dengan namanya, sel surya kristal tunggal atau mono dibuat dari silikon kristal tunggal melalui proses yang disebut Czochralski, atau pemurnian bahan dilakukan dengan proses kristalisasi. Kristal silikon dipecah menjadi bagian yang lebih kecil dan lebih tipis selama proses pembuatan. Sel surya jenis ini lebih mahal dan memerlukan berbagai perawatan karena produksi kristal tunggal ini memerlukan proses "rekristalisasi". Sel surya jenis ini memiliki kekurangannya, ketika dirakit menjadi panel surya, itu bulat atau segi delapan, tergantung pada bentuk batang kristal silikon, meninggalkan tempat kosong. Efisiensi sel surya monokristalin berkisar antara 17% hingga 8%. (Panji, 2021).



Gambar 10. Panel jenis *monocrystalline*
(Sumber: Panji Wijaya Gautama, 2021)

2) *Polycrystalline*

Sel surya silikon polikristalin juga disebut silikon polikristalin dan silikon polikristalin. Sebuah sel tunggal modul surya polikristalin biasanya terdiri dari sejumlah kristal berbeda yang disatukan. Pemurnian kimia dan proses metalurgi kelas silikon digunakan untuk menghasilkan teknologi pemrosesan sel surya polikristalin yang lebih hemat biaya. Setelah itu, silikon yang tidak dicairkan dituangkan ke dalam cetakan persegi, dilebur, didinginkan, dan dipotong menjadi wafer persegi. Jenis sel surya yang paling banyak digunakan saat ini adalah yang satu ini. Dengan 48% produksi global, sel surya polikristalin mendominasi pasar sel surya pada tahun 2008. Pemadatan cairan silikon menghasilkan pembentukan banyak struktur kristal. Meskipun lebih murah daripada panel surya monokristalin silikon, efisiensinya hanya 12% - 14%. (Panji, 2021).



Gambar 11. Panel jenis *polycrystalline*

(Sumber: Panji Wijaya Gautama 2021)

3) *Thin Film Solar Cell*

Kebanyakan sel surya *film* tipis dan silikon amorfous adalah sel surya generasi kedua, dan lebih ekonomis daripada sel surya wafer silikon generasi pertama. Lapisan penyerapan cahaya maksimum sel wafer silikon adalah 350 μm , sedangkan lapisan penyerapan cahaya sel surya film tipis sangat tipis, biasanya 1 μm . Sistem PV film tipis tiga simpul, yang mengungguli panel lain dengan daya yang sama dengan listrik yang dihasilkan oleh udara berawan 45 persen lebih tinggi, adalah inovasi film tipis terbaru. Silikon amorf (a-Si), *cadmium telluride* (CdTe), dan *copper indium gallium selenium* (CIGS) adalah tiga jenis sel surya film tipis. (Panji, 2021).



Gambar 12. Panel jenis *thin film*

(Sumber : Panji Wijaya Gautama 2021)

Dalam merencanakan pembangunan PLTS untuk menghitung nilai kapasitas panel surya dari total beban yang digunakan pada PLTS dapat menggunakan persamaan Sebagai berikut (Kossi, 2018).

$$\text{Jumlah panel surya} = \frac{P_{wp}}{P_{mpp}} \quad (1)$$

2.7.2. *Sollar Charger Controller (SCC)*

Sollar Charger Controll (SCC) adalah perangkat elektronik yang mengatur arus searah yang ditarik dari baterai ke beban dan dibebankan ke baterai. Baterai akan dilindungi dari pengisian daya yang berlebihan oleh pengontrol, sehingga memperpanjang umurnya. Selain itu, kapasitas baterai dapat dideteksi dengan alat ini. Melalui menggunakan monitor level voltase baterai, instrumen ini mendeteksi. Pengontrol dapat mengisi baterai ke level voltase tertentu dan kemudian mengisi ulang saat mencapai titik terendah. Hal ini memungkinkan pengguna PLTS untuk mengontrol berapa banyak listrik yang digunakan dari baterai. (Romario, 2018).



Gambar 13. *Solar Charge Controller MPPT*
(sumber : Php2d Himatro, 2021)

Dalam pembangunan PLTS untuk menghitung kebutuhan *solar changer controller* menggunakan persamaan sebagai berikut (Kossi, 2018).

$$C_{ss} = \frac{Dw \times Sf}{V_{mpp}} \quad (2)$$

C_{sc} = Kapasitas dari *Solar Charge Controller*

Dw = *Demand Watt* (Permintaan watt)

Sf = *Safety Factor* (faktor keamanan) di tentukan sebesar 1,25

2.7.3. Baterai (*Battery*)

Baterai adalah komponen yang menyimpan energi listrik yang dihasilkan oleh panel surya yang menyerap sinar matahari. Saat matahari tidak bersinar seterang seharusnya, seperti saat langit mendung atau hujan, atau pada malam hari, energi listrik yang disimpan dalam baterai dapat digunakan untuk tetap menyediakan energi listrik. Tergantung pada ada atau tidaknya sinar matahari, baterai PLTS melalui siklus pengisian atau pengosongan. Panel surya akan menghasilkan listrik selama ada sinar matahari. Baterai akan menahan listrik energi yang dihasilkan oleh panel surya jika lebih besar dari yang dibutuhkan. Di sisi lain, baterai dapat menyediakan cadangan energi untuk mengimbangi kekurangan energi listrik ketika permintaan listrik melebihi output panel surya. Baterai timbal alami dan baterai nikel kadmium adalah dua jenis baterai isi ulang yang dapat digunakan dalam sistem tenaga surya. Karena efisiensinya yang lebih rendah dan harga yang lebih tinggi, baterai nikel *kadmium* jenis ini digunakan untuk dalam sistem PLTS. Karena efisiensinya yang tinggi dan harga yang lebih rendah, baterai asam timbal semakin banyak digunakan dalam sistem tenaga surya. Dalam sistem PLTS, baterai asam timbal akan berfungsi sebagai perangkat penyimpanan; diperkirakan akan terus digunakan dalam sistem PLTS komunal ukuran sedang dan besar.

Kapasitas baterai biasanya diukur dalam ampere-jam (Ah). Nilai Ah baterai adalah ukuran nilai waktu arus yang dikeluarkan dikalikan dengan arus yang tersedia. Selain itu, ketika merancang kapasitas baterai yang ingin Anda gunakan dalam Sistem PLTS *komunal*, penting untuk mempertimbangkan ukuran hari otonomi. (Rumario, 2018).



Gambar 14. Baterai
(sumber : *Php2d Himatro*)

Dalam menentukan nilai baterai pada PLTS digunakan nilai total kebutuhan listrik. untuk perhitungan kapasitas baterai dapat dilihat pada persamaan sebagai berikut (Kossi, 2018).

$$C = \frac{D_N \times E_{day}}{V_s \times DOD \times \eta_{ef}} \quad (3)$$

C = Kapasitas Baterai [*Amper-hour*]

D_N = Jumlah hari otonomi [hari] di tentukan dengan 1 hari

E_{day} = Konsumsi energi harian [Wh]

V_s = Tegangan sistem [V]

DOD = maksimum pengosongan baterai [80%] menjadi 0,8

2.7.4. Inverter

Bagian elektronik yang disebut inverter membantu panel PV mengubah arus searah (DC) menjadi arus bolak-balik (AC), yang merupakan kebutuhan sebagian besar peralatan listrik. Sistem itu sendiri serta persyaratan beban menentukan inverter mana yang paling cocok untuk aplikasi tertentu; apakah sistem tersebut merupakan sistem yang berdiri sendiri atau yang terhubung ke jaringan listrik (*grid-connected*). Selama operasi, inverter memiliki efisiensi sekitar 90 % (Rumario, 2018).

Inverter dibagi menjadi tiga kelompok: berdiri sendiri dan terhubung ke jaringan dengan cadangan baterai Inverter terhubung dari kedua jenis digunakan dalam sistem panel surya yang terhubung dengan utilitas. Inverter yang berdiri sendiri atau di luar jaringan adalah tipe ketiga, yang dirancang untuk berfungsi independen. Inverter terbagi dalam dua kategori besar jika dilihat dari segi gelombang: inverter gelombang persegi dan inverter gelombang sinus. Saat menggerakkan perangkat listrik dengan motor, inverter gelombang sinus akan mengkonsumsi listrik lebih efisien daripada inverter gelombang persegi. Ada juga inverter gelombang sinus yang dimodifikasi yang menggabungkan gelombang persegi dan gelombang sinus selama pengembangan pasarnya.

Pertimbangkan faktor-faktor ini saat memilih inverter:

- a. Sebaiknya dicoba untuk memilih inverter dengan beban kerja yang mendekati apa yang kita butuhkan untuk memaksimalkan efisiensinya.
- b. masukan DC 12 atau 24 volt.
- c. bentuk gelombang hasil AC.

