



**Pamor Gunoto
Ponco Hadi Saputra
Zulham Hidayat**

PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS)

Pemanfaatan PLTS pada Rumah Tangga
di Desa Air Naga Kecamatan Galang
Kota Batam

PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS)

**Pemanfaatan PLTS pada Rumah Tangga
di Desa Air Naga Kecamatan Galang
Kota Batam**

UU No 28 tahun 2014 tentang Hak Cipta

Fungsi dan sifat hak cipta Pasal 4

Hak Cipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3 huruf a merupakan hak eksklusif yang terdiri atas hak moral dan hak ekonomi.

Pembatasan Pelindungan Pasal 26

Ketentuan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 23, Pasal 24, dan Pasal 25 tidak berlaku terhadap:

- i. Penggunaan kutipan singkat Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait untuk pelaporan peristiwa aktual yang ditujukan hanya untuk keperluan penyediaan informasi aktual;
- ii. Penggandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk kepentingan penelitian ilmu pengetahuan;
- iii. Penggandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk keperluan pengajaran, kecuali pertunjukan dan Fonogram yang telah dilakukan Pengumuman sebagai bahan ajar; dan
- iv. Penggunaan untuk kepentingan pendidikan dan pengembangan ilmu pengetahuan yang memungkinkan suatu Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait dapat digunakan tanpa izin Pelaku Pertunjukan, Produser Fonogram, atau Lembaga Penyiaran.

Sanksi Pelanggaran Pasal 113

1. Setiap Orang yang dengan tanpa hak melakukan pelanggaran hak ekonomi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf i untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 1 (satu) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp100.000.000 (seratus juta rupiah).
2. Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf f, dan/atau huruf h untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).

PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS)

**Pemanfaatan PLTS pada Rumah Tangga
di Desa Air Naga Kecamatan Galang
Kota Batam**

Oleh:

**Pamor Gunoto
Ponco Hadi Saputra
Zulham Hidayat**

Editor:

Suryo Hartanto



Cerdas, Bahagia, Mulia, Lintas Generasi.

**PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) PEMANFAATAN PLTS
PADA RUMAH TANGGA DI DESA AIR NAGA KECAMATAN GALANG
KOTA BATAM**

**Pamor Gunoto
Ponco Hadi Saputra
Zulham Hidayat**

Editor :
Suryo Hartanto

Desain Cover :
Rulie Gunadi

Sumber :
www.shutterstock.com

Tata Letak :
Werdiantoro

Proofreader :
Meyta Lanjarwati

Ukuran :
xii, 58 hlm, Uk: 15.5x23 cm

ISBN :
978-623-02-4814-6

Cetakan Pertama :
Juni 2022

Hak Cipta 2022, Pada Penulis

Isi diluar tanggung jawab percetakan

Copyright © 2022 by Deepublish Publisher
All Right Reserved

Hak cipta dilindungi undang-undang.
Dilarang keras menerjemahkan, memfotokopi, atau
memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini
tanpa izin tertulis dari Penerbit.

PENERBIT DEEPUBLISH
(Grup Penerbitan CV BUDI UTAMA)

Anggota IKAPI (076/DIY/2012)
Jl.Rajawali, G. Elang 6, No 3, Drono, Sardonoharjo, Ngaglik, Sleman
Jl.Kaliurang Km.9,3 – Yogyakarta 55581
Telp/Faks: (0274) 4533427
Website: www.deepublish.co.id
www.penerbitdeepublish.com
E-mail: cs@deepublish.co.id

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah Swt., atas segala nikmat, rahmat dan karunia-Nya atas selesainya penulisan buku ini. Selawat serta salam kami haturkan kepada junjungan Nabi Muhammad saw. Semoga kita selalu menjadi umat yang mendapatkan petunjuk dan syafaatnya.

Berawal dari hibah Program Kreativitas Mahasiswa (PKM) bidang Pengabdian Kepada Masyarakat (PKM-PM) dalam rangka membantu masyarakat di kawasan pesisir yang masih dalam keterbatasan terutama dalam pemerataan energi listrik maka kegiatan ini dilakukan. Pemerataan energi listrik di kawasan pesisir demi terwujudnya energi berkeadilan bagi seluruh rakyat Indonesia. Salah satu upaya yang dapat dilakukan bagi masyarakat pesisir yang jauh dari akses listrik adalah dengan memanfaatkan penggunaan sumber energi baru terbarukan (EBT). Dalam hal ini penyediaan PLTS yang merupakan usaha penyediaan tenaga listrik skala kecil. Masyarakat pesisir sangat membutuhkan edukasi dan bimbingan untuk mencapai perbaikan taraf hidup melalui pemanfaatan PLTS ini. Kegiatan yang dituliskan dalam buku ini merupakan sumbangsih kecil pengetahuan untuk masyarakat pesisir dalam memecahkan masalah yang timbul di dalamnya. Solusi pemasangan PLTS ini diberikan dalam bentuk yang paling sederhana namun memberikan manfaat yang besar bagi masyarakat pesisir.

Penulis pun menyadari jika di dalam penyusunan buku ini mempunyai kekurangan, namun bagi penulis meyakini sepenuhnya bahwa sekecil apapun buku ini tetap akan memberikan sebuah manfaat bagi pembaca.

Akhir kata, untuk kesempurnaan buku ini, maka kritik dan saran dari pembaca sangatlah berguna untuk penulis kedepannya. Akhirnya

hanya kepada Allah Swt. penulis berserah diri, memohon diberikan ampunan-Nya apabila terjadi kesalahan dalam penulisan buku ini.

Batam, 1 Februari 2022

Penulis
pamorgunoto@ft.unrika.ac.id

SEKAPUR SIRIH



Suryo Hartanto, Assoc.Prof., Dr., S.T., M.Pd.T. (Wakil Rektor Akademik Universitas Riau Kepulauan). Tim Program Kreativitas Mahasiswa dari Universitas Riau Kepulauan yang dibimbing oleh Bapak Pamor Gunoto ini telah memberikan sumbangsih nyata, dengan membuat sebuah kegiatan yang memberikan manfaat bagi masyarakat, seperti inilah seharusnya kelayakan akademisi, mampu menjalankan aspek Tri Dharma perguruan tinggi. Sumber energi terbarukan seperti PLTS sangat dibutuhkan oleh masyarakat yang kurang terjangkau dengan pemerataan infrastruktur karena kondisi geografis. Kejelian membaca situasi, mengkaji permasalahan yang muncul di masyarakat, didukung dengan pengetahuan intelektual yang baik, akhirnya memberikan solusi yang bermanfaat bagi masyarakat. Semoga upaya yang telah dilakukan dapat memberikan dampak yang luas bagi perkembangan masyarakat di Desa Air Naga, Pulau Galang, Kota Batam.



Bapak Rizani, Ketua RT 02 Desa Air Naga. Kegiatan pemanfaatan PLTS dalam buku ini merupakan pengabdian masyarakat yang dilakukan oleh tim Universitas Riau Kepulauan di Desa Air Naga. Pemasangan PLTS ini sangat membantu masyarakat daerah kawasan pesisir yang sampai saat ini belum menikmati energi listrik dari PLN. Kami sudah dapat merasakan manfaat pemasangan PLTS ini terutama untuk aktivitas di malam hari sebagai lampu penerangan, terutama untuk kegiatan belajar bagi anak-anak. Selain itu dapat juga mengurangi pengeluaran biaya untuk energi listrik yang selama ini dibantu

oleh genset sebagai pengganti bahan bakar solar. Kami selaku ketua RT mengucapkan banyak terima kasih kepada tim yang diketuai oleh Pak Pamor Gunoto, karena PLTS ini sangat bermanfaat bagi masyarakat di Desa Air Naga. Semoga ke depannya kegiatan-kegiatan semacam ini dapat terus dilakukan dan berkesinambungan.

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	v
SEKAPUR SIRIH.....	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
PENDAHULUAN	1
BAB I. Pembangkit Tenaga Listrik.....	8
A. Pengertian dan Macam-macamnya	8
B. Komponen Pokok Pembangkit Tenaga Listrik.....	9
C. Pertimbangan Pembangunan Sistem Pembangkit	9
D. Prinsip Kerja dan Macam-Macam Pembangkit Tenaga Listrik	10
BAB II. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)	
Solar Home System (SHS).....	19
A. Energi Baru Terbarukan (EBT).....	19
B. Pembangkit Listrik Tenaga Surya	20
C. Jenis-Jenis PLTS	22
D. Komponen-Komponen PLTS.....	25
BAB III. Perancangan dan Pemasangan PLTS	37
A. Menentukan Kapasitas Komponen Sistem PLTS.....	37
B. Biaya Perancangan Alat	43
C. Perhitungan Pemakaian dan Pengisian Baterai	44
D. Pengoperasian dan Pemeliharaan PLTS Off-Grid	44
BAB IV. Perhitungan Analisis Secara Ekonomi	49
BAB V Penutup.....	50
DAFTAR PUSTAKA	52
GLOSARIUM.....	54
PROFIL PENULIS.....	58

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Total konsumsi daya/hari	38
Tabel 2. Tabel komponen sistem PLTS dan fungsinya	46

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Peta lokasi Desa Air Naga, Pulau Galang.....	4
Gambar 2. Lokasi dan lingkungan pemukiman Desa Air Naga	5
Gambar 3. Mesin genset yang digunakan	5
Gambar 4. Skema kegiatan PKM	7
Gambar 5. Komponen utama pembangkit listrik	9
Gambar 6. PLTA	11
Gambar 7. PLTU	12
Gambar 8. PLTG	14
Gambar 9. PLTN	14
Gambar 10. PLTP	15
Gambar 11. PLTD	16
Gambar 12. PLTS terpusat	17
Gambar 13. PLTB	18
Gambar 14. Cara kerja sistem PLTS.....	21
Gambar 15. Sistem PLTS On-Grid	22
Gambar 16. Sistem PLTS Off-Grid	23
Gambar 17. Sistem PLTS Hybrid	24
Gambar 18. Lapisan panel surya	26
Gambar 19. Panel surya jenis monocrystalline	27
Gambar 20. Panel surya jenis polycrystalline	28
Gambar 21. Thin Film (panel solar flexible)	29
Gambar 22. <i>Solar Charge Controller</i> (SCC) PWM	30
Gambar 23. SCC MPPT	31
Gambar 24. Baterai (aki).....	32
Gambar 25. Inverter	33
Gambar 26. <i>True sinewave</i>	34
Gambar 27. Modified sinewave	35
Gambar 28. Lampu LED bohlam	36

Gambar 29. Diagram blok rangkaian PLTS	37
Gambar 30. Perakitan panel surya 50 Wp x 2 pcs	38
Gambar 31. Perancangan SCC	39
Gambar 32. Penentuan kapasitas baterai (aki).....	40
Gambar 33. Pemasangan inverter 1000 W.....	40
Gambar 34. Rangkaian sistem PLTS.....	41
Gambar 35. Proses pemasangan sistem PLTS.....	42
Gambar 36. Proses pemasangan sistem PLTS di rumah warga.....	43

PENDAHULUAN

Kondisi geografis Provinsi Kepulauan Riau (Kepri) yang terdiri dari ribuan pulau ternyata menyimpan energi terbarukan yang sangat melimpah dan beragam, untuk menggerakkan energi pembangkit listrik. Potensi energi terbarukan yang sangat melimpah ini dapat dimanfaatkan untuk mengatasi kesenjangan energi bagi wilayah pesisir dan kepulauan. Sesuai dengan Rencana Umum Energi Daerah (RUED) yaitu mengenai kapasitas energi terbarukan yang akan dibangun setiap daerah, provinsi Kepri pada tahun 2025 mempunyai target adalah sebesar 187 Mega Watt (MW) (IESR, 2019). Energi terbarukan ini sangat berguna bagi masyarakat yang tinggal di pulau-pulau serta kawasan pesisir yang selama ini tidak terjamah oleh energi listrik dari PLN. Kebijakan energi nasional telah mendukung penggunaan energi terbarukan dengan menetapkan sasaran 23% kapasitas energi menggunakan sumber energi baru dan terbarukan (EBT) pada tahun 2025, dan naik menjadi 31% pada tahun 2050. Pemanfaatan EBT terus didorong agar dapat menekan emisi gas CO₂ di udara (Kementerian ESDM RI, 2018). Ketiadaan akses listrik ini karena kurangnya infrastruktur jaringan listrik untuk mencapai pulau-pulau dan wilayah pesisir yang jauh sehingga menimbulkan biaya instalasi yang tinggi untuk menyambung kabel listrik ke pulau-pulau. Tenaga surya dapat dimanfaatkan ketika musim kemarau atau panas tiba, karena pada musim panas atau kemarau ini intensitas cahaya matahari sangat kuat. Sinar matahari tersebut kemudian dikonversikan menjadi energi listrik melalui panel surya yang bisa dipasang pada masing-masing rumah penduduk.

