



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK

Jalan Palembang-Prabumulih, KM 32 Inderalaya Kabupaten Ogan Ilir 30662
Telp. (0711) 580739, Faksimile (0711) 580741
Pos El ftunsri@unsri.ac.id

KEPUTUSAN
REKTOR UNIVERSITAS SRIWIJAYA
Nomor: 0474/UN9.FT/TU.SK/2020

TENTANG
PERSETUJUAN JUDUL DAN PENUNJUKAN TENAGA PENELITI
DOSEN DENGAN SKEMA PENELITIAN SAINS TEKNOLOGI DAN
SENI (SAINTEKS) DENGAN PENDANAAN PNBP FAKULTAS
TEKNIK UNIVERSITAS SRIWIJAYA
TAHUN 2020

REKTOR UNIVERSITAS SRIWIJAYA

- Menimbang : a. Bahwa untuk kegiatan Penelitian Skema Sains Teknologi dan Seni dengan pendanaan PNBP Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya Tahun 2020 maka perlu persetujuan Judul Penelitian dan Penunjukan Tenaga Pelaksana Penelitian;
- b. bahwa mereka yang namanya tertera dalam lampiran Surat Keputusan ini dianggap mampu dan memenuhi syarat untuk ditunjuk sebagai tenaga peneliti, dengan judul penelitian dan besaran biaya yang tercantum pada lampiran Surat Keputusan ini;
- c. bahwa berdasarkan hasil evaluasi reviewer dan berdasarkan luaran yang dipersyaratkan, judul penelitian dalam lampiran surat keputusan ini layak didanai;
- d. bahwa sehubungan dengan huruf a,b,dan c diatas, maka perlu diterbitkan surat keputusan sebagai pedoman landasan hukumnya.
- Mengingat : 1. Undang-Undang Nomor. 20 Tahun 2003, tentang Sistem Pendidikan Nasional;
2. Keputusan Menteri Keuangan RI Nomor 190/KMK.05/2009, tentang Penetapan Universitas Sriwijaya pada Depdiknas sebagai Instansi Pemerintahan yang Menetapkan PK-BLU;
3. Peraturan Pemerintah Nomor 04 Tahun 2014, tentang Penyelenggaraan Pendidikan Tinggi dan Pengelolaan Perguruan Tinggi;
4. Peraturan Menteri Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi RI Nomor 12 Tahun 2015, tentang Organisasi dan Tata Kerja Universitas Sriwijaya;
5. Peraturan Menteri Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi RI Nomor 17 Tahun 2018, tentang Statuta Universitas Sriwijaya;
6. Peraturan Menteri Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi RI Nomor 20 Tahun 2018, tentang Penelitian;
7. Keputusan Menteri Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi RI Nomor 32031/M/KP/2019, tentang Pemberhentian dan Pengangkatan Rektor Universitas Sriwijaya.

MEMUTUSKAN

- Menetapkan : **PERSETUJUAN JUDUL DAN PENUNJUKAN TENAGA PENELITI DOSEN DENGAN SKEMA PENELITIAN SAINS TEKNOLOGI DAN SENI (SAINTEKS) DENGAN PENDANAAN PNBP FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SRIWIJAYA TAHUN 2020**
- Pertama : Menyetujui nama peneliti, judul penelitian dan besaran biaya penelitian yang tercantum pada lampiran Surat Keputusan ini;



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK

Jalan Palembang-Prabumulih, KM 32 Indralaya Kabupaten Ogan Ilir 30662
Telp. (0711) 580739, Faksimile (0711) 580741
Pos El ftunsri@unsri.ac.id

- Kedua : Segala biaya yang timbul sebagai akibat penerbitan Surat Keputusan ini dibebankan pada anggaran belanja Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya tahun 2020 atau dana khusus yang disediakan untuk itu;
- Ketiga : Memberi wewenang kepada Ketua Unit Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya untuk menandatangani Surat Perjanjian Pelaksanaan Penelitian;
- Keempat : Memberi wewenang kepada Dekan Fakultas Teknik dan Ketua Unit Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya untuk melaksanakan monitoring dan evaluasi terhadap pelaksanaan penelitian serta menyetujui laporan hasil penelitian.