Inverter biasanya mengalami rugi-rugi berupa rugi daya melalui rugi panas. Ketika beban keluaran mendekati beban pengenal, efisiensi tertinggi inverter dapat mencapai 95% hingga 97 persen. Besarnya daya AC yang dapat disuplai secara *continue* ditentukan oleh kapasitas inverter. Inverter diukur dalam Watt. Selain itu, inverter memiliki toleransi lonjakan arus untuk

perlindungan, yang menyatakan bahwa inverter dapat memberikan sejumlah daya dalam jangka waktu yang telah ditentukan sebelum gangguan ditentukan.



Gambar 15. Inverter DC-AC
(sumber : Php2d Himatro, 2021)

Dalam menentukan nilai inverter yang dipakai dapat dilihat pada persamaan sebagai berikut (Kossi, 2018).

$$Civ = Dw \times Sf \quad (4)$$

Civ = Kapasitas inverter

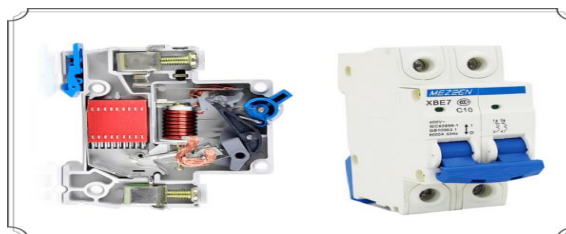
Dw = beban watt

Sf = *Safety Factor* (faktor keamanan) ditentukan sebesar 1,25 watt

2.8. Komponen Pendukung Pembangkit Listrik Tenaga Surya

2.8.1. Alat Proteksi dan Keamanan

Miniature Circuit Breaker atau disingkat MCB merupakan komponen yang sangat penting dalam instalasi listrik rumah tinggal. Pada instalasi listrik, komponen ini berfungsi sebagai pengaman terhadap beban lebih dan korsleting (korsleting). proteksi arus lebih, MCB sendiri memegang peranan penting. MCB merupakan perangkat yang mencegah rangkaian agar tidak terpengaruh oleh gangguan arus lebih seperti (*short circuit*) dan beban lebih (*overload*). Selain itu, MCB merupakan pemutus yang sangat baik untuk menentukan besarnya arus lebih. (Naksabandi, 2018).



Gambar 16. MCB
(Sumber : I.B.Naksabandi, 2018)

2.8.2. Box Panel

Box panel adalah perangkat yang mengelompokkan string PV yang masuk sesuai dengan jumlah instalasi PV untuk mencapai arus keluaran yang tinggi. Ada total tiga hingga dua puluh empat string input yang dapat diakomodasi oleh kotak penghubung. Kita dapat menyesuaikan tegangan sesuai kebutuhan dan membuatnya lebih mudah untuk dirawat dengan rakitan kotak penggabung, mencegah *korsleting* setelah pemutus sirkuit diperbaiki pelindung lonjakan arus memberikan perlindungan paling besar, terutama terhadap petir dan tegangan lebih akibat listrik statis. (Naksabandi, 2018).

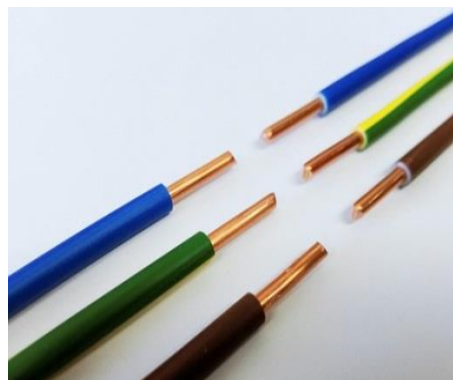


Gambar 17. box panel

(sumber : I.B. Naksabandi, 2018)

2.8.3. Kabel Penghantar

Untuk menghubungkan bagian-bagian dalam PV yang lebih kecil dari kerangka yang diharapkan, diperlukan tautan. Kabel konduktor biasanya memiliki lapisan pelindung PVC atau tembaga ketika tujuan utamanya adalah untuk menghantarkan listrik. Semakin besar diameter kawat, semakin kecil nilai resistansinya. Saat memilih kabel konduktor, Anda harus memperhatikan spesifikasi kabel untuk mengurangi kemungkinan kerugian. Karena konduktor kabel di PV biasanya tidak melebihi tegangan pengenalan yang digunakan, tegangan pengenalan harus dipertimbangkan. Saat memilih kabel, luas penampang harus diperhatikan dengan mengacu pada kuat hantar arus (KHA) (Naksabandi, 2018).



Gambar 18. kabel penghantar

(Sumber : I.B.Naksabandi 2018)

2.9. Kebutuhan energi

1. Perhitungan PV Area

Temperatur maksimum untuk Dusun Kunangan Jaya 2 RT.28 pada bulan Oktober sebesar 30,5 °C. Ada peningkatan suhu panel surya sebesar 5,5 °C dari temperatur standar pada panel surya sebesar 25°C. Kenaikan *temperature* udara 1 °C pada panel surya berakibat pada daya yang dihasilkan panel surya berkurang sebesar 0,5%. Selanjutnya dapat diperhitungkan besar daya yang berkurang sesuai persamaan berikut (Kossi, 2018).

$$P_{\text{saat t naik}} = 0,5\% \times P_{\text{mpp}} \times \text{Kenaikan suhu} \quad (5)$$

$$P_{\text{mpp } ^\circ\text{C}} = P_{\text{mpp}} - P_{^\circ\text{C}} \quad (6)$$

$$TCF = \frac{P_{\text{mpp t } ^\circ\text{C}}}{P_{\text{mpp}}} \quad (7)$$

$$PV \text{ Area} = \frac{E_L}{G_{sr} \times TCF \times \eta_{PV} \times \eta_{ef}} \quad (8)$$

P_{mpp} = Daya keluaran maksimal dari panel surya

$P_{^\circ\text{C}}$ = Daya pada saat naik dari suhu standar

TCF = *Temperature Correction Faktor*

E_L = Energi yang dibangkitkan [kWh/hari]

$PV \text{ Area}$ = Luas permukaan panel surya [m^2]

G_{sr} = Intensitas matahari harian [$\text{kW}/\text{m}^2/\text{hari}$]

η_{pv} = Efisiensi panel surya [%]

η_{ef} = Efisiensi keluaran [%]

2. Perhitungan Daya Yang Di Bangkitkan (*Watt Peak*)

Daya (*wattpeak*) yang dibangkitkan PLTS untuk memenuhi kebutuhan energi, diperhitungkan dengan persamaan sebagai berikut (Kossi, 2018).

$$P_{wp} = PV \text{ Area} \times PSI \times \eta_{pv} \quad (9)$$

P_{wp} = Daya yang dibangkitkan panel

PSI = peak solar insolation adalah 1.000 W/m^2

η_{pv} = efisiensi panel surya [%]

3. Perhitungan Pencahayaan Lampu Pada Ruangan

Dalam menentukan pencahayaan lampu pada ruangan dibutuhkan perhitungan menggunakan persamaan sebagai berikut (Putra et al., 2021)

$$N = \frac{E \times L \times W}{\phi \times LLF \times Cu \times n} \quad (10)$$

N = Jumlah titik lampu

E = Kuat penerangan [*lux*]

Ø = Total lumen lampu / *Lamp Luminous Flux*.

LLF = *Light Loss Factor*/Faktor cahaya rugi, standar ruangan.

CU = *Coeffesien of Utilization*/Faktor pemanfaatan, standar ruangan.

n = Jumlah lampu dalam 1 titik lampu

L = Panjang Ruangan

W = Lebar ruangan

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Dusun Kunangan Jaya 2 RT.28, Desa Bungku Kecamatan Bajubang, Kabupaten Batanghari, Provinsi Jambi. Penulis mengambil tempat penelitian di Dusun Kunangan Jaya 2 RT.28 sebab penulis melihat bahwa di desa tersebut masih belum tersentuh oleh PLN, dan kebutuhan listriknya masih sangat minim, oleh karena itu penulis melakukan penelitian di desa tersebut.

Dalam perencanaan pembangunan PLTS akan dibangun di RT.28 Dusun Kunangan Jaya 2 Desa Bungku. Kondisi wilayah dari lokasi pembangunan PLTS dapat dilihat pada gambar 19 berikut.



Gambar 19. Lokasi Perencanaan Pembangunan PLTS
(sumber : dokumentasi pribadi)

3.2. Metode Penelitian

Mendukung tercapainya tujuan perencanaan atau mengungkapkan, mendeskripsikan, dan menyimpulkan hasil pemecahan suatu masalah dengan cara-cara tertentu sesuai dengan prosedur penelitian adalah perencanaan penelitian yang baik. Metode *historis*, metode *deskriptif*, dan metode *eksperimental*, sering digunakan.