Provinsi Kepri dengan ratusan pulau memiliki tingkat kesenjangan kesejahteraan antar pulau yang sangat tinggi. Perencanaan PLTS ini nantinya dapat membantu kebutuhan warga masyarakat dalam memenuhi kebutuhan penerangan rumah di malam hari. Penerangan ini

sangat dibutuhkan oleh keluarga dan anak-anak warga setempat dalam kegiatan belajar dan keperluan aktivitas lainnya. Penggunaan PLTS ini dapat juga digunakan sebagai alat pengisi daya baterai *handphone*, menyalakan kipas angin dan perangkat elektronik lainnya karena telah dilengkapi dengan inverter sebagai alat perubah daya DC ke AC sebesar 1000 Watt.

Tujuan jangka panjang pemanfaatan EBT PLTS adalah agar warga masyarakat dapat membangun PLTS secara mandiri di rumah masing-masing sehingga beban pengeluaran listrik dapat dikurangi dan masyarakat dapat menikmati penerangan listrik yang lebih lama, serta dapat melakukan aktivitas yang lain di malam hari tanpa adanya pemadaman listrik dari sumber genset.

Penulis sebagai seorang akademisi mempunyai kewajiban dan tugas dalam melaksanakan Tri Dharma Perguruan Tinggi yaitu bidang pengajaran, penelitian dan pengabdian kepada masyarakat. Dalam hal ini penulis melaksanakan pengabdian kepada masyarakat dengan berpartisipasi dalam pembangunan dan membantu pemerintah dalam menyelesaikan masalah yang ada disekitar masyarakat sesuai dengan bidang keilmuan penulis.

Peningkatan kesejahteraan untuk masyarakat pesisir telah direncanakan oleh Pemerintah Daerah. Dalam hal ini Pemerintah Kota Batam pada tahun 2018 telah menetapkan empat prioritas pembangunan antara lain: 1) Meningkatkan pemberdayaan perekonomian masyarakat berbasis usaha mikro kecil, menengah dan koperasi; 2) Meningkatkan pengembangan kepariwisataan, fasilitas investasi dan promosi dalam meningkatkan perekonomian dan daya saing Kota Batam; 3) Pembinaan, pengendalian dan penertiban kawasan yang tidak sesuai dengan peruntukan fasilitas sosial, fasilitas umum, ROW (*right of way*) jalan serta penertiban penyandang masalah kesejahteraan sosial; 4) Pembangunan dan pengembangan infrastruktur kawasan pulau-pulau penyangga dan pengembangan kawasan perbatasan (Citra, 2017). Berdasarkan prioritas tersebut, diperlukan sebuah upaya tindakan nyata untuk mencapainya. Diperlukan sinergi seluruh masyarakat,

akademisi, pemerintah dan komponen lainnya di Kota Batam.

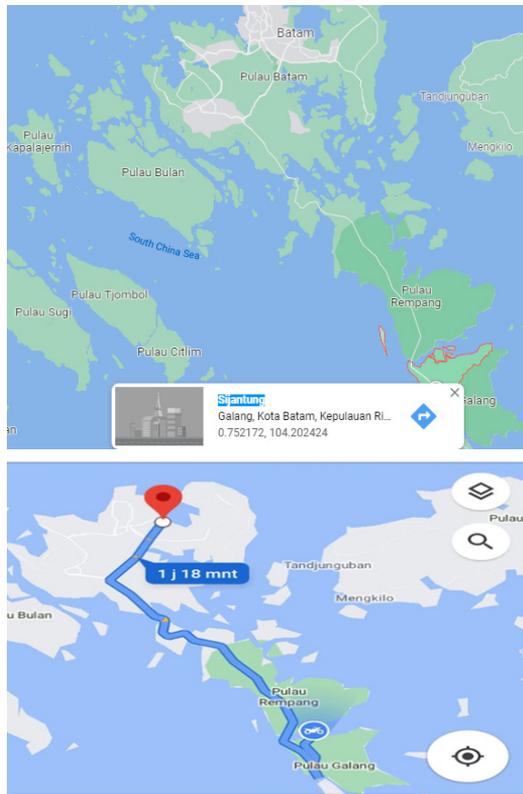
Melalui buku ini penulis menjabarkan tentang pemanfaatan dan pemasangan PLTS di rumah warga, yang dapat menggantikan energi fosil yang digunakan pada genset (bensin/solar) dan memberikan penyediaan energi listrik untuk kebutuhan penerangan rumah tangga. Kegiatan ini sangat sederhana, mudah dilaksanakan dan dapat mengurangi biaya pengeluaran beban listrik setiap bulannya. Di samping itu, kegiatan ini memberikan manfaat bagi masyarakat dalam membantu menangani dan memberikan solusi terhadap masalah yang dihadapi, untuk meningkatkan kesejahteraan serta menciptakan desa yang memiliki energi mandiri. Sedangkan untuk pemerintah, kegiatan ini dapat membantu usaha yang telah dilakukan dalam mengatasi ketidakmerataan energi listrik, terutama bagi daerah yang tidak terjangkau oleh jaringan listrik PLN.

Selayang Pandang Desa Air Naga, Kel. Sijantung, Kec. Galang, Kota Batam

Desa Air Naga merupakan bagian dari Kecamatan Galang, Kota Batam. Pemukiman warga Air Naga Sebagian besar terletak di daerah Dapur 3, wilayah RT 02 dan RW 04 Kel. Sijantung, Kec. Galang (kurang lebih berjarak 71 km dari Batu Aji Batam atau sekitar 86 km dari pusat Kota Batam).

Desa Air Naga terdapat kurang lebih sekitar 80 Kepala Keluarga (KK), masyarakatnya sebagian besar berprofesi sebagai nelayan, di mana profesi tersebut menjadi sumber pencaharian utama bagi keluarga. Pemukiman masyarakat Air Naga pada umumnya dibangun di atas air laut atau pantai dengan rata-rata material pembangunannya terbuat dari kayu papan. Berdasarkan informasi setempat, penghasilan masyarakat yang sehari-harinya berprofesi sebagai nelayan, memiliki pendapatan pada kisaran Rp80.000,00–Rp100.000,00 dengan besaran penghasilan tersebut, umumnya akan habis digunakan untuk kebutuhan sehari-hari.

Desa Air Naga saat ini masih menggunakan pembangkit listrik dengan sumber genset (generator/diesel), sebagai sumber listrik di desa tersebut. Wawancara tim PKM bersama ketua RT 02 setempat, beliau menyampaikan bahwa sebagian besar warga di Desa Air Naga masih menggunakan genset sebagai sumber penerangan utama di desanya. Genset tersebut merupakan infrastruktur bantuan dari pemerintah Kota Batam, yang telah dioperasikan di Desa Air Naga sejak bulan September tahun 2011. Selain sebagai sumber utama penyedia listrik, genset ini juga digunakan untuk memenuhi kebutuhan listrik dalam rumah tangga serta untuk penerangan lampu jalan di lingkungan sekitar desa.



Gambar 1. Peta lokasi Desa Air Naga, Pulau Galang



Gambar 2. Lokasi dan lingkungan pemukiman Desa Air Naga

Masalah yang dihadapi oleh masyarakat Desa Air Naga yang paling krusial saat ini adalah pemenuhan energi listrik untuk penerangan dan kebutuhan rumah tangga lainnya pada pagi hari hingga sore hari. Sementara ini warga Desa Air Naga hanya memiliki sumber listrik dari genset (generator) dengan jam operasional mulai jam 18.00 sampai dengan jam 24.00 WIB. Selain terbatas dalam penyediaan sumber listrik, operasional genset juga sangat tinggi, masing-masing warga dikenai biaya sebesar Rp 6.000,00 (enam ribu rupiah) perhari.



Gambar 3. Mesin genset yang digunakan

Berdasarkan survei lapangan dan wawancara yang telah dilakukan, maka ditemukan masalah yang ada di Desa Air Naga, sehingga perlu

diupayakan suatu usaha dan tindakan agar masalah yang terdapat di masyarakat dapat diatasi segera mungkin. Beberapa hal yang dapat dilakukan untuk menyelesaikan masalah di Desa Air Naga antara lain dengan mengembangkan potensi panas matahari. Kondisi geografis Desa Air Naga yang terletak di pinggir pantai, memiliki intensitas sinar matahari yang sangat kaya, hal ini menjadi potensi untuk dikembangkan menjadi energi berbasis tenaga matahari (panel surya). Maka pembuatan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) di Desa Air Naga ini dengan tujuan untuk mengurangi kebutuhan biaya pemakaian beban listrik pada lampu penerangan yang sampai saat ini sebagian besar masih dioperasikan dari tenaga genset dengan biaya yang cukup tinggi.

Mempertimbangkan masalah prioritas dan kondisi wilayah Desa Air Naga yang terletak di pesisir, yang dibutuhkan secara nyata oleh masyarakat adalah ketersediaan energi listrik yang dapat digunakan sebagai penerangan rumah tangga secara berkesinambungan. Sistem PLTS memberikan beberapa keuntungan, yaitu: 1) Ramah lingkungan sehingga mengurangi efek pemanasan global; 2) Mengurangi biaya penggunaan listrik harian; 3) Sebagai pembangkit listrik di daerah terpencil (sun energy.id 2021).

Berdasarkan pemaparan kondisi dan situasi Desa Air Naga maka disusun sebuah kegiatan sebagai pemecahan masalah dalam bentuk PKM-PM. Kegiatan PKM-PM ini secara ringkas dijabarkan dalam bentuk skema pada gambar 4, hal ini menjelaskan tentang adanya solusi berupa pemasangan panel PLTS dengan cara yang sangat sederhana, mulai awal proses persiapan sampai dengan akhir pengujian alat.



Gambar 4. Skema kegiatan PKM-PM

BAB I.

PEMBANGKIT TENAGA LISTRIK

A. Pengertian dan Macam-macamnya

Pembangkit tenaga listrik merupakan bagian dari sistem tenaga listrik yang berfungsi membangkitkan energi listrik dengan mengubah sumber energi lain menjadi energi listrik. Sumber energi tersebut dapat berupa energi air, bahan bakar minyak, batubara, angin, surya dan lain-lain. Masing-masing pembangkit mempunyai sifat dan karakteristik yang berbeda-beda, sehingga penggunaannya disesuaikan dengan kegunaannya. Pembangkit tenaga listrik digolongkan berdasarkan prinsip kerja dan sumber energi yang digunakan.

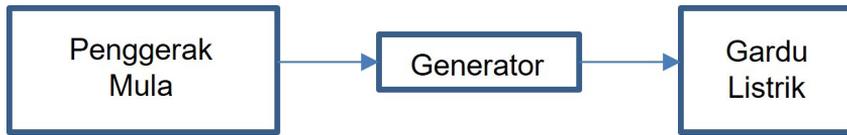
Pembangkit Non Termis

1. Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA)
2. Pembangkit Listrik Tenaga Angin/Bayu (PLTB)
3. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)

Pembangkit Termis

1. Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU)
2. Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD)
3. Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG)
4. Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir (PLTN)
5. Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP)

B. Komponen Pokok Pembangkit Tenaga Listrik



Gambar 5. Komponen utama pembangkit listrik

Suatu unit pembangkit listrik terdiri dari tiga komponen, yaitu:

1. Penggerak mula berfungsi menghasilkan energi gerak berupa putaran poros yang selanjutnya digunakan untuk memutar generator.
2. Generator berfungsi untuk mengubah energi gerak menjadi energi listrik yang siap dikirimkan ke pusat beban.
3. Gardu induk berfungsi untuk mengatur pengiriman energi dan juga untuk menyesuaikan level tegangan agar sesuai dengan level tegangan pengiriman.

C. Pertimbangan Pembangunan Sistem Pembangkit

Untuk membangun suatu sistem pembangkit agar diperoleh suatu sistem pembangkit yang dapat bekerja secara optimal sesuai dengan kebutuhan, perlu dipertimbangkan banyak hal yaitu:

1. Studi analisis mengenai dampak lingkungan (amdal). Analisis dan diperhitungkan mengenai berbagai dampak yang mungkin akan timbul pada saat pembangunannya dan pada saat pembangkit listrik tersebut dioperasikan.
2. Memperhitungkan dan memprediksikan tersedianya sumber daya penggerak (air, panas bumi dan bahan bakar), sehingga benar-benar *feasible* untuk penggunaan dalam jangka waktu yang lama dan bisa mendukung kontinuitas operasional pembangkit tersebut.
3. Tersedianya lahan beserta prasarana dan sarananya, baik untuk pembangkit tenaga listrik itu sendiri maupun untuk penyalurannya, karena hal ini merupakan satu kesatuan untuk melayani beban.