Keputusan Rektor Universitas Sriwijaya ini berlaku sejak tanggal ditetapkan, apabila terdapat kekeliruan dalam Surat Keputusan ini akan diadakan perbaikan.

Ditetapkan di Indralaya

Pada tanggal 02 September 2020

Rektor

Dekan



Prof. Ir. Subryer Nasir, M.S., Ph.D
6009091987031004

TEMBUSAN :

1. Rektor UNSRI
2. Ketua LPPM UNSRI
3. BPP FT UNSRI



**PENGUMUMAN JUDUL DAN PENUNJUKAN TENAGA PENELITI DOSEN DENGAN SKEMA
PENELITIAN SAINS TEKNOLOGI DAN SENI (SAINTEKS) DENGAN PENDANAAN PNB
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SRIWIJAYA TAHUN 2020**

Nomor : 0474/UN9.FT/TU.SK/2020

No	Nama Ketua	Jurusan	Judul Penelitian	Dana
1	Dr. Betty Susanti, S.T., M.T	Teknik Sipil	Strategi Peningkatan Kelayakan Operasional Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik Terpusat Di Kota Palembang	Rp.25.500.000
2	Dr. Ir. Dinar Dwi Anugerah Putranto, MSPJ	Teknik Sipil	Integrasi Data Geospasial Dalam Penyajian Sistem Informasi Daya Dukung Tanah	Rp. 27.250.000
3	Dr. Iwan Pahendra As, S.T.,M.T	Teknik Elektro	Rancang Bangun Sistem Smart Office Dengan Fitur Remote System Dan Monitoring Berbasis Internet Of Things	Rp. 27.500.000
4	Dr. Rosidawani, S.T, M.T	Teknik Sipil	Pengaruh Komposisi Bahan Penyusun Dan Perlakuan Dalam Proses Pembuatan Terhadap Karakteristik Fisik, Mekanik Dan Mikrostruktur Beton Ringan Jenis Aerated Concrete	Rp. 28.850.000
5	Dr. Dewi Puspitasari, S.T, M.T	Teknik Mesin	Pengaruh Pengukuran Emisi Gas Buang Bahan Bakar Batubara Di Dalam Cerobong Dengan Atau Tanpa Adanya Flow Straightener	Rp. 27.800.000
6	Muhammad Rendana, B.Sc, M.Sc, Ph.D	Teknik Kimia	Distribusi Spasial Polutan Udara Dan Hubungannya Dengan Penyebaran COVID-19 Di Kota Palembang	Rp. 19.121.000
7	Dr. Livian Teddy, S.T., M.T	Teknik Arsitektur	Identifikasi Perilaku Transformasi Geometris Bangunan Dalam Proses Disain Bangunan Terhadap Gempa	Rp. 23.500.000
8	Iwan Muraman Ibnu, S.T. MT	Teknik Arsitektur	Tipologi Arsitektur Vernakular Dataran Tinggi Pasemah Sumatera Selatan	Rp.28.820.000
9	Dr. Ir. Endang Wiwik DH., Msc	Teknik Geologi	Model Potensi Bencana Longsor Berdasarkan Metode Analytical Hierarchy Process (AHP) Di Daerah OKU Selatan Dan Sekitarnya, Sumatera Selatan	Rp. 25.000.000
10	Harnani, S.T. M.T	Teknik Geologi	Analisis Rawan Bencana Longsor Menggunakan Metode Analytical Hierarchy Process (Ahp) Pada Daerah Tanjung Sakti Dan Sekitarnya Kabupaten Lahat Provinsi Sumatera Selatan	Rp. 26.500.000



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK

Jalan Palembang-Prabumulih, KM 32 Inderalaya Kabupaten Ogan Ilir 30662
Telp. (0711) 580739, Faksimile (0711) 580741
Pos El unsri@unsri.ac.id