Metode penelitian deskriptif digunakan oleh penulis. Pemilihan teknik semacam ini digunakan berdasarkan pemikiran bahwa ide penelitian menggambarkan suatu perencanaan yang akan dilakukan untuk memenuhi kebutuhan listrik pada Masjid, Sekolah Dasar, dan Polindes .

3.3. Alat dan bahan

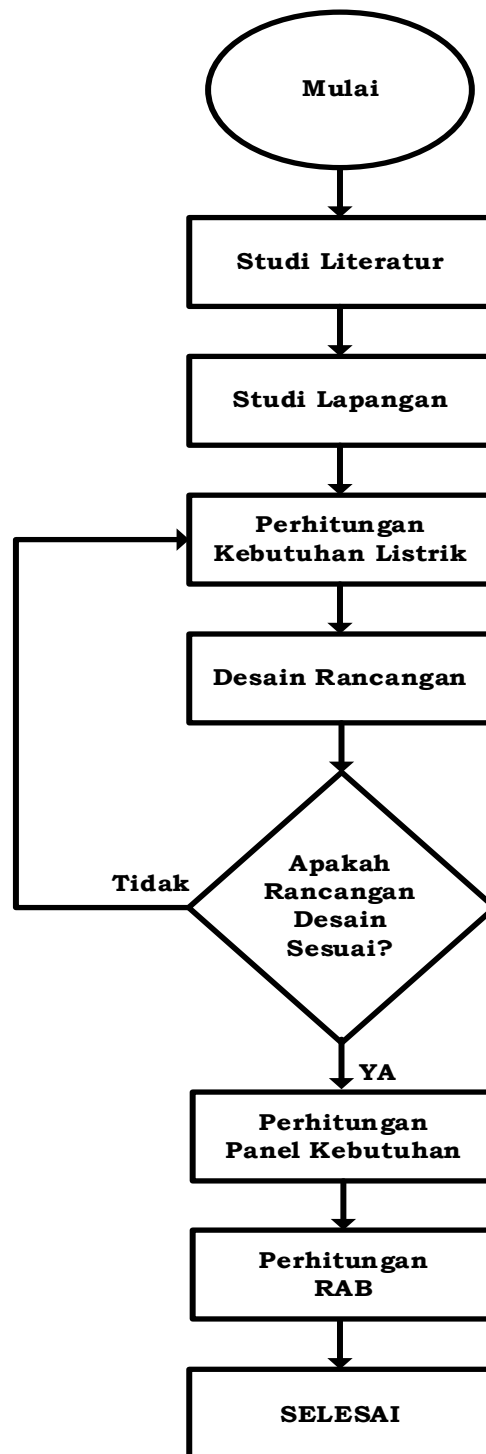
Dalam penelitian ini memerlukan alat dan bahan yang digunakan untuk melakukan implementasi, perancangan pengujian, dan proses pengujian perangkat lunak, proses validasi, proses pelaporan, dan juga semua proses yang berkaitan sebagai penunjang penelitian. Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Komputer laptop dengan spesifikasi *processor intel core i3* dengan *intel HD Graphics 1366* dan *ram 4*
- *Microsoft word*
- *Google chrome*
- Koneksi internet
- *Global solar atlas*
- *Autocad*
- Meteran
- *Weather*

Alat-alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini tertera pada tulisan diatas. *Microsoft word* digunakan untuk penulisan pelaporan penelitian dan perencanaan pengujian. *Google chrome* dan koneksi internet digunakan sebagai bahan perencanaan dimana perencanaan dilakukan secara manual. Aplikasi *global solar atlas* digunakan untuk melihat data radiasi matahari yang ada pada Dusun Kunangan Jaya 2 RT.28. Aplikasi *autocad* digunakan untuk mendesain dan merancang instalasi listrik yang ada pada bangunan Masjid, Polides, dan Sekolah Dasar. Meteran digunakan sebagai bahan pengukuran luas bangunan yang ada pada dusun tersebut yaitu: Masjid, Polides, dan Sekolah Dasar. Selanjutnya penulis melakukan penelitian menggunakan Aplikasi *Weather* untuk mengetahui temperatur yang ada di Dusun Kunangan Jaya 2 RT.28.

3.4. Pelaksanaan penelitian

Kerangka berpikir dalam penelitian ini berupa gambar sistematis penelitian mulia tahap persiapan sampai tahap penyelesaian berikut:



Gambar 20. Diagram alur penelitian

Pelaksanaan penelitian yang digunakan pada penelitian ini tertera pada gambar 20. Studi literatur dilakukan untuk mencari teori, temuan dan bahan

penelitian sebelumnya yang relevan dengan permasalahan meliputi jurnal, buku, dan referensi lainnya tentang perencanaan pembangkit listrik tenaga surya yang dapat membantu peneliti dalam melakukan penelitian. Studi lapangan dilakukan untuk mengetahui kebutuhan kapasitas pada fasilitas umum yaitu: Masjid, Polides, dan Sekolah Dasar, untuk mengetahui berapa panel yang akan digunakan, untuk mengukur radiasi matahari, dan untuk mengukur luas bangunan. Peneliti melakukan perhitungan kebutuhan listrik digunakan untuk mengetahui seberapa banyak kebutuhan yang akan di pakai pada fasilitas umum. Peneliti melakukan desain rancangan untuk menggambarkan instalasi yang akan digunakan pada perencanaan yang akan dilakukan. Peneliti melakukan perhitungan panel kebutuhan agar panel yang akan digunakan sesuai pada perencanaan yang akan peneliti lakukan. Adapun perhitungan RAB dilakukan untuk mengetahui pengeluaran biaya yang akan direncanakan.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan membahas tentang kebutuhan dari Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) mulai dari data radiasi matahari, kebutuhan dalam pembangunan PLTS, desain rancangan PLTS, panel kebutuhan, dan RAB

4.1 Data Radiasi Matahari

Desa Bungku merupakan desa yang terletak di Kecamatan Bajubang Kabupaten Batanghari Provinsi Jambi. Desa Bungku terletak di daerah dataran rendah sehingga membuat daerah tersebut memiliki tingkat radiasi cahaya matahari yang tinggi. Pada peneliti untuk mengetahui tingkat radiasi matahari di Dusun Kunangan Jaya 2 RT.28 peneliti menggunakan aplikasi *Global Solar Atlas*, sedangkan untuk mengetahui *temperature* yang ada di Dusun Kunangan Jaya 2 RT.28 menggunakan aplikasi *weather*. Data radiasi matahari serta data *temperature* dapat dilihat pada Tabel 2 dan 3 berikut.

Tabel 2. Data Radiasi Matahari Desa Bungku Menggunakan Aplikasi *Global Solar Atlas*

Iradiasi Normal Langsung	DNI	2.345 kWh/m ² per hari
Iradiasi Horizontal Global	GHI	4.534 kWh/m ² per hari
Iradiasi Horizontal Menyebar	DIF	2.691 kWh/m ² per hari
Iradiasi Miring Global pada Sudut Optimal	GTI opta	4.549 kWh/m ² per hari
Kemiringan Modul PV yang Optimal	OPTA	6 ^o
Suhu Udara	TEMP	26.9 °C
Ketinggian Medan	ELE	66 m

Dari Tabel 2 data radiasi matahari dapat di jelaskan bahwa DNI mengacu pada permukaan yang tegak lurus terhadap Matahari. Sedangkan GHI dan DIF mengacu pada permukaan *horizontal* ke tanah. Kemudian GTI opta diaman data radiasi ini yang dipakai untuk menghitung kapasitas komponen, serta nilai data radiasi GTI opta lebih optimal dan lebih tinggi dibandingkan DNI, GHI, dan DIF.

Tabel 3. Data *Temperature* Dusun Kunangan Jaya 2 RT.28

No	Hari	<i>Temperature</i> <i>Minimum</i> [°C]	<i>Temperature</i> <i>Maksimum</i> [°C]
1	Senin	23	31
2	Selasa	23	32
3	Rabu	23	31

4	Kamis	23	28
5	Jumat	22	31
6	Sabtu	23	30
<i>Minimum</i>		22	28
<i>Maksimum</i>		23	32
Rata-rata		22,8	30,5

4.2 Kebutuhan Perencanaan PLTS

Penulis saat melakukan pembangunan PLTS perlu dilakukan perhitungan beban yang akan digunakan terlebih dahulu seperti pada kebutuhan Masjid, Polides, dan Sekolah Dasar. Perhitungan beban dilakukan sebelum melakukan pembangunan PLTS agar komponen-komponen yang digunakan pada PLTS sesuai dengan beban yang digunakan.

4.2.1 Kebutuhan Beban Masjid

Masjid merupakan salah satu fasilitas umum Dusun Kunangan Jaya 2 RT.28 yang digunakan untuk melakukan peribadahan. Adapun beberapa beban yang akan digunakan yaitu seperti lampu ruangan, lampu teras, lampu kamar mandi, toa masjid, pompa air, dan kipas angin.