4. Pertimbangan dari segi pemakaian pembangkit tenaga listrik tersebut, apakah untuk melayani dan menanggung beban puncak, beban yang besar, beban yang kecil atau sedang, beban yang bersifat *fluktuatif* atau hanya untuk *stand by* saja.
5. Biaya pembangunan harus ekonomis dan diupayakan memakan waktu sesingkat mungkin. Selain itu juga harus dipertimbangkan dari segi operasionalnya tidak boleh terlalu mahal.
6. Pertimbangan dari segi kemudahan dalam pengoperasian, keandalan tinggi, mudah dalam pemeliharaan dan umur operasional (*lifetime*) pembangkit tenaga listrik tersebut harus panjang.
7. Harus dipertimbangkan kemungkinan bertambahnya beban, karena hal ini akan berkaitan dengan kemungkinan perluasan pembangkit dan penambahan beban terpasang pada pembangkit.
8. Berbagai pertimbangan sosial, teknis dan lain sebagainya yang mungkin akan menghambat dalam pelaksanaan pembangunan serta pada pembangkit tenaga listrik tersebut beroperasi.

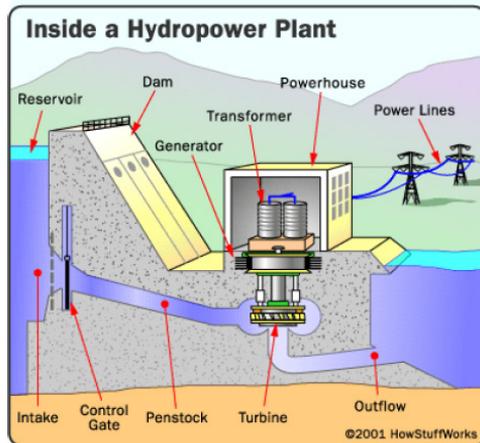
Dari berbagai pertimbangan tersebut, ada satu hal yang dijadikan pedoman dan filosofi dalam membangun pembangkit tenaga listrik yaitu pembangunan paling murah dan investasi paling sedikit (*least cost generation and least investment*).

D. Prinsip Kerja dan Macam-Macam Pembangkit Tenaga Listrik

1. Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA)

Pembangkit listrik tenaga air sesuai dengan namanya menggunakan tenaga air sebagai sumber energi untuk memutar turbin. Selanjutnya putaran turbin digunakan untuk memutar generator. Energi berasal dari air yang berada pada ketinggian tertentu yang dilahirkan melalui sudu-sudu turbin. Dilihat dari posisi poros turbinnya, ada dua jenis PLTA yaitu PLTA dengan poros turbin horizontal dan PLTA dengan poros turbin vertikal. Masing-masing disesuaikan dengan keadaan dan lokasi air yang digunakan. Kemudian dari lokasi turbin airnya, ada dua macam juga yaitu PLTA dengan memanfaatkan energi ketinggian air yang

ditampung di waduk, kemudian ditempat yang relatif rendah dibangun turbin air. Bila ketinggian air tidak mencukupi, maka turbin dibangun di daerah yang agak jauh dari lokasi waduk pada daerah aliran sungai tersebut yang mempunyai lokasi yang lebih rendah.



Gambar 6. PLTA

Prinsip kerja PLTA secara garis besar dapat dilihat pada uraian berikut:

1. Air sungai yang mengalir ditampung di waduk sehingga mempunyai ketinggian tertentu. Di dekat waduk pada daerah yang lebih rendah dipasang turbin air.
2. Dari waduk air dialirkan ke turbin melalui pipa pesat. Aliran air diatur sesuai dengan kebutuhan turbin.
3. Air yang mengalir dengan tekanan tinggi digunakan untuk memutar turbin air.
4. Selanjutnya air yang keluar turbin dialirkan kembali ke sungai untuk keperluan pengairan atau untuk keperluan lain.

Pada pipa pesat diperlukan pendatar air yang berfungsi mengendalikan tekanan pada pipa pesat ketika terjadi kerusakan pada turbin yang mengakibatkan aliran air terhambat.

Dibandingkan dengan pembangkit jenis lain PLTA mempunyai keuntungan biaya operasionalnya relatif murah, akan tetapi pembangunannya sangat tergantung dari ketersediaan sumber air yang cukup banyak dan kontinyu. Di samping itu pembangunannya memerlukan waktu yang lama dan membutuhkan lahan yang luas.

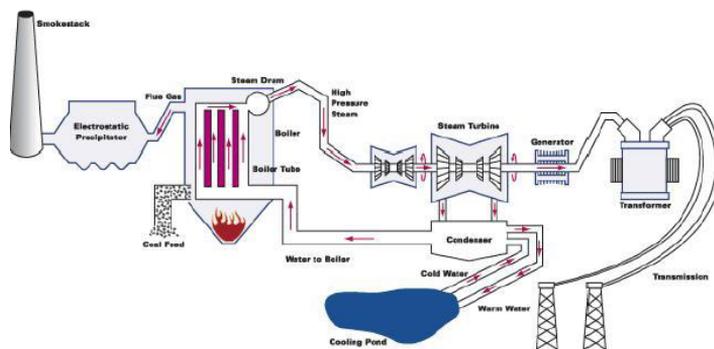
Karakteristik PLTA antara lain:

- Biaya operasi ringan
- Tergantung adanya sumber air
- Biaya pembangunan besar
- Pembangunannya butuh waktu lama
- Letaknya jauh dari perkotaan

2. Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU)

Prinsip kerja PLTU adalah sebagai berikut:

1. Air dipanaskan dalam ketel uap (boiler) hingga menjadi uap yang bersuhu tinggi dan mempunyai tekanan yang cukup tinggi.
2. Uap tersebut kemudian dialirkan ke turbin uap untuk memutar turbin.
3. Uap yang keluar dari turbin, tekanannya sudah relatif rendah, kemudian dialirkan ke dalam pendingin (kondensator) agar mengembun kembali lagi menjadi air.
4. Air yang dihasilkan dikembalikan lagi ke dalam boiler untuk diuapkan kembali.



Gambar 7. PLTU

Demikian seterusnya, sehingga siklus akan berlangsung selama pemanasan masih dilakukan. Pemanasan air pada boiler dapat dilakukan dengan membakar bahan bakar seperti bahan bakar minyak, batu bara, atau bahan bakar lainnya. Sedangkan pendinginan atau pengembunan biasanya menggunakan air laut yang disirkulasikan ke ruang pengembunan.

Lokasi pembangunan PLTU dapat lebih fleksibel didekatkan dengan pusat beban, asalkan masih di lokasi pantai untuk memudahkan sirkulasi air laut untuk proses pengembunan uap. Pembangkit jenis ini tidak memerlukan lahan seluas PLTA.

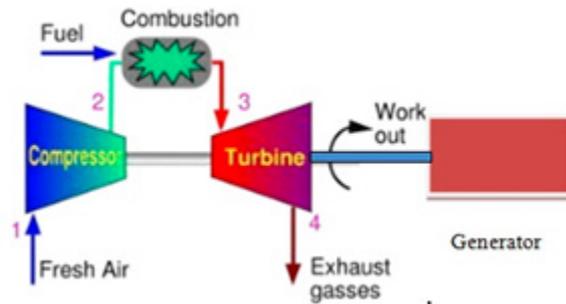
Karakteristik PLTU antara lain:

- Biaya operasi relatif tinggi, sesuai dengan bahan bakarnya
- Biaya investasi lebih murah dibanding PLTA
- Pembangunan lebih cepat
- Letaknya dapat didekatkan dengan pusat beban
- Sebaiknya dibangun di pantai

3. Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG)

Pada PLTG energi yang digunakan untuk memutar turbin berasal dari hasil pembakaran campuran udara tekanan tinggi dengan bahan bakar. Proses secara garis besar adalah sebagai berikut:

1. Udara segar terkompresi kemudian dimasukkan pada ruang bakar. Pembakaran dilakukan dengan menambahkan bahan bakar ke dalam udara yang bertekanan tinggi di ruang bakar.
2. Gas hasil pembakarannya dialirkan ke turbin gas untuk memutar turbin.
3. Gas panas yang keluar dari turbin bisa langsung dibuang atau dapat juga dimanfaatkan untuk memanaskan boiler pada PLTU. Sistem pembangkit yang demikian sering disebut PLTGU.

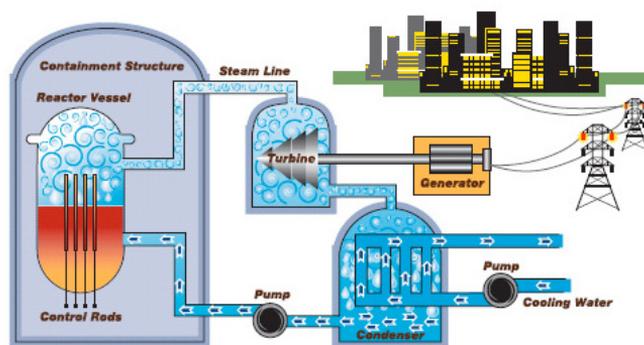


Gambar 8. PLTG

PLTG mempunyai keuntungan waktu startnya singkat, yaitu segera dapat digunakan setelah dioperasikan, akan tetapi biaya operasional relatif tinggi. Karakteristik ini sangat cocok melayani beban puncak, yaitu beban yang naik cukup tinggi, namun dalam jangka waktu yang pendek.

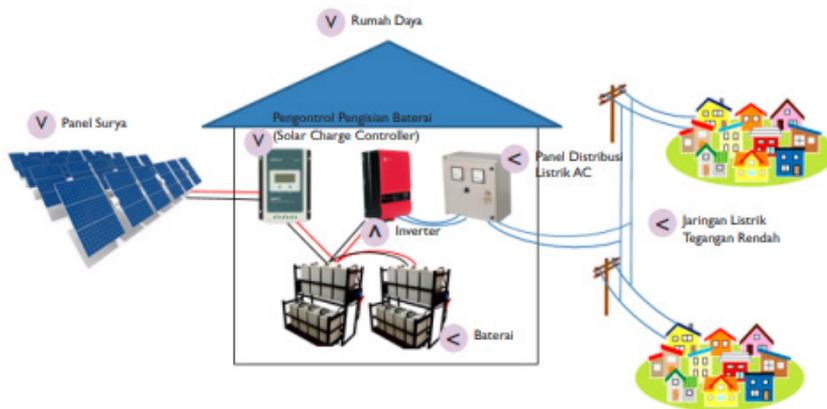
4. Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir (PLTN)

Prinsip kerja PLTN mirip dengan PLTU hanya saja energi yang digunakan untuk memanaskan air dalam boiler menggunakan hasil reaksi nuklir, yang berupa hasil ledakan dari bahan baku reaktor nuklir, salah satunya yaitu unsur uranium. Pada PLTN diperlukan pengamanan yang sangat baik pada reaktor nuklirnya, karena sisa hasil reaksi ini mengandung unsur radioaktif yang sangat membahayakan manusia atau lingkungan.



Gambar 9. PLTN

dan paralel untuk mendapatkan daya yang cukup besar dan tegangan yang lebih tinggi.

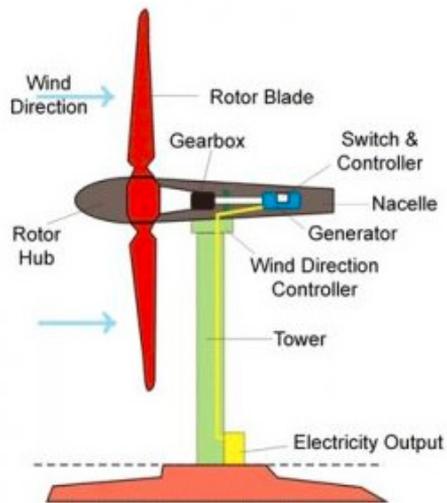


Gambar 12. PLTS terpusat

Energi yang dihasilkan oleh sel surya hanya berlangsung ketika ada sinar matahari yaitu pada siang hari saja. Agar energi listrik dapat dimanfaatkan sewaktu-waktu, energi listrik yang dihasilkan perlu disimpan dulu pada baterai. Baterai ini kemudian dipakai sebagai sumber energi listrik yang dihubungkan dengan beban.

8. Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB)

Pada pembangkit listrik tenaga bayu (angin) sesuai namanya, energi yang digunakan untuk memutar generator berasal dari energi angin. Angin yang mempunyai kecepatan cukup tinggi digunakan untuk memutar generator. Jenis pembangkit ini tentunya lebih cocok pada daerah-daerah kecepatan anginnya tinggi biasanya berada di daerah pantai.



Gambar 13. PLTB

Seperti halnya PLTS, pada PLTB juga diperlukan adanya alat penyimpanan energi, karena keadaan angin sewaktu-waktu dapat berubah, sehingga penggunaan energi dapat diatur sesuai kebutuhan.

BAB II.

PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) SOLAR HOME SYSTEM (SHS)

A. Energi Baru Terbarukan (EBT)

Sumber energi utama digolongkan menjadi dua kelompok yaitu energi konvensional (fosil) dan energi terbarukan. Di mana energi konvensional adalah energi yang tersedia dalam jumlah yang terbatas di bumi dan tidak dapat diregenerasi. EBT atau Energi Baru Terbarukan adalah sumber energi yang ramah lingkungan dan dapat memperbaharui energi itu sendiri dalam waktu yang singkat. Beda dengan energi konvensional yang membutuhkan waktu lama untuk memproduksi lagi energi tersebut. Energi baru terbarukan seperti: panas matahari, panas bumi, angin, air, biofuel, biomassa, biogas dan pasang surut air laut. Persoalan energi bukanlah masalah biasa. Sektor energi adalah salah satu sektor terpenting di Indonesia karena merupakan dasar bagi semua pembangunan lainnya. Energi merupakan komoditas strategis karena seluruh sistem dan dinamika kehidupan sekarang sangat bergantung pada ketersediaan energi. Ada banyak tantangan yang terkait dengan energi, salah satu hal yang menjadi perhatian pemerintah Indonesia adalah bagaimana memperluas jaringan listrik terutama membangun infrastruktur pasokan listrik ke daerah pedesaan. Untuk di Indonesia, potensi energi terbarukan sangat besar dikarenakan kondisi geografis Indonesia yang sangat mendukung, salah satunya energi surya. Kebijakan Energi nasional mempunyai sasaran energi bauran yang optimal sebagai berikut: pada tahun 2025 peran energi baru terbarukan paling sedikit 23% sepanjang

nilai ekonominya terpenuhi, minyak bumi kurang dari 25%, batubara minimal 30%, dan gas bumi minimal 22%. Pada tahun 2050 peran energi baru terbarukan paling sedikit 30%, minyak bumi kurang dari 20%, batubara minimal 25%, dan gas bumi minimal 24% (RUPTL PT PLN 2021-2030). Pengembangan dan pemanfaatan EBT harus didorong pemanfaatannya di samping untuk memenuhi kebutuhan tenaga listrik juga dalam rangka menurunkan tingkat emisi CO₂. Dengan perspektif energi sebagai modal pembangunan, energi terbarukan memiliki peranan penting dalam mendorong ekonomi hijau, berkelanjutan dan rendah karbon.

Potensi energi surya di Indonesia sangat besar tetapi penggunaannya masih belum optimal. Sumber energi surya yang berasal dari matahari, membuat ketersediaannya dapat diperoleh secara gratis. Energi surya tidak menghasilkan polusi dan emisi gas sehingga dapat mengurangi pemanasan global. Belum lagi jenis pembangkit dari tenaga surya bersifat *scalable* sehingga dapat dibangun di berbagai tempat dan sarana seperti: bus, perkantoran, daerah terpencil hingga skala sangat besar untuk keperluan *grid*.

Keberadaan sumber energi matahari sangat melimpah, sehingga penerapan teknologi fotovoltaik (PV) untuk memenuhi kebutuhan energi listrik di daerah yang belum terjangkau jaringan listrik, cukup potensial untuk dikembangkan. Dalam pengoperasiannya, kinerja PV sangat dipengaruhi oleh kondisi klimatologi/daerah setempat (suhu lingkungan dan radiasi matahari) dan parameter listriknya (*short circuit, open circuit voltage, suhu sel PV, MPP* dan sebagainya).

B. Pembangkit Listrik Tenaga Surya

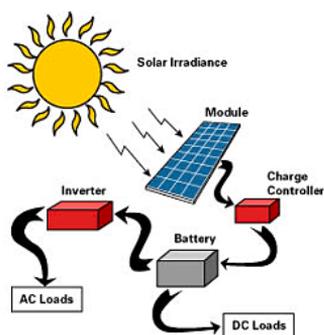
Indonesia memiliki letak geografis yang strategis yang dilewati oleh garis khatulistiwa, dengan keadaan tersebut tentunya pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) sangat potensial sekali diaplikasikan di berbagai daerah di Indonesia dengan daya rata-rata mencapai 4 kWh/m², kawasan barat Indonesia saja berpotensi memiliki distribusi penyinaran sekitar 4,5 kWh/m²/hari.

Meskipun telah menjadi tren global, penggunaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) di Indonesia terbilang masih sangat rendah.

Kurangnya edukasi baik dari sisi manfaat PLTS, cara pemasangan, serta biaya yang cukup tinggi menjadi beberapa faktor yang menghambat penggunaan PLTS di Indonesia.

Berdasarkan SNI 8395:2017 PLTS adalah sistem pembangkit listrik yang energinya bersumber dari radiasi matahari, melalui konversi sel fotovoltaik. Sistem fotovoltaik mengubah radiasi sinar matahari menjadi listrik. Semakin tinggi intensitas radiasi (iradiasi) matahari yang mengenai sel fotovoltaik, semakin tinggi daya listrik yang dihasilkannya. Dengan kondisi penyinaran matahari di Indonesia yang terletak didaerah tropis dan berada di garis khatulistiwa, PLTS menjadi salah satu teknologi penyediaan tenaga listrik yang potensial untuk diaplikasikan (USAID, 2020).

Prinsip kerja dari pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) adalah dengan menangkap photon pada cahaya matahari melalui panel surya yang akan dikonversi menjadi arus listrik DC, proses ini dinamakan fotovoltaik yang kemudian arus akan dikontrol oleh *Solar Charge Controller* (SCC) yang berfungsi untuk menstabilkan arus disimpan pada baterai. Hal ini perlu agar baterai lebih awet dan tahan lama kemudian arus listrik akan dialirkan ke beban DC, untuk beban AC maka arus akan diubah dari arus searah ke arus bolak balik dengan menggunakan inverter, setelah itu barulah arus listrik akan dialirkan ke beban AC. Untuk lebih jelasnya dapat diperhatikan pada gambar 14 di bawah ini:



Gambar 14. Cara kerja sistem PLTS

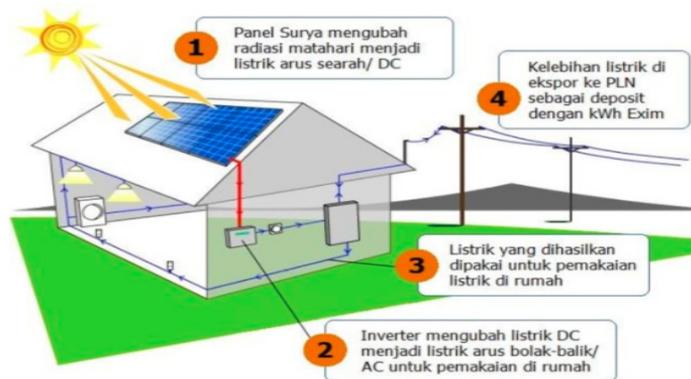
(Sumber: <http://https://tenagamatahari.wordpress.com/beranda/konsep-kerja-sistem-plts/>)

C. Jenis-Jenis PLTS

Berdasarkan teknologi yang digunakan PLTS dibagi menjadi dua sistem yaitu sistem PLTS On-Grid yang terhubung dengan jaringan PLN dan PLTS Off – Grid (Stand Alone) yang berdiri sendiri. Sistem ini memberikan nilai tambah pada konsumen karena dapat mengurangi tagihan listrik rumah tangga atau perkantoran (Defi Rizkasari, 2020).

1. PLTS On-Grid

Sistem PLTS On-Grid adalah sistem PLTS yang terkoneksi dengan jaringan distribusi yang telah disuplai pembangkit listrik lainnya (misalnya jaringan PLN). Tidak menggunakan baterai sehingga tidak dapat digunakan pada malam hari dan apabila terjadi pemutusan aliran listrik dari PLN.

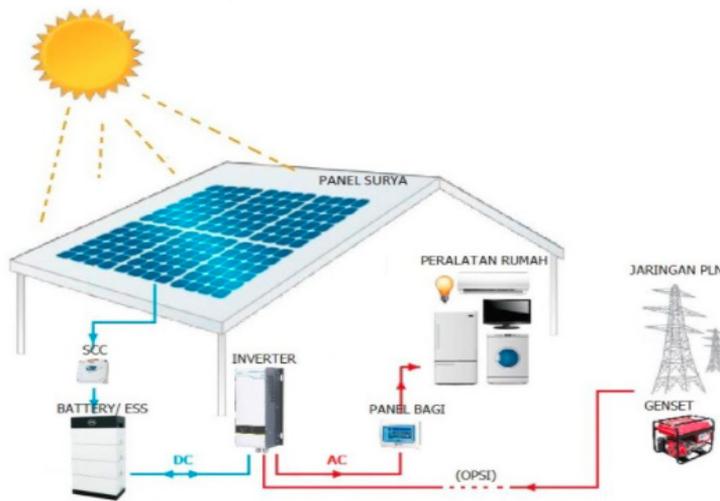


Gambar 15. Sistem PLTS On-Grid

(Sumber: www.kewsolar.co.uk/techinfo/panels.aspx,2021)

2. PLTS Off-Grid (*Stand Alone*)

Sistem PLTS Off-Grid adalah sistem PLTS yang tidak terkoneksi dengan jaringan PLN atau berdiri sendiri. Pada umumnya menggunakan baterai supaya tetap dapat menyuplai listrik pada malam hari (atau saat tidak ada matahari). Banyak digunakan pada daerah terpencil, kepulauan dan pesisir pantai yang jauh dari jangkauan distribusi listrik PLN.

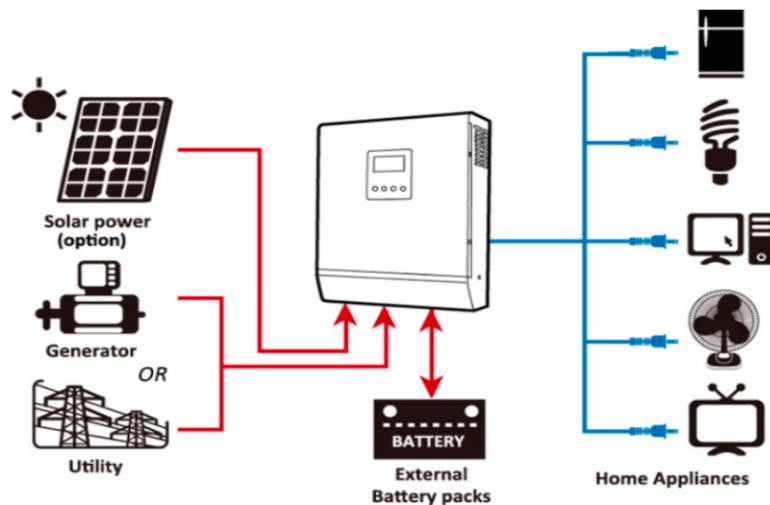


Gambar 16. Sistem PLTS Off-Grid

(Sumber: www.sunergi.co.id/id/sistem-off-grid/,2021)

3. PLTS Hybrid

Sistem PLTS hybrid adalah sistem yang menggabungkan modul surya dengan satu atau lebih pembangkit listrik pelengkap (seperti pembangkit listrik tenaga diesel, gas alam atau angin). Untuk mengoptimalkan koordinasi antara pembangkit listrik ini, sistem hibrida PLTS biasanya membutuhkan peralatan kontrol yang cukup kompleks, daripada sistem PLTS off-grid atau sistem mikrogrid fotovoltaik yang terhubung dengan jaringan. Misalnya, dalam kasus menggabungkan atau menggabungkan sistem mikrogrid fotovoltaik dengan pembangkit listrik tenaga diesel, mesin diesel harus dihidupkan saat baterai mencapai tingkat pelepasan tertentu, dan mesin diesel harus dihentikan saat baterai mencapai kondisi yang cukup. Genset merupakan perangkat cadangan yang dapat digunakan untuk mengisi daya baterai saja atau juga untuk menyuplai daya ke beban. Sistem PLTS hybrid juga dapat menjadi solusi untuk mengurangi penggunaan bahan bakar terutama di daerah pedesaan yang masih mengandalkan PLTD atau genset sebagai sumber energi listrik.