11	Dr.-Ing. Listen Prima, S.T., M.Planning	Teknik Arsitektur	Penerapan Model Aliansi Kawasan Sebagai Integrasi Kawasan Wisata Budaya Bersejarah Di Kota Palembang	Rp. 26.675.000
12	Ir. Ika Juliantina, M.S	Teknik Sipil	Identifikasi Infrastruktur Dan Pengembangan Kawasan Wisata Daerah Ogan Komering Ulu Selatan	Rp. 27.750.000
13	Dr. Mona Foralisa Toyfur, S.T., M.T	Teknik Sipil	Penilaian Risiko Bencana Longsor Pada Ruas Jalan Nasional Di Provinsi Sumatera Selatan	Rp. 26.500.000
14	Ir. Marwani, M.T	Teknik Mesin	Kaji Eksperimental Konsumsi Energi Terhadap Kecepatan Dan Tekanan Kerja Kompresor Torak	Rp. 25.425.000
15	Dr. Ir. Hendri Chandra, M.T	Teknik Mesin	Inovasi Rancang Bangun Alat Bantu Mekanik Sistem Buka Tutup Baut Roda Kendaraan Roda Empat Yang Efektif Dan Efisien	Rp. 28.000.000
16	Widya Fransiska Febriati Anwar, S.T., M.M., PhD	Teknik Arsitektur	Imagebility Dan Memorability Sebagai Penentu Strategi Disain Kawasan Bersejarah	Rp. 28.700.000
17	Ir. Hairul Alwani HA,M.T	Teknik Elektro	Instalasi Plts Off-Grid Pada Rumah Tangga Menggunakan Sistem Kontrol Automatic Transfer Switch	Rp. 25.500.000
TOTAL				Rp 448.391.000

Mengetahui/ Menyetujui,
Dekan Fakultas Teknik Unsri



Subayer Nasir, MS., Ph.D
091987031004

Inderalaya, 02 September 2020
Ketua.

UPPM FT. UNSRI

Dr. Rosidawani, ST, MT
NIP. 197605092000122001

Bidang : Energi Baru dan Terbarukan

LAPORAN AKHIR PENELITIAN SAINS DAN TEKNOLOGI

FAKULTAS TEKNIK

**PLTS *OFF-GRID* PADA DEKANAT FAKULTAS TEKNIK
MENGUNAKAN SISTEM KONTROL *AUTOMATIC TRANSFER
SWITCH***



Ir. H. Hairul Alwani HA, M.T 195709221987031003/ Ketua
Ir. Armin Sofijan, M.T 196411031995121001/ Anggota
Hermawati,ST,MT 197708102001122001/Anggota

Dibiayai dari dana PNBP Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Nomor : 0474/UN9.FT/TU.SK/2020

Tanggal 2 September 2020

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2020

HALAMAN PENGESAHAN

1. Judul Penelitian : Instalasi PLTS *Off-Grid* Pada Rumah Tangga Menggunakan Sistem Kontrol *Automatic Transfer Switch*
2. Bidang Penelitian : Energi Baru dan Terbarukan
3. Ketua Peneliti :
- a) Nama Lengkap : Ir. Hairul Alwani HA,M.T
- b) Jenis Kelamin : Laki-laki
- c) NIP : 195709221987031003
- d) Pangkat dan Golongan : Pembina Tingkat I/ IV B
- e) Jabatan Struktural : Tenaga Pengajar
- f) Jabatan Fungsional : Lektor Kepala
- g) Perguruan Tinggi : Universitas Sriwijaya
- h) Fakultas/ Jurusan : Teknik/ Teknik Elektro
- i) Alamat kantor : Jl. Palembang-Prabumulih KM 32 Ogan Ilir, Sumatera Selatan
- Telepon Kantor : (0711) 580283
- h) Alamat Rumah : Jl. Inspektur Marzuki No. 844 RT 01 RW 04, Kel. Siring Agung Palembang
- Nomor Hp/ Email : 081280052743/ hairulalwani57@gmail.com
4. Jumlah Anggota Peneliti :
- a) Nama Dosen : 1. Ir. Armin Sofijan,M.T
2. Hermawati,ST,MT
- b) Nama Mahasiswa : Wahyudi Mursal
5. Jangka Waktu Penelitian : 1 Tahun
6. Sumber Biaya PNBPN FT UNSRI : Rp25.500.000