Untuk cahaya lampu ruangan dapat dihitung menggunakan persamaan 10, dimana LLF yang dipakai 0,75 dan Cu yang dipakai 0,6 (Putra et al., 2021), berikut perhitungan pencahayaan lampu pada Masjid:

1. Kamar mandi dengan *Lux* 250, panjang dan luas sebesar 3m x 2m dan lumen lampu 20 w sebesar 1.280.

$$N = \frac{E \times L \times W}{\phi \times LLF \times Cu \times n}$$

$$N = \frac{250 \times 3 \times 2}{1.280 \times 0,75 \times 0,6 \times 1}$$

$$= \frac{1500}{576} = 2 \text{ lampu}$$

2. Teras depan dengan *Lux* 60, panjang dan luas sebesar 2m x 11,5 m dan lumen lampu 9 w sebesar 900

$$N = \frac{E \times L \times W}{\phi \times LLF \times Cu \times n}$$

$$N = \frac{60 \times 2 \times 11,5}{900 \times 0,75 \times 0,6 \times 1}$$

$$= \frac{1380}{405} = 3 \text{ lampu}$$

3. Teras samping dengan *Lux* 60, Panjang dan luas sebesar 10m x 2m dan lumen lampu 9 w sebesar 900

$$N = \frac{E \times L \times W}{\phi \times LLF \times Cu \times n}$$

$$N = \frac{60 \times 10 \times 2}{900 \times 0,75 \times 0,6 \times 1}$$

$$= \frac{1200}{405} = 2 \text{ lampu}$$

4. Ruang utama dengan *Lux* 200, Panjang dan luas sebesar 8m x 6,5m dan lumen lampu 30 w sebesar 2.700.

$$N = \frac{E \times L \times W}{\phi \times LLF \times Cu \times n}$$

$$N = \frac{200 \times 8 \times 6,5}{2.700 \times 0,75 \times 0,6 \times 1}$$

$$= \frac{10.400}{1.215} = 8 \text{ lampu}$$

Perhitungan pencahayaan lampu dengan menggunakan SNI didapat hasil 15 lampu. Total dari beban yang digunakan oleh Masjid yang dapat dilihat pada Tabel 4 berikut.

Tabel 4. Kebutuhan Beban Masjid

No.	Jenis Beban	Jumlah	Tegangan (V)	Daya Beban (Watt)	Pemakaian (Jam/Hari)	Total daya beban (Wh)
1.	Lampu Ruangan utama	8	220	30	7	1.680
2.	Lampu Teras	5	220	9	7	315
3.	Lampu Kamar Mandi	2	220	20	7	280
4.	Toa Masjid	1	220	400	2	800
5.	Pompa Air	1	220	400	2	800
6.	Kipas Angin	2	220	103	4	824

Total	4.699
--------------	-------



Gambar 21. Masjid Dusun Kunangan Jaya 2 RT.28
(sumber : dokumentasi pribadi)

Gambar 21 merupakan tempat untuk pemasangan panel di atap Masjid, karena setelah di survei lokasi untuk pemasangan yang tepat itu di Masjid.

4.2.2 Kebutuhan Beban Polides

Polides merupakan salah satu fasilitas umum kesehatan yang ada pada Dusun Kunangan Jaya 2 RT.28. Polides memiliki beberapa beban seperti lampu ruangan pasien, toilet, dapur, gudang, ruang utama, kipas angin, pompa air, dan *rice cooker*.

Untuk cahaya lampu ruangan dapat dihitung menggunakan persamaaan 10, dimana LLF yang dipakai 0,75 dan Cu yang dipakai 0,6 (Putra at el., 2021), berikut perhitungan pencahayaan lampu pada Polides:

1. Ruang pasien dengan *Lux* 250, panjang dan luas sebesar 4m x 3m dan lumen lampu 20 w sebesar 1.280.

$$N = \frac{E \times L \times W}{\phi \times LLF \times Cu \times n}$$

$$N = \frac{250 \times 4 \times 3}{1.280 \times 0,75 \times 0,6 \times 1}$$

$$= \frac{3000}{576} = 5 \text{ lampu}$$

2. Ruang utama dengan *Lux* 200, Panjang dan luas sebesar 3 m x 7m dan lumen lampu 30 w sebesar 2.700.

$$N = \frac{E \times L \times W}{\phi \times LLF \times Cu \times n}$$

$$N = \frac{200 \times 3 \times 7}{2.700 \times 0,75 \times 0,6 \times 1}$$

$$= \frac{4.200}{1.215} = 3 \text{ lampu}$$

3. Dapur dengan *Lux* 250, Panjang dan luas 4m x 2m dan lumen Lampu 20 w sebesar 1.280.

$$N = \frac{E \times L \times W}{\emptyset \times LLF \times Cu \times n}$$

$$N = \frac{250 \times 4 \times 2}{1.280 \times 0,75 \times 0,6 \times 1}$$

$$= \frac{2.000}{576} = 3 \text{ lampu}$$

4. Gudang dengan *Lux* 100. Panjang dan luas 3 x 2 dan lumen lampu 9 w sebesar 900.

$$N = \frac{E \times L \times W}{\emptyset \times LLF \times Cu \times n}$$

$$N = \frac{100 \times 3 \times 2}{900 \times 0,75 \times 0,6 \times 1}$$

$$= \frac{600}{405} = 1 \text{ lampu}$$

5. Kamar mandi dengan *Lux* 250, Panjang dan luas 2m x 3m dan lumen lampu 9 w sebesar 900.

$$N = \frac{E \times L \times W}{\emptyset \times LLF \times Cu \times n}$$

$$N = \frac{250 \times 2 \times 3}{900 \times 0,75 \times 0,6 \times 1}$$

$$= \frac{1.500}{405} = 3 \text{ lampu}$$

6. Teras depan dengan *Lux* 60, Panjang dan luas 2m x 4m dan lumen lampu 9 w sebesar 900.

$$N = \frac{E \times L \times W}{\emptyset \times LLF \times Cu \times n}$$

$$N = \frac{60 \times 2 \times 4}{205 \times 0,75 \times 0,6 \times 1}$$

$$= \frac{480}{405} = 1 \text{ lampu}$$

Perhitungan pencahayaan lampu pada ruangan yang ada di Polides dengan SNI total keseluruhan 16 lampu. Adapun rincian kebutuhan beban pada polides dapat dilihat pada Tabel 5 berikut.

Tabel 5. Kebutuhan Beban Polides

No.	Jenis Beban	Jumlah	Tegangan (V)	Daya Beban (Watt)	Pemakaian (Jam/Hari)	Total daya beban (Wh)
1.	Lampu Ruangan Kamar mandi	3	220	9	7	189
2.	Lampu Ruangan Dapur	3	220	20	7	420
3.	Lampu Teras	1	220	9	7	63
4.	Lampu ruang utama	3	220	30	7	630
5.	Lampu Ruangan Gudang	1	220	9	7	63
6.	Lampu Ruangan Pasien	5	220	20	7	700
7.	Kipas Angin	2	220	103	4	824
8.	Pompa Air	1	220	400	2	800
9.	Rice Cooker	1	220	380	3	1.140
Total						4.829



Gambar 22. Polides Dusun Kunangan Jaya 2 RT.28
(sumber : dokumentasi pribadi)

4.2.3 Kebutuhan Beban Sekolah Dasar

Sekolah Dasar merupakan salah satu bangunan umum yang digunakan warga sebagai tempat pembelajaran bagi anak SD di Dusun Kunangan Jaya 2 RT. 28. Adapun beberapa beban yang digunakan pada bangunan tersebut yaitu lampu ruang kelas dengan total 2 lampu pada setiap kelasnya.

Untuk cahaya lampu ruangan dapat dihitung menggunakan persamaan 10, dimana LLF yang dipakai 0,75 dan Cu yang dipakai 0,6 (Putra et al., 2021), berikut perhitungan pencahayaan lampu pada Sekolah Dasar:

1. Ruang kelas 1 dengan *Lux* 250, Panjang dan luas 6m x 8m, serta lumen lampu 40 w sebesar 4000.

$$N = \frac{E \times L \times W}{\phi \times LLF \times Cu \times n}$$

$$N = \frac{250 \times 12 \times 8}{4000 \times 0,75 \times 0,6 \times 1}$$

$$= \frac{12.000}{1.800} = 6 \text{ lampu}$$

2. Ruang kelas 2 dengan *Lux* 250, Panjang dan luas 6m x 8m, serta lumen lampu 40 w sebesar 4000.

$$N = \frac{E \times L \times W}{\phi \times LLF \times Cu \times n}$$

$$N = \frac{250 \times 6 \times 8}{4000 \times 0,75 \times 0,6 \times 1}$$

$$= \frac{12.000}{1.800} = 6 \text{ lampu}$$

Perhitungan pencahayaan lampu dengan menggunakan perhitungan SNI didapat hasil 12 lampu. Untuk data lengkap dari kebutuhan beban Sekolah Dasar dapat dilihat pada Tabel 6 berikut.