Gambar 17. Sistem PLTS Hybrid

(Sumber: <https://horizonteknologi.com/plts-hibrida/>,2021)

PLTS juga merupakan salah satu sistem pembangkit listrik alternatif yang sangat tepat untuk diaplikasikan pada daerah-daerah yang belum tersentuh oleh listrik PLN. Pada beberapa tempat di daerah pesisir pantai juga dapat menggunakan pembangkit listrik tenaga hibrida yang menggabungkan pembangkit listrik tenaga surya dengan pembangkit listrik tenaga angin di mana pada siang hari energi terbesar diperoleh dari cahaya matahari dan pada malam hari energi terbesar diperoleh dari turbin angin yang diputar oleh angin laut yang jauh lebih besar dari angin darat pada siang hari.

PLTS yang merupakan berasal dari energi terbarukan ini memiliki beberapa kelebihan antara lain adalah: (UMY, 2018)

- a. Dapat memenuhi kebutuhan listrik bagi masyarakat di daerah-daerah terpencil
- b. Dapat meningkatkan perekonomian masyarakat di daerah-daerah terpencil
- c. Menjadi salah satu solusi untuk mengatasi krisis bahan bakar fosil

- d. Tidak adanya pencemaran lingkungan dan tidak menimbulkan limbah atau dalam bahasa lain sangat ramah lingkungan
- e. Lebih ekonomis dalam hal pengoperasian dan perawatan maupun dalam hal biaya produksi listrik atau *cost of energy* per tahun.

Namun demikian, selain terdapat kelebihan, PLTS juga memiliki kekurangan, antara lain:

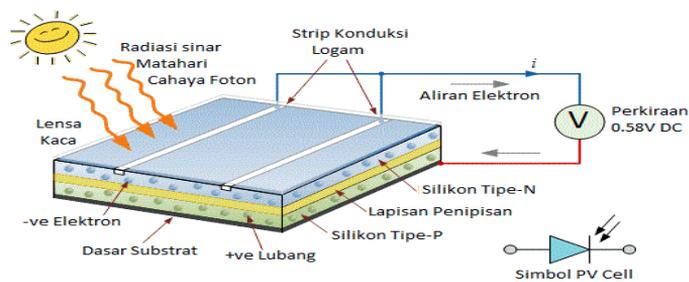
- a. Biaya investasi awal yang relatif mahal, di mana semakin besar kapasitas PLTS maka semakin besar juga biaya yang dibutuhkan untuk memasang sistem PLTS tersebut karena semakin banyak komponen yang dibutuhkan.
- b. Sangat tergantung pada keadaan alam, di mana cuaca yang tidak mendukung atau berawan akan menurunkan kemampuan sistem PLTS yang beroperasi, sehingga efisiensi sistem sangat tergantung pada kondisi cuaca pada siang hari.
- c. Sulit dalam menangani ketika terjadi beban puncak tanpa menyimpan listrik karena energi listrik yang terjadi akan terbuang secara percuma.

D. Komponen-Komponen PLTS

Sistem PLTS biasanya memiliki komponen utama yaitu modul surya, inverter, dan baterai. Penentuan komponen tergantung pada mikrogrid PV yang akan digunakan. Untuk jenis sistem PLTS Off-Grid, komponen utamanya menggunakan modul surya, inverter, pengontrol pengisian daya surya, dan baterai, sedangkan sistem PLTS yang terkoneksi jaringan biasanya hanya menggunakan komponen modul surya, inverter dan komponen pendukung lainnya, seperti papan distribusi DC, papan distribusi AC, dll. Untuk sistem PLTS hybrid, komponen utamanya hampir sama dengan sistem PLTS *off-grid*, hanya kombinasi pembangkit lain yang berbeda. Berikut ini adalah komponen-komponen yang digunakan pada PLTS (Jodi Bawalo, 2021).

1. Sel surya atau *solar cell* adalah suatu perangkat atau komponen yang dapat mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik

dengan menggunakan prinsip efek potovoltaik. Efek potovoltaik adalah munculnya tegangan listrik karena adanya hubungan atau kontak dua elektroda yang dihubungkan dengan sistem padatan atau cairan saat mendapatkan energi cahaya. Oleh karena itu, sel surya sering disebut juga dengan *sel photovoltaic* (PV). Arus listrik timbul karena adanya energi foton cahaya matahari yang diterima sel surya berhasil membebaskan elektron-elektron yang berada dalam sambungan semikonduktor tipe N dan tipe P untuk mengalir. Untuk mendapatkan daya yang efisien dan banyak, maka sel surya tersebut disusun menjadi panel yang dinamakan modul surya. Berikut dijelaskan susunan sel surya pada gambar 18, di mana sel surya ketika terkena cahaya matahari akan dapat menghasilkan energi listrik.



Gambar 18. Lapisan panel surya

Berikut jenis-jenis sel surya yang digolongkan berdasarkan teknologinya:

a. *Monocrystalline*

Sesuai dengan namanya, sel surya kristal tunggal atau mono. *Monocrystalline* dibuat dari silikon kristal tunggal, dibentuk melalui proses yang disebut *Czochralski* atau pemurnian bahan yang dilakukan dengan proses kristalisasi. Dalam proses pembuatannya, kristal silikon dipotong dari ukuran besar menjadi potongan kristal silikon tipis. Produksi kristal tunggal ini memerlukan perlakuan yang tepat sebagai proses

"rekristalisasi", yang membuat sel surya jenis ini lebih mahal dan memerlukan berbagai perlakuan. Kelemahan dari *solar cell* jenis ini adalah apabila disusun menjadi panel surya, bentuknya bulat atau oktagonal tergantung dari bentuk batang kristal silikonnya sehingga ada yang kosong. Efisiensi sel surya monokristalin antara 17%-18%.



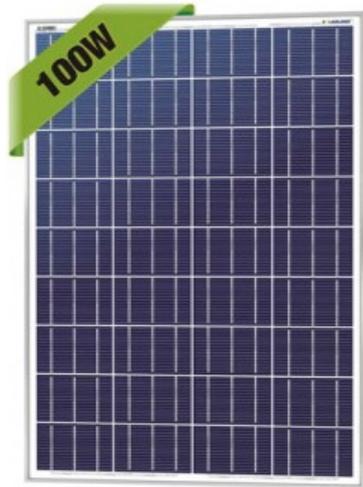
Gambar 19. Panel surya jenis monocrystalline

(Sumber: <https://www.sanspower.com/panel-surya-polycrystalline-dan-monocrystalline.html>,2021)

b. *Polycrystalline*

Modul surya polikristalin biasanya terdiri dari banyak kristal berbeda, yang digabungkan satu sama lain dalam satu sel. Teknologi pemrosesan sel surya polikristalin yang lebih ekonomis diproduksi melalui proses metalurgi tingkat silikon dengan pemurnian kimia. Silikon mentah dicairkan, kemudian dituang ke dalam cetakan persegi, didinginkan dan dipotong menjadi wafer persegi. Jenis sel surya polycrystalline saat ini merupakan sel surya yang paling populer. Selama tahun 2008, sel surya polikristalin telah mendominasi pasar, terhitung 48% dari produksi

sel surya global. Selama pemadatan silikon cair, berbagai struktur kristal terbentuk. Meskipun lebih murah daripada panel surya silikon monokristalin, efisiensinya hanya 12%-14%.



Gambar 20. Panel surya jenis polycrystalline
(Sumber: <https://panelsuryajakarta.com/panel-surya-100-wp-shin-yoku-polycrystalline//>,2021)

c. *Thin Film Solar Cell*

Pada umumnya 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 pada sel wafer silikon adalah 350 μm , sedangkan lapisan penyerapan cahaya sel surya film tipis sangat tipis, biasanya 1 μm . Inovasi terbaru dari film tipis adalah film tipis PV tiga node, yang memiliki efisiensi lebih tinggi ketika listrik yang dihasilkan oleh udara mendung 45% lebih tinggi daripada panel lain dengan daya yang sama. Berdasarkan bahan tersebut, sel surya film tipis dapat dibagi menjadi tiga kategori, yaitu silikon amorf (a-Si), kadmium telurida (CdTe) dan tembaga indium gallium selenium (CIGS).



Gambar 21. Thin Film (panel solar flexible)

(Sumber: <https://panelsuryajakarta.com/panel-surya-100-wp-shinyoku-polycrystalline//,2021>)

2. *Solar Charge Controller* (SCC) adalah alat elektronik yang mengatur proses pengisian baterai (aki). Tegangan DC yang dihasilkan oleh panel sel surya umumnya bervariasi antara 12 volt ke atas. Kontroler ini berfungsi sebagai alat pengatur tegangan agar tidak melampaui batas toleransi dayanya. Di samping itu, alat pengontrol ini juga mencegah pengaliran arus dari baterai mengalir balik ke panel sel surya ketika proses pengisian sedang tidak berlangsung (misalnya pada malam hari) sehingga baterai yang sudah dicas tidak terkuras tenaganya. Apabila baterai sudah penuh terisi, maka aliran DC dari panel surya akan diputuskan agar aki tidak lagi menjalani pengisian sehingga kerusakan terhadap baterai bisa dicegah dan usia baterai menjadi lebih tahan lama.



Gambar 22. Solar Charge Controller (SCC) PWM

Jenis SCC yang digunakan saat ini ada dua, yaitu jenis Pulse Width Modulation (PWM) dan jenis Maximum Power Point Tracking (MPPT). Kedua jenis SCC tersebut menggunakan teknologi yang berbeda. Oleh karena itu, kedua jenis tersebut memiliki keunggulannya masing-masing.

Dari segi kualitas pengisian baterai, MPPT SCC memiliki keunggulan. Jenis MPPT dapat memaksimalkan koefisien pengisian daya baterai, hal ini karena MPPT sendiri memiliki kemampuan untuk mendeteksi daya yang dihasilkan oleh panel surya. Oleh karena itu, meskipun daya yang dihasilkan oleh panel surya relatif kecil, tetap dapat digunakan untuk mengisi daya baterai. Berbeda dengan tipe PWM, tegangan operasi PWM hanya dapat mengatur tegangan operasi baterai. Jika tegangan yang dihasilkan oleh panel surya lebih rendah dari tegangan operasi baterai, sistem panel surya tidak dapat mengisi baterai secara otomatis. Oleh karena itu, tidak disarankan untuk menggunakan tipe PWM untuk sistem dengan kapasitas panel surya melebihi 200 Wp.



Gambar 23. SCC MPPT

(Sumber: <https://www.amp-solar.com/tracer-40a100v/en,2021>)

Sistem PLTS berkapasitas kecil (10-200 Wp) lebih cocok untuk SCC tipe PWM. Ini karena tipe PWM beroperasi pada tegangan konstan terlepas dari kapasitas larik. Dibandingkan dengan tipe MPPT, efisiensi kerjanya lebih rendah pada sistem berdaya rendah, tentunya tipe PWM lebih ekonomis dari pada MPPT dari segi harga. Untuk sistem *off-grid*, SCC tipe PWM atau MPPT dapat digunakan, tetapi untuk kapasitas di atas 200 Wp, tipe MPPT paling baik. Karena MPPT tidak hanya bergantung pada total kapasitas produksi, tetapi juga pada tegangan dan arus yang dihasilkan. Sedangkan untuk kapasitas di bawah 200 Wp disarankan menggunakan SCC tipe PWM.

3. Baterai atau aki adalah alat listrik-kimiawi yang menyimpan energi dan mengeluarkan tenaganya dalam listrik. Setiap baterai mempunyai terminal positif (katoda) dan terminal negatif (anoda) serta elektrolit yang berfungsi sebagai konduktor. Output yang dihasilkan baterai dalam bentuk arus searah (DC). Baterai di dalam sistem PLTS digunakan sebagai komponen penyimpan energi listrik arus

searah (DC) yang dihasilkan oleh panel surya pada saat siang hari, lalu memasok ke beban listrik pada saat malam hari atau pada saat cuaca berawan. Secara umum ada dua jenis baterai, yaitu baterai yang hanya digunakan satu kali dalam satu waktu (sekali pakai) dan baterai sekunder (baterai isi ulang) yang dapat digunakan beberapa kali (*rechargeable battery*).

Terdapat banyak teknologi baterai yang tersedia untuk sistem PLTS seperti *lead-acid*, *lithium ion*, *zinc air*, *nickel cadmium* dan jenis lainnya. Baterai *lead-acid* adalah jenis baterai yang paling banyak digunakan dalam sistem PLTS karena tahan untuk pemakaian yg lama, lebih aman, mudah digunakan dan biaya yang relatif rendah per siklusnya. Baterai untuk pemakaian PLTS lazim dikenal dan menggunakan *deep cycle lead acid*, artinya muatan baterai jenis ini dapat dikeluarkan secara terus menerus secara maksimal mencapai kapasitas nominal.