Inderalaya, 10 Oktober 2020

Mengetahui,
Ketua UPPM FT UNSRI



Dr. Rosidawani, ST, MT
NIP. 197605092000122001

Ketua Peneliti,



Ir. H. Hairul Alwani, MT
NIP 195709221987031003



Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik Unsri,
Prof. Ir. Subriyer Nasir, M.S., Ph.D.
NIP. 196009001987031004

SURAT PERNYATAAN

Yang bertandatangan dibawah ini :

Nama Lengkap : Ir. Hairul Alwani HA,M.T
NIP/NIDN : 195709221987031003/ 00220957002
Pangkat dan Golongan : Pembina Tingkat I/ IV B
Jabatan Struktural : Tenaga Pengajar
Jabatan Fungsional : Lektor Kepala
Perguruan Tinggi : Universitas Sriwijaya
Fakultas/ Jurusan : Teknik/ Teknik Elektro
Alamat kantor : Jl. Palembang-Prabumulih KM 32 Ogan Ilir,
Sumatera Selatan

Dengan ini menyatakan bahwa proposal penelitian saya dengan judul “Instalasi Dr.Rosidawani,ST.MT PLTS *Off-Grid* Pada Rumah Tangga Menggunakan Sistem Kontrol *Automatic Transfer Switch*” yang diusulkan dalam skim Penelitian Sains Teknologi dan Seni Universitas Sriwijaya tahun 2020 bersifat original dan belum pernah dibiayai oleh lembaga/ sumber lain.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sesungguhnya dan dengan sebenar-benarnya.

Palembang 10 Oktober 2020

Mengetahui,
Ketua UPPM FT UNSRI

Ketua Peneliti,



Dr.Rosidawani,ST.MT
NIP. 197605092000122001



Ir. Hairul Alwani HA,M.T
NIP. 195709221987031003

RINGKASAN

Krisis energi mendapat perhatian yang cukup besar dari berbagai negara didunia. Berbagai upaya telah dilakukan dengan cara memanfaatkan energi matahari sebagai sumber energi alternatif. Keunggulan dari energi yang berasal dari matahari, pemanfaatannya tidak menimbulkan polusi yang dapat merusak lingkungan. Energi matahari adalah salah satu sumber energy yang dapat diperbarui dengan memanfaatkan matahari sebagai sumber energinya. Salah satu system control yang dapat digunakan yaitu *Automatic Transfer Switch*. Prinsip kerja dari system *Automatic Transfer Switch* dengan mengendalikan dua sumber aliran listrik. Saat terjadinya pemutusan listrik secara mendadak maka panel ATS akan memindahkan listrik dari sumber PLN ke sumber Inverter. Begitu juga sebaliknya, ketika PLN menyala maka panel akan otomatis berpindah.

Penelitian ini akan membahas tentang **“Instalasi PLTS Off-Grid Pada Rumah Tangga Menggunakan Sistem Kontrol Automatic Transfer Switch”**. Implementasi system kontrol *Automatic Transfer Switch* antara PLN dan PLTS sebagai pemasok daya untuk beban listrik rumah tangga, sehingga dapat mengurangi ketergantungan listrik PLN. Metode yang digunakan untuk penelitian ini adalah metode eksperimental yaitu merancang system ATS. Peralatan yang digunakan adalah panel surya, *solar controller*, relay, inverter, baterai dan timer. Hasil penelitian menunjukkan panel ATS dapat digunakan untuk rangkaian switching antara PLN dan PLTS dengan membangkitkan 2 buah lampu sebesar 200Watt menggunakan baterai PLTS selama 2 jam yang telah di charge selama 8 jam dari pukul 08:00 sampai dengan pukul 15:00, kemudian timer disetting untuk menyala setelah inverter menyala selama 2 jam. Relay switching yang digunakan adalah MK2P yang dapat bekerja pada system listrik 1 phasa. Sehingga dapat digunakan untuk listrik pada rumah tangga

Kata Kunci : Energi Matahari, ATS, PLTS, Switching

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Instalasi listrik rumah tinggal merupakan rangkaian yang digunakan untuk menyalurkan daya listrik ke lampu atau alat-alat elektronik lainnya. Hampir semua bentuk kenyamanan hidup modern saat ini bergantung pada listrik. Tidak hanya untuk menerangi rumah, mendinginkan ruangan, dan menonton televisi, listrik pun dibutuhkan untuk menggunakan berbagai peralatan rumah tangga. Ada beberapa hal yang harus dipertimbangkan untuk memasang instalasi pada rumah tangga seperti kebutuhan beban, circuit breaker maupun kabel listrik yang digunakan.