Tabel 6. Kebutuhan Beban Sekolah Dasar

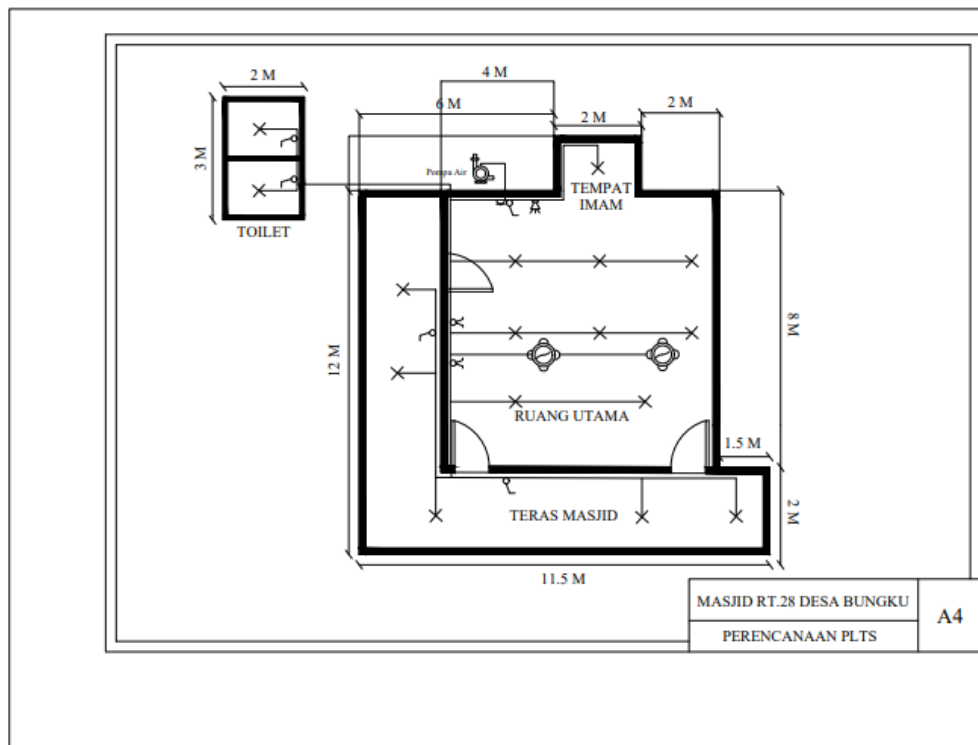
No.	Jenis Beban	Jumlah	Tegangan (V)	Daya Beban (Watt)	Pemakaian (Jam/Hari)	Total daya beban (Wh)
1.	Lampu Ruang Kelas	12	220	40	7	3.360
2.	Proyektor	2	220	330	3	1.980
Total						5.340



Gambar 23. Sekolah Dasar Dusun Kunangan Jaya 2 RT.28
(sumber : dokumentasi pribadi)

4.3. Desain Rancang

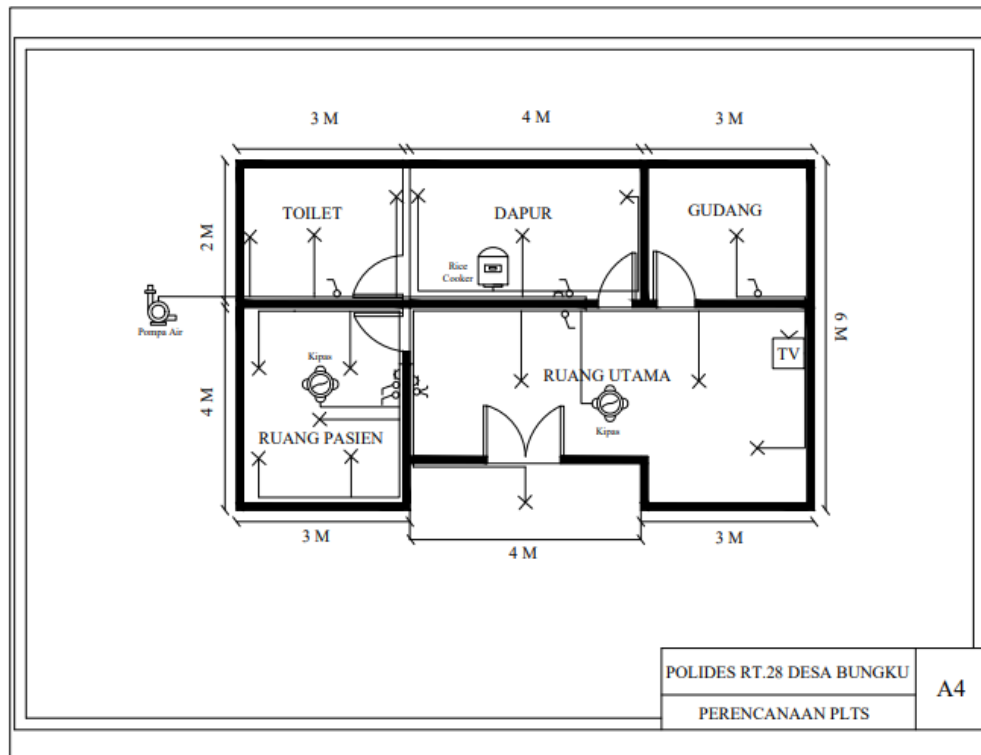
4.3.1 Desain Rancang Masjid



Gambar 24. Denah Instalasi Listrik Masjid Dusun Kunangan Jaya 2 RT.28

Gambar 24 merupakan desain Masjid yang ada pada Dusun Kunangan Jaya 2 RT.28 yang sekaligus menjadi tempat peletakan panel surya, Masjid memiliki luas 11,5 meter, Panjang masjid 12 meter, serta luas kamar mandi 3 meter.

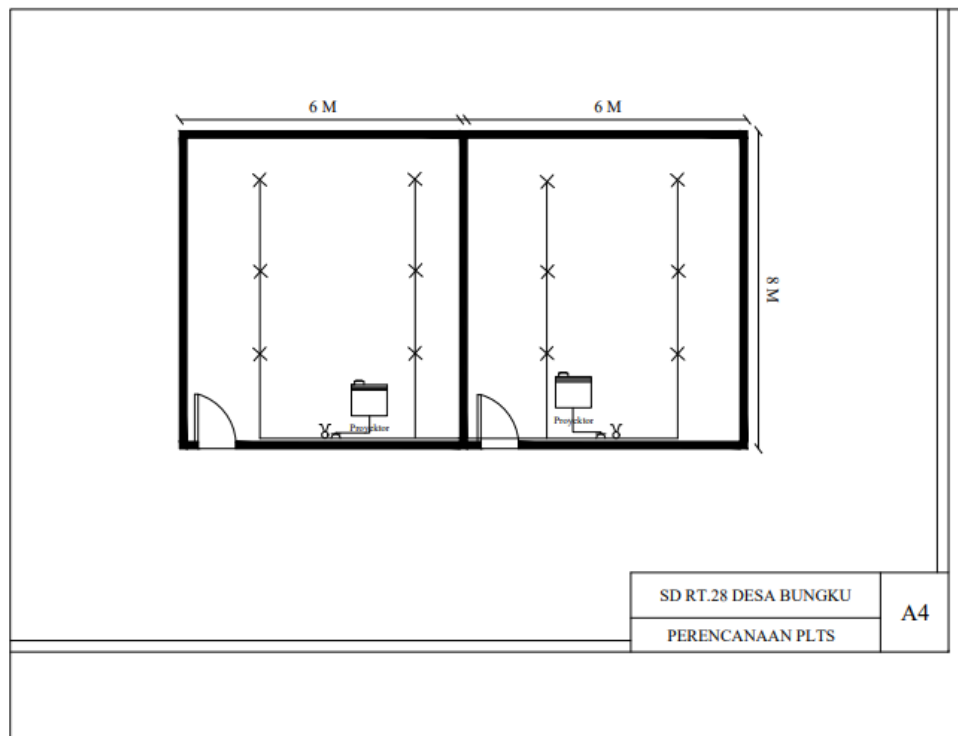
4.3.2 Desain Rancang Polides



Gambar 25. Denah Instalasi Listrik Polides Dusun Kunangan Jaya 2 RT.28

Dari hasil pendataan yang dilakukan dengan cara melakukan survei ke lokasi Polides memiliki beberapa ruangan yang membutuhkan penerangan seperti lampu teras, lampu ruangan, lampu kamar, dan lampu kamar mandi, serta kebutuhan lainnya, polides sendiri memiliki luas 10 meter dan panjang 6 meter, dapat dari gambar tersebut merupakan proses instalasi yang akan di rencanakan

4.3.3 Desain Rancang Sekolah Dasar



Gambar 26. Denah Instalasi Listrik Sekolah Dasar Dusun Kunangan Jaya 2 RT.28

Gambar 26 merupakan bangunan Sekolah Dasar yang ada pada Dusun Kunangan Jaya 2 RT 28. Dari gambar tersebut dapat dilihat proses instalasi yang akan di rencanakan.