Gambar 24. Baterai (aki)

4. Inverter adalah suatu rangkaian elektronika yang dapat mengubah arus listrik searah (DC) menjadi arus listrik bolak-balik (AC) pada tegangan dan frekuensi yang dibutuhkan sesuai dengan perancangan rangkaiannya. Sumber-sumber arus listrik searah atau arus DC yang merupakan Input dari power inverter tersebut dapat berupa baterai maupun panel surya. Inverter ini akan sangat

bermanfaat apabila digunakan di daerah-daerah yang memiliki keterbatasan pasokan arus listrik AC. Inverter dapat digunakan di rumah dan semua tempat yang memerlukan energi (listrik) cadangan untuk mengganti listrik PLN. Karena dengan adanya inverter dapat digunakan untuk menjalankan peralatan-peralatan rumah tangga seperti televisi, kipas angin, komputer, kulkas, dan mesin cuci yang pada umumnya memerlukan sumber listrik AC yang bertegangan 220V ataupun 110V.

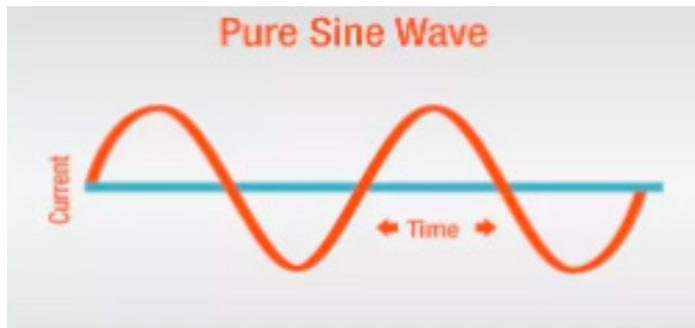


Gambar 25. Inverter

Inverter digunakan ketika peralatan memerlukan daya AC, di mana inverter memotong dan membalikkan arus DC untuk membangkitkan gelombang segi empat yang nantinya disaring menjadi gelombang sinus yang disesuaikan dan menghapus harmonik yang tidak diinginkan. Sangat sedikit inverter menyediakan gelombang sinus yang murni sebagai output. Bentuk-bentuk gelombang yang paling banyak digunakan saat ini adalah bentuk gelombang sinus (*sine wave*) dan gelombang sinus yang dimodifikasi (*modified sine wave*). Sedangkan frekuensi arus listrik yang dihasilkan pada umumnya adalah sekitar 50 Hz atau 60 Hz dengan tegangan output sekitar 120V atau 240V. Output daya listrik yang paling umum ditemui untuk produk-produk konsumen adalah sekitar 150 watt hingga 3000 watt.

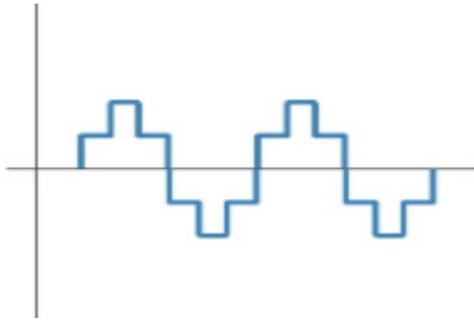
Berikut merupakan jenis-jenis inverter yaitu:

- a. Inverter *True-sinewave* (gelombang arus murni), menghasilkan gelombang listrik yang sama dengan PLN bahkan lebih baik dalam segi kestabilan dibanding daya yang dihasilkan PLN. Inverter jenis ini diperlukan terutama untuk beban-beban yang menggunakan motor agar bekerja lebih mudah, lancar dan tidak cepat panas. Oleh karena itu dari harga jenis inverter ini paling mahal di antara inverter jenis lain.



Gambar 26. *True sinewave*

- b. Inverter *Modified-sinewave* (gelombang sinus modifikasi), merupakan kombinasi antara square wave dan sine wave. Menghasilkan daya listrik yang cukup memadai untuk peralatan elektronik tetapi memiliki kelemahan karena kekuatan daya listrik yang dihasilkan tidak sama persis dengan daya listrik dari PLN. Bentuk gelombang yang muncul berbentuk kotak yang kaku. Perangkat yang menggunakan kumparan masih bisa beroperasi dengan modified sine wave inverter tetapi kurang maksimal. Jenis inverter ini harganya murah dan tidak dapat digunakan untuk beban-beban listrik yang menggunakan kumparan/motor.



Gambar 27. Modified sinewave

- c. Inverter *Grid Tie* yang merupakan inverter spesial yang digunakan dalam sistem energi listrik terbarukan, yang mengubah arus listrik DC menjadi AC yang kemudian diumpungkan ke jaringan listrik yang sudah ada. Inverter *Grid Tie* juga dikenal sebagai *synchronous inverter* dan perangkat ini tidak dapat berdiri sendiri, apabila jaringan tenaga listrik tidak tersedia.
5. Beban merupakan suatu peralatan yang mengkonsumsi daya yang dihasilkan oleh sumber daya. Pada keseluruhan sistem, total daya adalah jumlah semua daya aktif dan reaktif yang dipakai oleh peralatan yang menggunakan energi listrik. Beban ini misalnya seperti lampu, kipas, alat elektronik dll. Jadi dalam penggunaan rumah tangga, total beban listrik adalah total semua daya yang dikonsumsi oleh peralatan listrik tersebut yang aktif. Salah satu contoh beban adalah lampu LED. Pemanfaatan komponen LED pada era modern ini adalah untuk lampu penerangan atau pencahayaan. Untuk menghasilkan sebuah cahaya lampu yang diinginkan maka beberapa komponen LED akan dirangkai dan disusun menjadi sebuah rangkaian lampu. Umumnya LED dibungkus oleh bohlam plastik yang dirancang sedemikian sehingga cahaya yang dikeluarkan terfokus pada suatu arah tertentu. Lampu LED mempunyai beberapa keunggulan dibandingkan dengan lampu pijar konvensional, seperti umur LED lebih panjang, lebih hemat listrik, ramah

lingkungan, desain fleksibel, kompatibel dengan teknologi Dim, mempunyai daya render (*CRI*) yang baik, adaptif terhadap cuaca, beroperasi dengan voltase rendah, tidak memproduksi emisi UV dan keamanan penggunaan LED lebih terjamin.



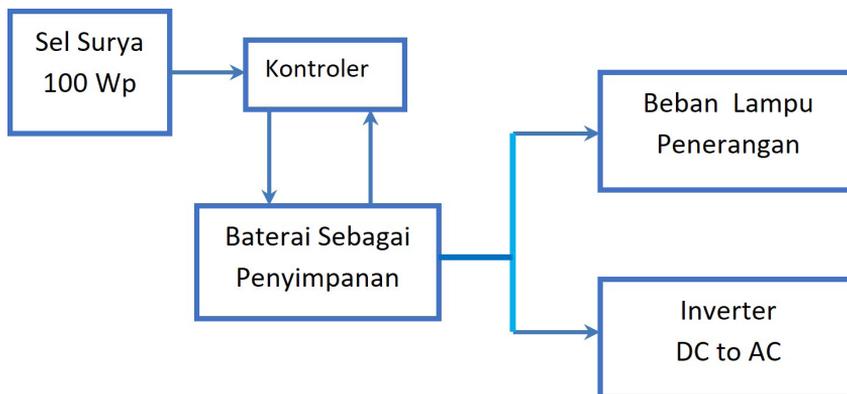
Gambar 28. Lampu LED bohlam

BAB III.

PERANCANGAN DAN PEMASANGAN PLTS

A. Menentukan Kapasitas Komponen Sistem PLTS

Adapun rangkaian PLTS sebagai sumber energi listrik tenaga surya adalah sebagai berikut:



Gambar 29. Diagram blok rangkaian PLTS

Agar energi pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) dapat bekerja dengan optimum dan umur pemakaian energi ini bertahan lama, maka penentuan kapasitas komponen-komponen dalam perancangan energi PLTS harus dipersiapkan dengan baik, berikut ini adalah cara menentukan kapasitas komponen pada energi pembangkit listrik tenaga surya, di antaranya:

1. Menentukan kebutuhan daya listrik

Dengan menghitung berapa watt daya yang dibutuhkan oleh masing-masing peralatan yang akan disuplai oleh *PV system* dan berapa

jam perhari pemakaian, hasil dari perhitungan ini menghasilkan daya dalam satuan watt jam perhari.

Pada sistem PLTS yang akan dipasang pada rumah warga di Desa Air Naga digunakan untuk kebutuhan beban sebagai berikut:

Tabel 1. Total konsumsi daya/hari

Peralatan	Jumlah (pcs)	Daya Terpasang (Watt)	Pemakaian (Jam)	Konsumsi Daya (Watt/hour)
Lampu LED	3	5	10	210
Charge HP	2	10	3	60
Kipas Angin	1	30	6	180
Total konsumsi daya/hari				450

2. Menentukan kapasitas panel surya (PV)

Menentukan kapasitas panel surya yang sesuai dengan beban pemakaian listrik, umumnya energi surya yang dapat diserap dan dikonversi ke dalam energi listrik berlangsung selama 5 jam, oleh karena itu kebutuhan panel surya adalah: (dengan memakai panel surya dengan daya 50 Wp).

Jumlah panel surya yang diperlukan = $\frac{450}{5} = 90 \text{ Wp} \approx 100 \text{ Wp}$ (2 panel surya)



Gambar 30. Perakitan panel surya 50 Wp x 2 pcs

3. Menentukan kapasitas *Solar Charge Controller* (SCC)

Ditentukan dari karakteristik dan spesifikasi dari panel surya agar bisa mengetahui kebutuhan *solar charge controller*, pada panel surya 50 Wp terdapat spesifikasi sebagai berikut: $V_{oc} = 22,6 \text{ V}$, $I_{sc} = 2,94 \text{ A}$, $V_{mp} = 18,4 \text{ V}$ dan $I_{mp} = 2,71 \text{ A}$.

Maka diperlukan SCC sebesar = $I_{sc} \times \text{jumlah panel surya} = 2,94 \times 2 = 5,88 \text{ A} \approx 10 \text{ A}$



Gambar 31. Perancangan SCC

4. Menentukan kapasitas baterai/aki adalah:

Menentukan kapasitas baterai harus diperhitungkan faktor efisiensi baterai dan pada saat pemakaian baterai tidak boleh dipakai sampai semua daya habis (Deep of Discharge = 80%).

$$\text{Kapasitas Baterai (Ah)} = \frac{450}{12 \times 0,8} = 46,8 \text{ Ah} \approx 46 \text{ Ah}$$



Gambar 32. Penentuan kapasitas baterai (aki)

5. Menentukan kapasitas inverter

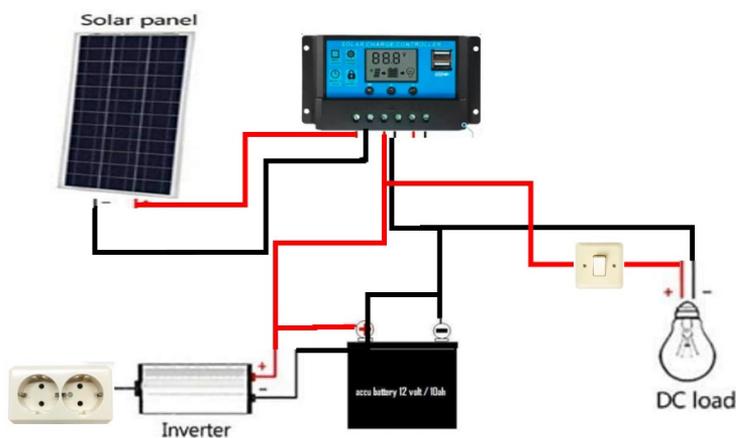
Penentuan kapasitas inverter yang digunakan tergantung kepada total konsumsi daya/hari dengan efisiensi 80% maka inverter yang diperlukan adalah:

$$450 \text{ Wh} + (450 \text{ Wh} \times 0,2) = 540 \text{ W} \approx 1000 \text{ W}$$



Gambar 33. Pemasangan inverter 1000 W

Rancangan akhir sistem PLTS yang dirakit adalah sebagai berikut:



Gambar 34. Rangkaian sistem PLTS

Setelah dilakukan proses perancangan dan perakitan dilaksanakan, maka dilakukan proses pengujian alat. Setelah alat berfungsi dengan baik, langkah selanjutnya adalah mempersiapkan distribusi semua komponen PLTS untuk dibawa ke Desa Air Naga yang kemudian dilakukan pemasangan sistem PLTS di salah satu rumah percontohan yaitu kediaman bapak RT setempat. Dalam proses pemasangan PLTS sangat perlu memperhatikan beberapa hal antara lain: posisi panel surya serta jumlah panjang kabel yang akan digunakan.