Selain itu, seiring dengan pertumbuhan dan perkembangan teknologi semakin membutuhkan suplai energy listrik. Pertumbuhan beban listrik yang terus meningkat menyebabkan sumber energy fosil yang akan digunakan yang semakin meningkat. Penggunaan energy fosil secara berlebihan akan menyebabkan energy tersebut habis. Oleh sebab itu, diperlukan sumber energy alternative. Salah satu energy alternative yang dapat digunakan adalah PLTS. Dengan menggunakan PLTS *Off-Grid*, cahaya matahari dapat dikonversikan menjadi energi listrik.

PLTS *Off-Grid* mengandalkan energy matahari sebagai satu-satunya sumber energy utama dengan menggunakan rangkaian panel surya untuk menghasilkan energy listrik sesuai dengan kebutuhan¹. PLTS yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah PLTS *Off-Grid*.¹, PLTS *Off-Grid* menggunakan baterai untuk menyimpan energi listrik sehingga energy listrik yang dihasilkan dapat digunakan pada siang dan malam hari.

Agar PLTS *Off-Grid* dapat terkoneksi dengan jaringan PLN pada rumah tangga diperlukan control *Automatic Transfer Switch*. Prinsip kerja dari system *Automatic Transfer Switch* dengan mengendalikan dua sumber aliran listrik. Saat terjadinya pemutusan listrik secara mendadak maka panel ATS akan memindahkan listrik dari sumber PLN ke sumber Inverter. Begitu juga sebaliknya, ketika PLN menyala maka panel akan otomatis berpindah. *Automatic Transfer Switch* biasanya digunakan pada switching antara jaringan PLN dan Genset. Pada

penelitian ini Kontrol ATS akan digunakan untuk *switching* pada jaringan PLN dan PLTS. Implementasi percobaan yang akan dilakukan dengan menggunakan beban sebesar 200Watt lampu LED yang akan dikoneksikan dengan jaringan PLN dan PLTS dengan durasi penyalaan PLTS selama dua jam dan pengecasan PLTS selama 8 jam dari pukul 08:00 WIB sampai dengan 15:00 WIB. Berdasarkan latar belakang tersebut penulis akan membahas tentang “Instalasi PLTS *Off-Grid* Pada Rumah Tangga Menggunakan Sistem Kontrol *Automatic Transfer Switch*”.

1.2 Perumusan Masalah

Salah satu solusi untuk mengatasi masalah krisis energi adalah dengan memulai menggunakan sumber energi baru dan terbarukan yang ramah lingkungan sebagai sumber energi alternatif. Penelitian ini akan membahas kontrol panel PLTS *Off-Grid* menggunakan kontrol *Automatic Transfer Switch* yang dapat digunakan pada rumah tangga. panel ATS dapat digunakan untuk rangkaian *switching* antara PLN dan PLTS dengan membangkitkan 2 buah lampu sebesar 200Watt menggunakan baterai PLTS selama 2 jam yang telah di charge selama 8 jam dari pukul 08:00 sampai dengan pukul 15:00, kemudian timer disetting untuk menyala setelah inverter menyala selama 2 jam. Relay *switching* yang digunakan adalah MK2P yang dapat bekerja pada system listrik 1 phasa. Sehingga prototype hanya dapat digunakan pada listrik rumah tangga.

1.3 Ruang Lingkup Penelitian

Dari perumusan masalah diatas, pada penelitian ini memiliki beberapa ruang lingkup pembahasan agar pembahasan penelitian tidak meluas. Ruang lingkup penelitian sebagai berikut.