4.4. Perhitungan Komponen PLTS

Pada penelitian ini perhitungan kebutuhan energi listrik untuk Masjid sebesar 4.699 Wh, Polides 4.829 Wh, dan Sekolah Dasar 5.340 Wh. sedangkan untuk mengantisipasi penurunan penduduk dan kinerja komponen PLTS, energi dicadangkan sebesar 30% dari total energi yang dibangkitkan. Demikian pula untuk mengantisipasi rugi-rugi sistem dan jaringan distribusi, rugi-rugi sistem dan JTR di asumsikan sebesar 30% dari energi total dan energi cadangan (Kossi, 2018). Sehingga total estimasi kebutuhan energi listrik Dusun Kunangan Jaya 2 RT.28 sebesar 25.126 Wh yang ditunjukkan pada Tabel 7.

Tabel 7. Total Kebutuhan Beban

No	Kebutuhan Beban	Total daya beban (Wh)
1.	Masjid	4.699
2.	Polides	4.829
3.	Sekolah	5.340

Total A	14.868
Cadangan energi = 30% x total A	4.460
Total B = Total A + Cadangan Energi	19.328
Rugi-Rugi sistem + JTR = 30% x Total B	5.798
Jumlah Total = Total B + Rugi-Rugi sistem	25.126

Berdasarkan hasil penjumlahan total kebutuhan beban yang akan ditanggung oleh PLTS sebesar 25.126 Wh dengan mencakup kebutuhan beban Masjid, Polides dan Sekolah Dasar. Untuk melakukan perhitungan dari komponen-komponen yang akan digunakan pada PLTS diperlukan data iradiasi miring global pada sudut optimal panel surya di Dusun Kunangan Jaya 2 RT.28 yang telah dilakukan pengambilan data tersebut dengan aplikasi *Global Sollar Atlas* dengan nilai sebesar 4,549 kW/m² per hari.

a. Menghitung Area (PV Area)

Untuk mengetahui nilai dari perhitungan PV area peneliti menggunakan persamaan 5.

$$\begin{aligned}
 P_{\text{saat } t \text{ naik } 5,5 \text{ } ^\circ\text{C}} &= 0,5\% \times P_{\text{MPP}} \times \text{Kenaikan temperatur (} ^\circ\text{C)} \\
 &= 0,5\% \times 200 \text{ W} \times 5,5 \text{ } ^\circ\text{C} \\
 &= 5,5 \text{ W}
 \end{aligned}$$

Daya keluaran maksimum panel surya pada saat temperaturnya naik menjadi 30,5 °C, diperhitungkan dengan persamaan 6.

$$\begin{aligned}
 P_{\text{MPP saat naik } ^\circ\text{C}} &= 200\text{W} - 5,5 \text{ W} \\
 &= 194,5\text{W}
 \end{aligned}$$

Selanjutnya menghitung TCF (*Temperature Correction Factor*) menggunakan persamaan 7.

$$TCF = \frac{194,5\text{W}}{200} = 0,97$$

Efisiensi keluaran (η_{out}) ditentukan berdasarkan efisiensi komponen-komponen yang melengkapi Plts. Nilai E_L Sebesar 25.126 Wh, di ubah menjadi 25,1 kWh per hari, nilai G_{av} sebesar 4,549 Kw/m² per hari, nilai TCF sebesar 0,97, nilai η_{PV} sebesar 0,16, nilai η_{out} sebesar 0,95. Di hitung menggunakan persamaan 8.

$$PV \text{ Area} = \frac{25,1}{4,549 \times 0,97 \times 0,16 \times 0,95} = 37,423 \text{ m}^2$$

b. Menghitung Daya Yang Di Bangkitkan PLTS (WattPeak)

Dengan *area array* adalah 37,423 m², nilai PSI sebesar 1000 W/m², untuk mencari besar daya yang dibangkitkan PLTS (WattPeak) menggunakan persamaan 9.

$$\begin{aligned} P_{wattpeak} &= 37,423 \times 1.000 \times 0,16 \\ &= 5.987 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan tersebut, di dapat hasil estimasi total kebutuhan energi harian Desa Bungku pada Dusun Kunangan Jaya 2 RT.28 sebesar 25,1 kWh perhari dengan daya yang dibangkitkan sebesar 5.987 wattpeak.

c. Menghitung Jumlah Panel Surya

Panel surya yang di pergunakan sebagai acuan adalah panel surya yang terpasang pada PLTS. Panel surya memiliki spesifikasi P_{MPP} sebesar 200 Wp per panel, untuk menghitung jumlah panel surya menggunakan persamaan 1.

$$\begin{aligned} \text{Jumlah panel surya} &= \frac{5.987}{200} \\ &= 29,9 \text{ unit} \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan jumlah panel surya didapat 29,9 unit, dan nilai tersebut dibulatkan menjadi 30 unit, karena ketersediaan unit di pasaran. Panel surya yang digunakan yaitu *monocrystalline* dengan spesifikasi $V_{MPP} = 35,9V$, $I_{MPP} = 5,57 A$, dan $P_{MPP} = 200 Wp$. Panel surya dihubungkan secara seri 2 dan parallel 15 dengan di peroleh hasil akhir yaitu $V_{total} = 71,8 V$, $I_{total} = 83,55 A$ dan $P_{total} = 6000 W$

d. Menghitung Kapasitas Solar Charge Controller

Untuk melakukan perhitungan dalam menentukan kapasitas *solar charge controller* menggunakan persamaan 2 dengan hasil perhitungan sebagai berikut.

$$\begin{aligned} C_{scc} &= \frac{6.000 \times 1,25}{71,8} \\ &= 104,45 A \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan diatas didapat nilai *solar charge controller* sebesar 104,45 A. karena ketersediaan unit dipasaran sehingga nilai *solar charge controller* dibulatkan menjadi 120 A.

e. Perhitungan Kapasitas Baterai

Pada penelitian ini untuk menentukan kapasitas baterai penulis menggunakan jenis baterai yang memiliki tegangan kerja sebesar 12 V, 100 Ah, maksimum pengosongan baterai yang digunakan sebesar 80 %, dan nilai efisiensi baterai 95%, untuk menentukan tegangan sistem pada baterai ditentukan dengan spesifikasi yang ada pada inverter (Panduan ESDM, 2014). Untuk

menghitung kapasitas baterai menggunakan persamaan 3 dengan hasil perhitungan sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 C &= \frac{1 \times 25.126}{48 \times 0,8 \times 0,95} \\
 &= \frac{25.126}{36,48} \\
 &= 688 \text{ Ah}
 \end{aligned}$$

Maka jumlah baterai yang dibutuhkan adalah jumlah baterai yang dihubungkan secara seri = $48/12$ menjadi 4 buah, setelah itu jumlah baterai yang di hubungkan secara paralel = $688/100$ menjadi 6,88 buah (dibulatkan 7 buah). Sehingga total jumlah baterai yang dibutuhkan = jumlah seri x jumlah paralel = 28 buah

f. Perhitungan Kapasitas Inverter

Pada penelitian ini untuk mengetahui nilai kebutuhan kapasitas pada inverter menggunakan persamaan 4 dengan hasil perhitungan sebagai berikut.

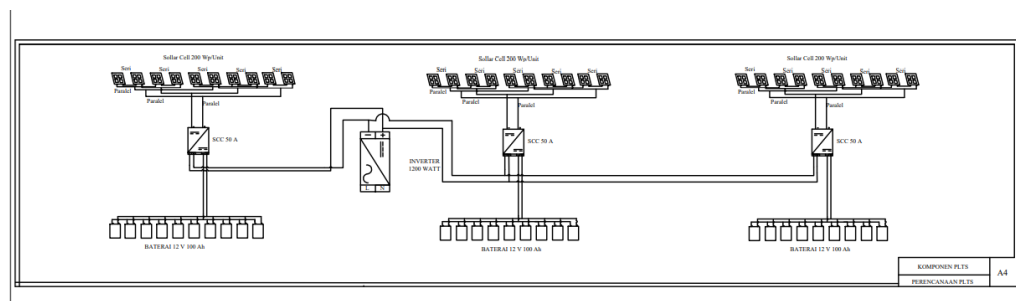
$$\begin{aligned}
 \text{Capacity of inverter} &= 6.000 \times 1,25 \\
 &= 7.500 \text{ Watt}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan di dapat hasil nilai kapasitas inverter sebesar 7.500 Watt, karena ketersediaan unit dipasaran maka jumlah nilai dari kapasitas inverter di bulatkan menjadi 8000 Watt. Setelah melakukan beberapa perhitungan komponen PLTS yang meliputi panel surya, *solar charge controller*, inverter, dan baterai, maka didapat lah beberapa komponen plts dengan spesifikasi seperti tabel 8. Untuk rancangan rangkaian plts dapat dilihat pada gambar 27.