Tim PKM selain memberikan pengetahuan tentang pemasangan PLTS secara teori, tim juga mengajarkan secara langsung praktik instalasi PLTS kepada masyarakat. Pemasangan PLTS Sebagian besar langsung dipasang di atas atap rumah warga, di mana pertimbangan intensitas sinar matahari sangat baik di posisi atap rumah. Selain mengajarkan pengetahuan tentang PLTS, pemasangan PLTS, TIM PKM juga memberikan pengetahuan kepada masyarakat tentang cara pemeliharaan dan perawatan perangkat PLTS.



Gambar 35. Proses pemasangan sistem PLTS





Gambar 36. Proses pemasangan sistem PLTS di rumah warga

B. Biaya Perancangan Alat

Pada perancangan dan pembuatan alat sistem PLTS untuk kebutuhan penerangan dan sumber tegangan AC adalah sebagai berikut:

No	Komponen	Qty	Harga Satuan	Harga Total
1	Panel Surya 50 Wp	2	Rp. 750.000	Rp. 1.500.000
2	SCC 10 A	1	Rp. 150.000	Rp. 150.000
3	Baterai 46 Ah	1	Rp. 830.000	Rp. 830.000
4	Inverter 1000 W	1	Rp. 450.000	Rp. 450.000
5	Kabel + soket	5	Rp. 35.000	Rp. 175.000

No	Komponen	Qty	Harga Satuan	Harga Total
6	Lampu DC 12 V 7 W	3	Rp. 15.000	Rp. 45.000
7	Saklar dan Stopkontak	2	Rp. 25.000	Rp. 50.000
	Total			Rp. 3.200.000

C. Perhitungan Pemakaian dan Pengisian Baterai

Pada perancangan PLTS ini menggunakan baterai dengan spesifikasi/12V, sehingga daya total yang dapat disimpan dalam baterai adalah 552 Wh. Perhitungan *Deep Of Discharge* (DOD) adalah 80% sehingga daya yang dapat digunakan dari baterai untuk beban sebesar 441,6 Wh. Sehingga kapasitas baterai yang dapat digunakan dengan beban sebesar 450 W yaitu kurang 9 W.

Adapun untuk lama pengisian baterai sebagai berikut: Jumlah daya listrik yang dihasilkan oleh panel surya adalah $100 \text{ Wp} \times 5 \text{ jam} = 500 \text{ Wp}$. Waktu pengisian yang dihasilkan oleh setiap jam adalah $500 : 12 \text{ jam}$ yaitu 41,6 Wh. Jadi untuk kapasitas baterai sebesar 552 Wh diperlukan waktu pengisian baterai yaitu 13,26 jam.

D. Pengoperasian dan Pemeliharaan PLTS Off-Grid

Penggunaan Energi baru Terbarukan saat ini menjadi perhatian pemerintah melalui Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral di mana setiap tahun melakukan pembangunan infrastruktur energi melalui pelaksanaan kegiatan fisik yang didanai APBN dengan target wilayah terpencil, tertinggal, perbatasan, dan kepulauan kecil. Pembangkit Listrik Tenaga Surya Fotovoltaik Terpusat *Off-grid* yang selanjutnya disebut PLTS *off-grid* merupakan salah satu teknologi yang dipakai dalam pembangunan infrastruktur energi tersebut.

Teknologi sistem PLTS off-grid terbilang cukup baru bagi masyarakat awam, khususnya masyarakat pedesaan yang mengelola PLTS off-grid di wilayah terpencil, tertinggal, perbatasan, dan kepulauan kecil. Untuk itu disusunlah buku panduan sebagai acuan dalam pengoperasian dan pemeliharaan PLTS off-grid di lapangan. Pemeliharaan terutama

dilakukan pada komponen-komponen PLTS guna mendapatkan hasil yang optimal dan waktu pengoperasian yang lama. Dalam pengoperasian dan pemeliharaan, pengguna akan sering mendapati pekerjaan pengukuran. Untuk itu pengguna diharapkan telah memahami cara-cara pengukuran besaran listrik.

Prinsip kerja PLTS sangat sederhana dan praktis, untuk menggunakan tenaga surya ini hanya diperlukan dengan memasang panel surya pada tempat terbuka dengan intensitas sinar matahari yang tinggi. Panel surya dalam jumlah yang banyak sangat efektif untuk memenuhi kebutuhan listrik dalam skala yang besar. Komponen utama dari sumber energi ini adalah sel fotovoltaik/surya. Sel tersebut memiliki peranan untuk menangkap intensitas cahaya matahari yang kemudian akan diubah menjadi energi listrik. Besarnya modul surya akan mempengaruhi jumlah arus listrik searah (DC) yang dihasilkan. Keluaran dari panel surya ini sudah dapat digunakan langsung ke beban yang memerlukan sumber tegangan DC dengan konsumsi arus yang kecil.

Agar energi listrik yang dihasilkan juga dapat digunakan pada kondisi malam hari (saat panel surya tidak disinari cahaya matahari) maka keluaran dari panel surya harus dihubungkan dengan baterai (aki) sebagai media penyimpanan arus. Sambungan panel surya ke baterai melewati regulator supaya dapat mengisi baterai secara otomatis. Fungsi regulator ini untuk menghubungkan dan memutuskan arus dari panel surya ke baterai dan juga memutuskan arus ke beban apabila terjadi hubung singkat (short circuit) atau kelebihan beban.

Jika diinginkan hasil keluaran listrik dari PLTS ini berupa arus bolak-balik (AC) maka PLTS yang mengeluarkan arus listrik searah (DC) dihubungkan ke sebuah rangkaian elektronik yang disebut Inverter DC-AC. Di mana inverter ini berfungsi mengubah arus listrik searah (DC) menjadi arus bolak-balik (AC). Selanjutnya keluaran dari inverter ini dapat langsung digunakan untuk mencatu peralatan elektronik dan listrik yang membutuhkan arus listrik AC. Besarnya tegangan dan daya keluaran yang dihubungkan ke beban nantinya harus sesuai dengan kemampuan inverter yang dipakai dan besarnya sistem penyimpanan

yang digunakan (besarnya Ampere Hour (AH) atau Ampere jam dari baterai).

Di bawah ini adalah tabel 2 menunjukkan komponen sistem PLTS dan fungsinya:

Tabel 2. Tabel komponen sistem PLTS dan fungsinya

Komponen	Contoh Gambar	Keterangan
Panel Surya		<p>Fungsi: Mengubah energi matahari menjadi energi listrik</p> <p>Jenis panel surya:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Monocrystalline - Polycrystalline - Thin Film
Solar Charge Controller (SCC)		<p>Fungsi: Mengatur arus listrik (DC) yang diisi ke baterai dan yang dikeluarkan dari baterai</p> <p>Jenis:</p> <ul style="list-style-type: none"> - PWM - MPPT

Inverter		<p>Fungsi: Mengubah arus listrik searah (DC) menjadi arus listrik bolak-balik (AC)</p> <p>Jenis:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Modified Sine Wave - Pure Sine Wave
Baterai (Aki)		<p>Fungsi: Menyimpan energi listrik yang dihasilkan panel surya</p> <p>Jenis:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Lithium-Ion - VRLA Gel - Zinc Air

No.	Frekuensi	Aktivitas	Komponen
1	HARIAN	Periksa indikator Charging menyala	SCC
2		Periksa tegangan baterai	Indikator Baterai
3		Periksa tegangan keluaran inverter (AC)	Inverter

Pemeliharaan pada sistem PLTS dimaksudkan untuk keberlangsungan sistem supaya dapat tetap kondisi baik dan handal. Pemeliharaan perlu dilakukan secara benar dan teratur. Berikut ini adalah contoh pemeliharaan yang dilakukan dalam periode harian, mingguan, dan bulanan untuk masing-masing komponen.

No.	Frekuensi	Aktivitas	Komponen
1	MINGGUAN	Periksa permukaan panel surya	Panel Surya
2		Periksa tegangan baterai	Indikator Baterai
3		Periksa tegangan keluaran inverter (AC)	Inverter
4		Periksa kondisi Inverter dan baterai dari kotoran	Inverter dan Baterai

No.	Frekuensi	Aktivitas	Komponen
1	BULANAN	Periksa permukaan panel surya dalam keadaan baik dan terhindar debu	Panel Surya
2		Periksa kabel panel surya dalam kondisi baik	Panel surya
3		Periksa tegangan baterai dan kondisi baterai kering	Baterai
4		Periksa kondisi lampu penerangan	Lampu DC

BAB IV.

PERHITUNGAN ANALISIS SECARA EKONOMI

Perhitungan secara ekonomi untuk sistem PLTS yang digunakan pada rumah warga di Desa Air Naga adalah sebagai berikut:

1. Biaya beban listrik yang dikeluarkan oleh setiap rumah sebesar Rp. 6000,-/hari jadi biaya listrik perbulan (30 hari) sebesar Rp. 180.000,-sehingga apabila per tahun diperlukan biaya listrik sebesar $\text{Rp. } 180.000 \times 12 = \text{Rp. } 2.160.000$.
2. Total biaya yang diperlukan untuk pembuatan sistem PLTS ini adalah sebesar Rp. 3.200.000. Jadi waktu pengembalian biaya investasi sistem PLTS selama $\text{Rp. } 3.200.000 : \text{Rp. } 2.160.000 = 1,48$ tahun $\approx 1,5$ tahun
3. Biaya pemakaian listrik dengan sistem PLTS ini dihitung berdasarkan dari life time baterai 46 Ah/12 V selama 2 tahun (24 bulan), sehingga perbulan diperlukan biaya sebesar $\text{Rp. } 830.000 : 24 = \text{Rp. } 34.583 \approx \text{Rp. } 35.000$.
4. Penghematan biaya pemakaian listrik perbulan yaitu sebesar $\text{Rp. } 180.000 - \text{Rp. } 35.000 = \text{Rp. } 145.000,-$.

BAB V

PENUTUP

Peningkatan kesejahteraan masyarakat pesisir menjadi program yang berkesinambungan dari pemerintah untuk memperbaiki taraf hidup penduduk di kawasan pesisir tersebut. Luasnya wilayah pesisir di Indonesia beserta masalah ekonomi yang kompleks di dalamnya, tidak dapat teratasi sepenuhnya oleh pemerintah. Diperlukan upaya yang saling bersinergi seluruh komponen masyarakat dalam mewujudkannya. Institusi pendidikan tinggi melalui kewajiban menjalankan Tri Dharma Perguruan Tinggi melalui kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat diharapkan dapat memecahkan masalah-masalah yang ada di kawasan pesisir.

Program pemasangan PLTS sebagai sumber energi listrik ini digunakan untuk dapat mensuplai kebutuhan listrik pada lampu penerangan dan kebutuhan lain rumah tangga sehingga warga dapat beraktivitas di malam hari sekaligus juga mengurangi beban biaya listrik dari masyarakat yang selama ini menggunakan genset sebagai sumber energi listrik. Diharapkan kedepannya warga dapat memasang PLTS secara mandiri di setiap rumah warga sehingga masyarakat dapat menciptakan energi yang mandiri dengan memanfaatkan energi terbarukan.

Melalui program pengabdian masyarakat ini diharapkan pengabdian ini dapat mengedukasi masyarakat dalam pembuatan dan pemanfaatan sistem PLTS skala rumah tangga. Tindak lanjut dari program kegiatan ini berupa peningkatan pemakaian PLTS oleh masyarakat dengan pelatihan lanjutan, terutama dalam hal perakitan komponen PLTS dan perawatan yang perlu dilakukan dengan pembuatan buku panduan untuk pemeliharaan dan perawatannya. Sehingga masyarakat dapat

membantu pemerintah dalam pemerataan pemakaian energi listrik melalui pemanfaatan EBT.

Dalam upaya meningkatkan taraf hidup masyarakat kawasan pesisir maka perlu dilakukan secara berkesinambungan yaitu dalam pembinaan, pendampingan secara terus menerus hingga mencapai tujuan yang diharapkan bersama.