1. Penelitian ini membuat control system *switching* ATS menggunakan Relay yang akan digunakan pada panel listrik PLN dan PLTS.
2. Peralatan yang digunakan adalah peralatan-peralatan yang tersedia di pasaran.
3. Percobaan penelitian ini akan diuji cobakan pada lampu penerangan berkapasitas 200 Watt dengan durasi penyalaan selama 2 jam dan pengecasan menggunakan PLTS selama 8 jam dari pukul 08:00 sampai dengan 15:00

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu sebagai berikut.

1. Membuat system *switching* ATS antara jaringan PLN dan PLTS secara sederhana menggunakan jaringan PLN dan PLTS *Off-grid*. Komponen *switching* yang akan digunakan berupa Relay MK2P dan timer yang berfungsi sebagai penyetingan durasi penyalaan inverter selama 2 jam
2. Beban yang akan dibangkitkan menggunakan panel ATS sebesar 200Watt dengan pengujian selama 2 jam. PLTS akan discharge selama 8 jam dari pukul 08:00 WIB sampai dengan 15:00 WIB

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)

Berdasarkan SNI 8395:2017^[2], PLTS adalah sistem pembangkit listrik yang energinya bersumber dari radiasi matahari melalui konversi *fotovoltaik*. Sistem *fotovoltaik* mengubah radiasi sinar matahari menjadi listrik. Semakin tinggi intensitas radiasi matahari yang mengenai sel fotovoltaik, semakin tinggi daya listrik yang dihasilkannya. Karena listrik seringkali dibutuhkan sepanjang hari, maka kelebihan daya listrik yang dihasilkan pada siang hari disimpan didalam baterai sehingga dapat digunakan kapanpun untuk berbagai alat listrik. Sistem fotovoltaik dapat dianalogikan seperti penampungan air hujan jumlah air yang ditampung berubah sesuai dengan cuaca, sehingga terkadang banyak air yang terkumpul, terkadang tidak sama sekali. Pada sistem *fotovoltaik*, jumlah listrik yang dikumpulkan oleh sistem *fotovoltaik* tergantung dengan cuaca. Saat hari cerah, banyak listrik yang dihasilkan, sedangkan saat berawan, sedikit listrik yang dihasilkan.

Tabel 2.1 Analogi Komponen PLTS^[2]

Sistem Penampungan Air Hujan	Sistem Fotovoltaic
Talang pengumpul di atap rumah	Modul surya
Tangki penyimpanan air hujan	Baterai penyimpan
Pipa saluran aliran air	Pengkabelan aliran listrik
Keran untuk membatasi laju alir air	<i>Circuit breaker</i> untuk membatasi aliran arus listrik

Penggunaan PLTS adalah alternatif yang terbaik, karena sumber energi yang ramah lingkungan yang tidak mencemari lingkungan dan tidak memberikan kontribusi terhadap perubahan iklim dan pemanasan global, karena energi yang didapatkan berasal dari proses alam yang berkelanjutan, seperti sinar matahari, angin, air, geothermal dan lain sebagainya^[3]. Persoalan energi listrik merupakan kepentingan semua negara didunia. Energi listrik bukanlah merupakan komoditas biasa, akan tetapi komoditas strategis mengingat semua sistem kehidupan manusia bergantung kepada energi listrik sebagai urat nadi kehidupan pada semua sektor. Program pemerintah dalam rangka mewujudkan kemandirian energi listrik nasional

bukanlah hal yang mustahil untuk dicapai. Pengembangan dan pemanfaatan energi listrik baru terbarukan harus didukung penuh oleh seluruh lapisan masyarakat. Ketergantungan terhadap energi listrik dari fosil yang semakin menipis akan membuat Indonesia terjebak dalam krisis energi listrik^[3]. Antisipasi krisis energi listrik dapat dilakukan dengan terus melakukan pemanfaatan terhadap energi listrik baru terbarukan. Pemerintah terus melakukan upaya peningkatan pemanfaatan energi listrik matahari untuk pembangkitan energi listrik dengan membangun PLTS Terpusat maupun PLTS Hybrid di seluruh pelosok Indonesia.