Tabel 8. Spesifikasi Komponen PLTS di Dusun Kunangan Jaya 2. RT.28

No	Nama Komponen	Spesifikasi	Jumlah
1	Panel surya	Type : <i>monocrystalline</i> Pmax : 220 watt Vpm : 35,9 Volt Isc : 5,57 Ampere <i>Power tolerance</i> ± 5% <i>Efficiency</i> : >16%	14

<i>Maximum system voltage : 1,000 v</i>		
2	Solat MPPT Control	Type : powmr MPPT 1
<i>Max charging current : 70 A</i>		
<i>MPPT Volt : 72-160 Vdc</i>		
3	Inverter	Type : inverter pure sinewave 1
<i>Input voltage : 48 Vdc</i>		
<i>Output voltage : 220 Vac</i>		
<i>Frequency : 50 Hz</i>		
4	Baterai	Type : lifepo4 18
<i>Capacity : 100 Ah</i>		
<i>Voltage : 12 volt</i>		



Gambar 27. Rangkaian perencanaan PLTS

4.5. Anggaran Biaya Pembangunan PLTS

Pada penelitian ini setelah melakukan perhitungan dari tiap komponen yang akan dibangun pada PLTS baik komponen utama seperti Panel Surya, *Controller*, Inverter, Baterai maupun komponen penunjang seperti baut, box panel dan lain sebagainya. selanjutnya yaitu melakukan perhitungan Rancangan Anggaran Biaya (RAB) untuk menunjang dalam proses pembangunan PLTS. Data lengkap dari komponen yang akan digunakan pada pembangunan PLTS dapat dilihat pada Tabel 9 berikut.

Tabel 9. Rancangan Anggaran Biaya PLTS

No.	Nama Komponen	Jumlah	Harga (Rp)	Total Harga (Rp)
1.	Panel Surya <i>monocrystalline</i> 200 Wp	30	2.400.000	72.000.000
2.	Baterai 12 Volt 100 Ah	28	1.900.000	53.200.000
3.	Inverter 8000 Watt	1	13.400.000	13.400.000
4.	Mppt 40 A	3	1.950.000	5.850.000
6.	Kabel Nya 1,5 ml	2	335.000	670.000
7.	Kabel Nya 2,5 ml	20	197.000	3.940.000
8.	Kabel NyAf 4 mm ²	6	312.000	1.872.000
9.	<i>Miniature Circuit Breaker</i> DC 30 A panel ke scc	3	165.000	495.000
10	Mcb ac inveter ke distribusi 40 a	1	70.000	70.000
11.	Isolasi	20	10.000	200.000
12.	Baut	100	500	50.000
13.	Box Panel 40x50x20	1	300.000	300.000
Total Harga				138.647.000

Berdasarkan Tabel 9 rencana anggaran biaya dengan total keseluruhan yang akan dibangun yaitu Rp. 138.647.000. total biaya dari yang telah di rencanakan cocok di terapkan pada Dusun Kunangan Jaya 2 RT.28, karena dusun tersebut dapat mengajukan proposal pada perusahaan yang ada di sana, serta dapat menggunakan dana dari pemerintah, atau warga setempat melakukan iuran untuk dapat membangkitkan PLTS.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Ada beberapa kesimpulan yang dapat di ambil dari penelitian yang telah dilakukan, antara lain:

1. Konsep dari perencanaan yang dilakukan yaitu: melakukan studi literatur digunakan sebagai acuan penulis melaksanakan penelitian, setelah itu melakukan studi lapangan untuk mengetahui lokasi penelitian, kemudian dilanjutkan dengan menghitung kebutuhan fasilitas umum, serta menghitung rencana anggaran biaya yang akan digunakan dengan total harga Rp. 138.647.000, dengan total energi listrik pada fasilitas umum sebesar 25.126 Wh, serta inverter yang dibutuhkan sebesar 8000 watt, kemudian baterai yang dibutuhkan sebanyak 2.800 ah, lalu panel yang dibutuhkan sebesar 6.000, dan *solar charge controller* yang di butuhkan sebesar 40 A sebanyak 3 unit.
2. Berdasarkan hasil dari penelitian yang penulis lakukan Dusun Kunangan Jaya 2 RT.28 dikatakan layak membangun PLTS, karena data dari survei sebelumnya memiliki intensitas cahaya matahari yang cukup baik, kemudian Dusun Kunangan Jaya 2 RT.28 belum terjangkau oleh aliran listrik dari PLN, serta dusun tersebut dapat mengajukan proposal ke perusahaan, kemudian juga dapat menggunakan dana dari pemerintah, atau pun warga pada dusun tersebut dapat melakukan iuran.

5.2. Saran

Adapun Saran dari penelitian ini adalah:

1. Pada penelitian selanjutnya diharapkan membahas lebih rinci pada aspek lain seperti lingkungan, dll. Diharapkan menggunakan *software* untuk memastikan keakuratan perencanaan PLTS.
2. Perencanaan PLTS ini diharapkan dapat dijadikan penggunaan energi alternatif sebagai sumber energi pada bangunan umum atau instansi pemerintahan.

DAFTAR PUSTAKA

- A. Madjid, 2006. Perencanaan Pembelajaran. Bandung: Pt Remaja Rosdakarya
- Ahmad Rohani, 2004. Pengelolaan Kelas. Jakarta: Rineka Cipta
- F. Hidayat, B. Winardi And A. Nugroho, "Analisis Ekonomi Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (Plts) Di Departemen Teknik Elektro Universitas Diponegoro," Jurnal Ilmiah Elektro, Vol. 7, Mei 2019.
- Gobal Solar Atlas. (2009). Retrieved Oktober 25, 2021, From <https://Globalsolaratlas.Info>: <https://Globalsolaratlas.Info/map?C=-8.581021,40.78125&M=1.890884,103.252575>.
- Hartawan, Ganda Sihotang. 2019. Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Rooftop Di Hotel Kini Pontianak. Tanjung Pura.
- Hutahaeen, Romario. 2018. Studi Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Pada Komplek Perumahan Royal Gardenia Medan. Sumatra Utara.
- I. B. Naksabandi, "Perencanaan PLTS Untuk Pos Pengamatan Gunung Rinjani," Tugas Akhir, 2018.
- Jaharap Situmorang Dan Linus Ampang Pasasa, "Pemanfaatan Karakteristik Sel Surya Sebagai Media Pembelajaran Fisika Listrik Dinamis", Dipresentasikan Pada Prosiding SNIPS, Bandung, 2011.
- Kossi, Vember Restu. 2018. Perencanaan PLTS Terpusat (off-grid) di Dusun Tikalong Kabupaten Mempawah. Jurnal Teknik Elektro Universitas Tanjungpura
- Naim Kurniawati. "Aplikasi Sel Surya Pada Komplek Perumahan Orchid Cycle". Universitas Hasanuddin. 2008
- Putra, R. N. G., Nugraha, A. E., & Herwanto, D. (2021). Analisis Pengaruh Intensitas Pencahayaan Terhadap Kelelahan Mata Pekerja. TEKNIKA, 15(1), 81-97.
- Panduan Penyusunan Studi Kelayakan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Terpusat, 2014, Direktorat Aneka Energi Baru dan Energi Terbarukan, Kementerian ESDM.
- Rafael Sianipar, 2014. Dasar Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya. Jurusan Teknik Elektro Universitas Trisakti.
- Romasindah, Karlina. " Optimasi Kinerja Panel Surya Melalui Pengaturan Susunan Panel Untuk Menekan Biaya Bangunan". Depok: Universitas Indonesia. 2008

- Ramadhani, B. (2018). Instalasi pembangkit listrik tenaga surya Dos & Don'ts. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH Energising Development (Endev) Indonesia Jakarta, 23-28.
- Sandro Putra, Ch.Rangkuti, 2016. Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Secara Mandiri Untuk Rumah Tinggal. Universitas Trisakti.
- S.G.Ramadhan, Ch.Rangkuti, 2016. Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Di Atap Gedung Harry Hartantouniversitas Trisakti. Fakultas Teknik Industri Universitas Trisakti.
- Syukriyadin. "Pembangkit Listrik Tenaga Surya". Volume 5. No1. Jurusan Teknik Elektro Universitas Syiah Kuala. 2006.
- Umar, Adi Soeprijanto, Mauridhi Hery Purnomo, "Pemanfaatan Pembangkit Listrik Tenaga Surya". Yogyakarta, 21 Juni 2008.
- Wijasa, Panji Gautama. 2021. Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (Plts) Sistem Off Grid Dengan Kapasitas 2 Kwp Pada Instalasi Menara Suar Bulukumba. Jakarta: Institut Teknologi Pln.
- Zulfikar, alya. 2021. "Mudah! Ini Cara Menghitung Pemakaian Listrik Prabayar Dalam Sebulan". <https://www.99.co/blog/indonesia/cara-menghitung-pemakaian-listrik-prabayar/>. Di akses pada 24 oktober 2021.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Pengukuran luas masjid