DAFTAR PUSTAKA

- Ari Rahayuningyas, Seri Intan Kuala dan Ign. Fajar Apriyanto. (2014). *Studi Perencanaan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Skala Rumah Sederhana di Daerah Pedesaan Sebagai Pembangkit Listrik Alternatif Untuk Mendukung Program Ramah Lingkungan dan Energi Terbarukan*, Prosiding Seminar Nasional Penelitian dan PKM Sains, Teknologi dan Kesehatan, Vol. 4, No. 1, Th 2014.
- Andhika Putra Pambayun dan Muflihul Iman (2020). *Penggunaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Atap untuk Keperluan Pada Rumah Tinggal, Studi Kasus: Rumah Tinggal di Jalan Swadaya, Depok*, Institut Sains dan Teknologi Nasional, Yogyakarta.
- Direktorat Jenderal Energi Baru, (2017). *Terbarukan dan Konservasi Energi, Panduan Pengoperasian dan Pemeliharaan PLTS Off-Grid*, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia, Jakarta.
- Judi Bawalo dkk (2020), *Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya di Rumah Kebun Desa Ammat Kabupaten Kepulauan Talaud*, Universitas Sam Ratulangi Manado.
- Jatmiko, Hasyim Asy'ari dan Mahir Purnama. (2011). *Pemanfaatan Sel Surya dan Lampu LED Untuk Perumahan*, Seminar Nasional Teknologi Informasi & Komunikasi Terapan, ISBN 979-26-0255-0.
- Kholid Akhmad. (2005). *Pembangkit Listrik Tenaga Surya dan Penerapannya Untuk Daerah Terpencil*, Jurnal Dinamika Rekayasa Vol.1 No.1 hal. 1-34, ISSN 1858-3075, Purwokerto, Agustus 2005.
- Kementerian ESDM RI (2018). *Keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia, no. 1567 K/21/MEM/2018 tentang Pengesahan Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik PT Perusahaan Listrik Negara (PERSERO) tahun 2018-2027*.

- Lanny Agustine dkk. (2021), *Pemanfaatan Energi Terbarukan Dalam Upaya Swasembada Listrik di Kawasan Wisata Edukasi Pedesaan*, Jurnal Inovasi Hasil Pengabdian Masyarakat (JIPEMAS), Vol. 4, No. 3, pp. 451-464.
- Pamor Gunoto dkk. (2020). *Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya 100 Wp Untuk Penerangan Lampu di Ruang Selasar Fakultas Teknik Universitas Riau Kepulauan*, Jurnal Sigma Teknik, Vol. 3 No. 2, November 2020, p. 96-10.
- Panji Wijaya Kusuma (2021). *Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Sistem Off Grid Dengan Kapasitas 2 KWP Pada Instalasi Menara Suar Bulukumba*, Tugas Akhir, Institut Teknologi PLN, Jakarta.
- Suryo Hartanto dkk. (2021). *Budidaya Sayuran Di Kawasan Pesisir, Pemberdayaan Masyarakat Pulau Mecan Kota Batam*, Penerbit Deepublish, Yogyakarta.
- Slamet Suripto, (2020). *Sistem Tenaga Listrik*, Buku Ajar, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- United State Agency International Development (USAID), 2020, *Panduan Perencanaan dan Pemanfaatan PLTS Atap di Indonesia*, Indonesia Clean Energy Development II, Juni 2020.

GLOSARIUM

Baterai Lead-Acid: Dikenal sebagai Accu atau Aki adalah alat yang digunakan sebagai penyimpan energi listrik (DC) melalui proses kimia

Beda Potensial: Selisih gaya listrik antara dua titik pada rangkaian listrik dinotasikan Volt (V)

EBT Energi Baru Dan Terbarukan: Sumber energi yang ramah lingkungan dan dapat memperbaharui energi itu sendiri dalam waktu yang singkat. Misalnya: Energi matahari, angin, panas bumi, biofuel dll

Emisi UV: Pemancaran cahaya yang dihasilkan oleh gelombang ultraviolet, emisi ini dihasilkan oleh cahaya matahari

Energi Gerak: Energi yang dihasilkan oleh kerja mekanika

Energi Listrik: Energi yang dihasilkan oleh energi listrik (daya listrik)

Energi Mekanik: Energi yang dihasilkan oleh gerak mekanika

Fluktuatif: Bersifat tidak konstan (naik turun)

Fosil: Tulang belulang atau sisa tumbuhan yang telah membatu dan tertanam di bawah lapisan tanah (selama ribuan tahun)

Fotovoltaik: Teknologi perubahan energi dari sinar matahari menjadi energi listrik secara langsung

Gardu Listrik: Sebuah bagian dari sistem pembangkit, transmisi, dan distribusi listrik yang mengubah tegangan listrik dari tinggi ke rendah

Generator: Mesin yang dapat mengubah tenaga mekanis menjadi tenaga listrik melalui proses induksi elektromagnet

Genset: Generator Set yaitu perangkat yang fungsinya untuk menghasilkan daya listrik

Geografis: Keberadaan sebuah wilayah berdasarkan letak dan bentuknya di muka bumi

Infrastruktur: Struktur fasilitas dasar untuk kepentingan umum

Intensitas: Sebagai ukuran yang dipancarkan oleh suatu sumber cahaya dari arah tertentu per satuan sudut

Inverter: Suatu perangkat elektronik yang dapat mengubah arus listrik searah (DC) ke arus listrik bolak-balik (AC) pada tegangan dan frekuensi tertentu

Klimatologi: Studi tentang pola cuaca bumi dan sistem yang menyebabkannya

Kompresi: Pemberian tekanan yang tinggi atau pemampatan pada udara

Kontroler: Sistem pengendalian pada plant dengan spesifikasi performansi yang diinginkan

Konversi Energi: Perubahan penggunaan energi dari suatu energi tertentu, misalnya minyak bumi ke energi lain yaitu energi panas bumi

LED: Light Emitting Diode merupakan suatu komponen elektronika yang terbuat dari bahan semi konduktor jenis dioda yang mampu mengeluarkan cahaya

Lifetime: Waktu lamanya pemakaian suatu peralatan yang masih berfungsi dengan baik

Maximum Power Point Tracking (MPPT): Suatu sistem elektronik yang ada pada sistem SCC PV agar menghasilkan daya yang maksimum

Mega Watt: Merupakan satuan daya listrik yang setara dengan 1.000.000 Watt daya listrik

Mikrogrid: Struktur sistem tenaga listrik yang menghasilkan kluster-kluster sistem tenaga listrik kecil-kecil dan terdistribusi

Monocrystalline: Merupakan tipe panel surya yang menggunakan kristal tunggal silikon

Open Circuit Voltage: Tegangan maksimum yang dihasilkan oleh panel surya pada saat arusnya minimum mendekati nol

Pembangkit Tenaga Listrik: Mesin yang digunakan membangkitkan energi listrik melalui proses transformasi energi dari berbagai sumber energi

Photon: Partikel pembawa radiasi elektromagnetik seperti cahaya, gelombang radio dan sinar-X.

Pipa Pesat: Saluran atau terowongan yang menghubungkan bak penampung air ke turbin di gedung pembangkit listrik

PLTA: Sumber arus listrik dengan penggerak Generator utama dari Tenaga Air

PLTB: Sumber arus listrik dengan penggerak Generator utama dari Tenaga Bayu (Angin)

PLTD: Sumber arus listrik dengan penggerak Generator utama dari Mesin Diesel (Solar)

PLTG: Sumber arus listrik dengan penggerak Generator utama dari bahan bakar Gas

PLTN: Sumber arus listrik dengan penggerak Generator utama dari Tenaga Nuklir

PLTP: Sumber arus listrik dengan penggerak Generator utama dari Panas Bumi

PLTS: Sumber arus listrik dengan penggerak Generator utama dari Tenaga Surya (Matahari)

PLTS Hybrid: PLTS yang digabungkan dengan pembangkit tenaga listrik yang lain antara lain PLTB, PLTD dan PLN

PLTS Off Grid: PLTS dengan sistem yang mengandalkan energi matahari sebagai satu-satunya sumber energi

PLTS On Grid: PLTS yang disinkronkan dengan arus listrik dari PLN

PLTU: Sumber arus listrik dengan penggerak Generator utama dari Tenaga Uap Air

Polycrystalline: Merupakan tipe panel surya yang menggunakan kristal silikon yang disisipkan membentuk irisan pada panel

Pulse Width Modulation (PWM): Suatu sistem elektronik yang ada pada sistem SCC PV yang membatasi daya pengisian baterai disesuaikan dengan kemampuan baterai

PV System: Merupakan sistem perubahan energi photon menjadi energi listrik

Radiasi: Pemancaran dan perambatan gelombang elektromagnetik melalui suatu ruang atau zat antara

ROW (Right Of Way): Ruang bebas adalah ruang yang dibatasi oleh bidang vertikal dan horizontal di sekeliling dan di sepanjang konduktor SUTT, SUTET, atau SUTTAS di mana tidak boleh ada benda di dalamnya demi keselamatan manusia, makhluk hidup dan benda lainnya

Scala-Able: Merupakan istilah yang sama dengan skala kemampuan

SCC: Solar Charge Controller merupakan sebuah alat elektronik yang berguna mengatur arus listrik yang masuk ke baterai

Short Circuit: Istilah yang digunakan pada rangkaian yang mengalami hubung singkat

Thin Film Solar Cell: Adalah merupakan jenis panel surya dengan bentuk seperti lembaran film dan tipis

Turbin: Adalah suatu mesin berputar yang mengambil energi dari aliran fluida

PROFIL PENULIS



Pamor Gunoto kelahiran Surabaya, Jawa Timur. Penulis menyelesaikan pendidikan sarjana S-1 di ITS Surabaya dan meraih gelar master S-2 di bidang Instrumentasi dan Kontrol di ITB Bandung. Saat ini sebagai dosen di Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Riau Kepulauan. Aktif meneliti dan melaksanakan kegiatan pengabdian kepada masyarakat. Beberapa karya ilmiah sudah diterbitkan pada jurnal nasional terakreditasi.



Ponco Hadi Saputro, kelahiran Malang, 2 Juli 2001. Saat ini masih tercatat sebagai mahasiswa Program Studi Teknik Elektro Semester 3. Aktif menjadi anggota penelitian dan pengabdian masyarakat dengan dosen.



Zulham Hidayat, kelahiran Batam, 25 September 1998. Saat ini masih tercatat sebagai mahasiswa Program Studi Pendidikan Matematika semester 5. Aktif mengikuti berbagai penelitian dan pengabdian masyarakat dengan bimbingan dosen.

PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS)

Pemanfaatan PLTS pada Rumah Tangga
di Desa Air Naga Kecamatan Galang
Kota Batam

Potensi energi terbarukan yang sangat melimpah dapat dimanfaatkan untuk mengatasi kesenjangan energi bagi wilayah pesisir dan kepulauan. Energi terbarukan ini sangat berguna bagi masyarakat yang tinggal di pulau-pulau serta kawasan pesisir yang selama ini tidak terjangkau oleh energi listrik PLN. Perencanaan PLTS ini nantinya dapat membantu kebutuhan warga masyarakat dalam kebutuhan penerangan rumah di malam hari. Buku ini menjelaskan tentang kegiatan pengenalan dan pemasangan PLTS di Desa Air Naga, Kecamatan Galang, Kota Batam, Kepulauan Riau. Kegiatan ini merupakan upaya penulis sebagai akademisi turut partisipasi membantu pemerintah dalam pemerataan energi listrik pada masyarakat pesisir. Melalui buku ini penulis menjabarkan tentang pemanfaatan dan pemasangan PLTS di rumah warga yang dapat digunakan mengganti energi fosil yang digunakan pada genset dan memberikan penyediaan energi listrik untuk kebutuhan penerangan rumah tangga. Kegiatan ini sangat sederhana, mudah dilaksanakan dan dapat mengurangi biaya pengeluaran beban listrik setiap bulannya. Di samping itu bagi masyarakat membantu dalam menangani dan memberikan solusi yang dihadapi masyarakat guna meningkatkan kesejahteraan serta dapat menciptakan desa yang memiliki mandiri energi. Bagi pemerintah membantu usaha pemerintah dalam mengatasi ketidakmerataan energi listrik terutama bagi daerah yang tidak terjangkau oleh jaringan listrik PLN.

Penerbit Deepublish (CV BUDI UTAMA)

Jl. Kaliurang Km 9,3 Yogyakarta 55581

Telp/Fax : (0274) 4533427

Anggota IKAPI (076/DIY/2012)

✉ cs@deepublish.co.id

📘 Penerbit Deepublish

📱 @penerbitbuku_deepublish

🌐 www.penerbitdeepublish.com



Kategori : Teknik Listrik

ISBN 978-623-02-4814-6



9

786230

248146