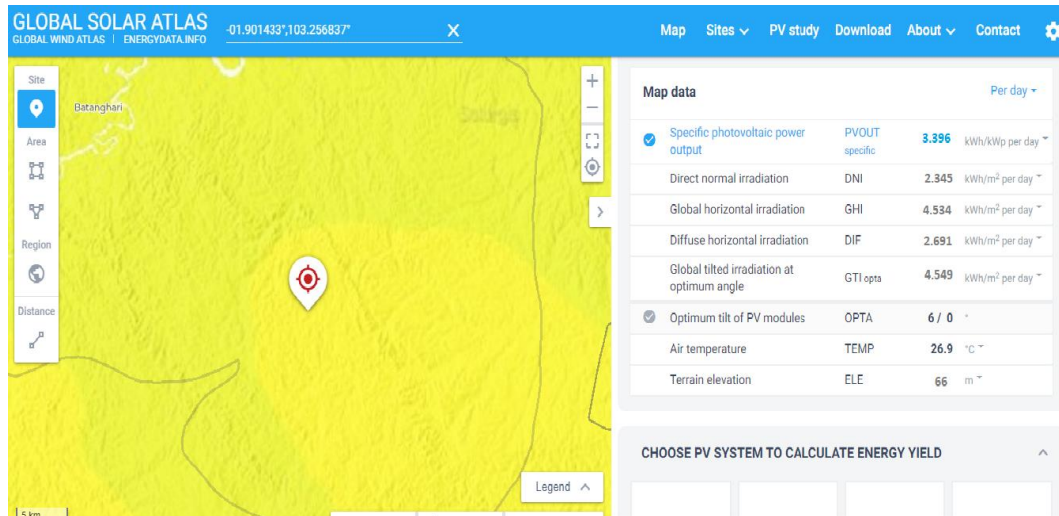


Lampiran 2. Pengukuran luas polides

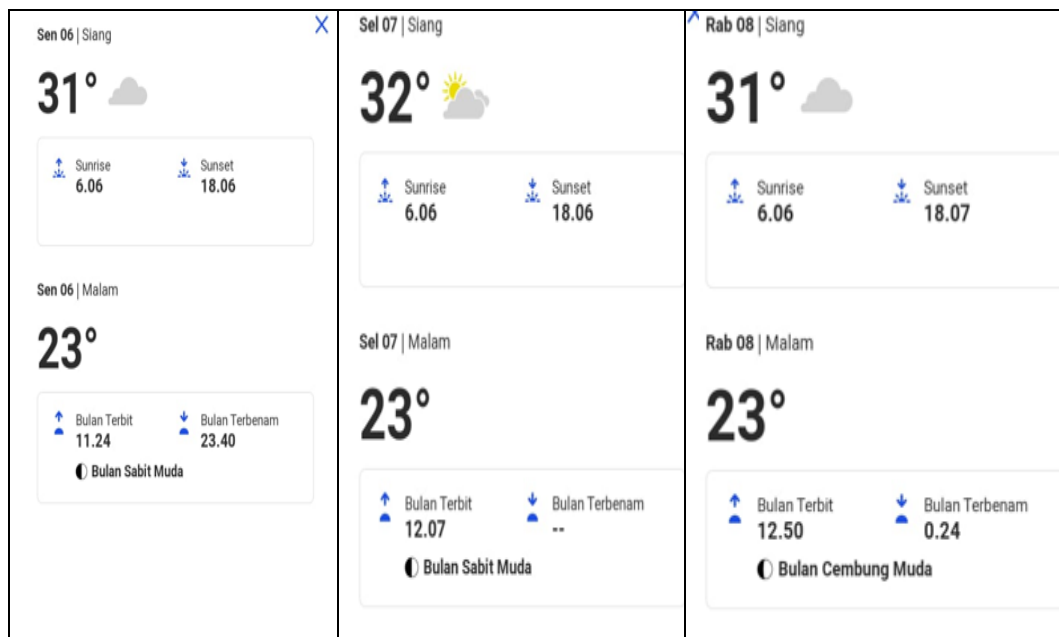
Lampiran 3. Pengukuran luas sekolah dasar



Lampiran 4. Radiasi matahari



Lampiran 5. Temperature Dusun Kunangan jaya 2 rt.28



Kam 09 Siang 28° ↑ Sunrise 6.07 ↓ Sunset 18.07	Jum 10 Siang 31° ↑ Sunrise 6.07 ↓ Sunset 18.07	Sab 11 Siang 30° ↑ Sunrise 6.07 ↓ Sunset 18.07
Kam 09 Malam 23° ↑ Bulan Terbit 13.33 ↓ Bulan Terbenam 1.09 ○ Bulan Cembung Muda	Jum 10 Malam 22° ↑ Bulan Terbit 14.18 ↓ Bulan Terbenam 1.55 ○ Bulan Cembung Muda	Sab 11 Malam 23° ↑ Bulan Terbit 15.06 ↓ Bulan Terbenam 2.43 ○ Bulan Cembung Muda

Lampiran 6. SNI pencahayaan

SNI 03-6197-2000

Tabel 1 Tingkat pencahayaan rata-rata, renderansi dan temperatur warna yang direkomendasikan

Fungsi ruangan	Tingkat pencahayaan (Lux)	Kelompok renderasi warna	Temperatur warna		
			Warm white <3300 K	Cool white 3300 K-5300K	Daylight > 5300 K
Rumah tinggal :					
Teras	60	1 atau 2	•	•	
Ruang tamu	120 – 150	1 atau 2		•	
Ruang makan	120 – 250	1 atau 2	•		
Ruang kerja	120 – 250	1		•	•
Kamar tidur	120 – 250	1 atau 2	•	•	
Kamar mandi	250	1 atau 2		•	•
Dapur	250	1 atau 2	•	•	
Garasi	60	3 atau 4		•	•
Perkantoran :					
Ruang Direktur	350	1 atau 2		•	•
Ruang kerja	350	1 atau 2		•	•
Ruang komputer	350	1 atau 2		•	•
Ruang rapat	300	1	•	•	
Ruang gambar	750	1 atau 2		•	•
Gudang arsip	150	1 atau 2		•	•
Ruang arsip aktif	300	1 atau 2		•	•
Lembaga Pendidikan :					
Ruang kelas	250	1 atau 2		•	•
Perpustakaan	300	1 atau 2		•	•
Laboratorium	500	1		•	•
Ruang gambar	750	1		•	•
Kantin	200	1	•	•	
Hotel dan Restoran :					
Lobi, koridor	100	1	•	•	
Fuang serba guna	200	1	•	•	
Ruang makan	250	1	•	•	
Kafetaria	200	1	•	•	
Kamar tidur	150	1 atau 2	•		
Dapur	300	1	•	•	

SNI 03-6197-2000

Tabel 1 (lanjutan)

Fungsi ruangan	Tingkat pencahayaan (Lux)	Kelompok renderasi warna	Temperatur warna		
			Warm white <3300 K	Cool white 3300 K-5300K	Daylight >5300 K
Rumah sakit/ Balai pengobatan					
Ruang rawat inap	250	1 atau 2		+	+
Ruang operasi, ruang bersalin	300	1		+	+
Laboratorium	500	1 atau 2		+	+
Ruang rekreasi dan rehabilitasi	250	1	+	+	
Pertokoan/Ruang Pamer :					
Ruang pameran dengan obyek berukuran besar (misalnya mobil)	500	1	+	+	+
Toko kue dan makanan.	250	1	+	+	
Toko bunga	250	1		+	
Toko buku dan alat tulis/gambar.	300	1	+	+	+
Toko perhiasan, arloji.	500	1	+	+	
Toko barang kulit dan sepatu	500	1	+	+	
Toko pakaian.	500	1	+	+	
Pasar swalayan	500	1 atau 2	+	+	
Toko mainan	500	1	+	+	
Toko alat listrik (TV, Radio/tape, mesin cuci dan lain-lain)	250	1 atau 2	+	+	+
Toko alat musik dan olahraga	250	1	+	+	+
Industri (Umum) :					
Gudang	100	3		+	+
Pekerjaan kasar	100 ~ 200	2 atau 3		+	+
Pekerjaan menengah	200 ~ 500	1 atau 2		+	+
Pekerjaan halus	500 ~ 1000	1		+	+
Pekerjaan amat halus	1000-2000	1		+	+
Pemeriksaan warna	760	1		+	+
Rumah ibadah :					
Masjid	200	1 atau 2		+	
Gereja	200	1 atau 2		+	
Vihara	200	1 atau 2		+	