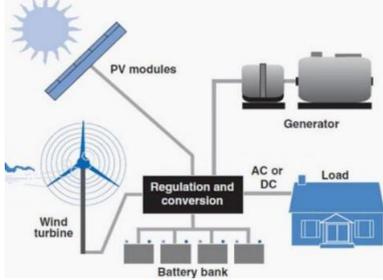
Seiring dengan kemajuan teknologi, maka persediaan energi listrik PLN akan berpengaruh bagi pelayanan publik baik itu daya yang besar maupun kecil. Penyaluran listrik dari PLN (Pembangkit Listrik Negara) tidak selamanya *kontinyu*, suatu saat akan terjadi pemadaman. Pemadaman yang terjadi dapat disebabkan oleh beberapa gangguan pada sistem transmisi maupun distribusi. Oleh sebab itu, diperlukan pembangkit listrik alternatif. Salah satunya dengan memanfaatkan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS).

2.2 Jenis-jenis PLTS

Terdapat tiga jenis PLTS yang sering ditemui, yaitu PLTS *off-grid*, PLTS *on-grid*, serta PLTS *hybrid* sebagai berikut

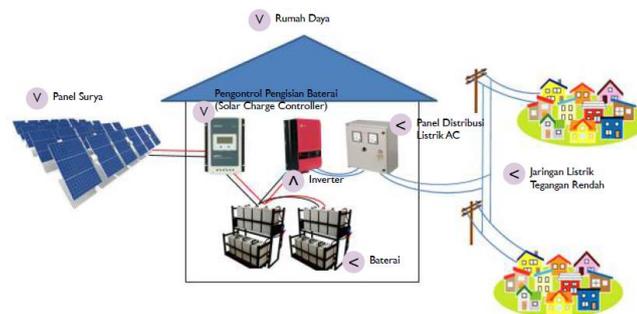
Tabel 2.2 Jenis-jenis PLTS^[2]

	PLTS <i>off-grid</i>	PLTS <i>on-grid</i>	PLTS <i>Hybrid</i>
Deskripsi	Sistem PLTS yang output daya listriknya secara mandiri menyuplai listrik ke jaringan distribusi pelanggan atau tidak terhubung dengan jaringan listrik PLN.	Bisa dioperasikan tanpa baterai, karena output listrik disalurkan ke jaringan distribusi yang telah disuplai pembangkit lainnya (mis. Jaringan PLN)	Gabungan dari sistem PLTS dengan pembangkit lainnya (mis. PLTD, PLTB)
Baterai	Ya, supaya tidak bisa memberikan suplai	Tidak	Bisa <i>off-grid</i> (pakai baterai) atau

	listrik sesuai kebutuhan beban		<i>on-grid</i> (tanpa baterai)
Gambar	 <p style="text-align: center;">Gambar 2.1 PLTS <i>off-grid</i></p>		
	 <p style="text-align: center;">Gambar 2.2 PLTS <i>on-grid</i></p>		
	 <p style="text-align: center;">Gambar 2.3 PLTS <i>Hybrid</i></p>		

2.3 Komponen Utama Sistem PLTS

Agar sistem PLTS dapat berjalan dengan baik diperlukan beberapa komponen sebagai berikut

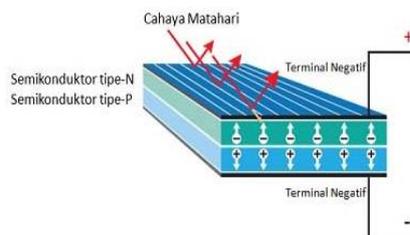


Gambar 2.4. Komponen PLTS^[2]

2.3.1 Panel Surya

Dalam sebuah modul surya, terdapat sel-sel *fotovoltaik* tempat terjadinya efek *fotovoltaik*^[4]. Apabila beberapa modul surya dirangkai, maka akan terbentuk suatu sistem pembangkit listrik tenaga surya. kualitas sebuah modul surya, antara lain dinilai berdasarkan efisiensinya untuk mengkonversi radiasi sinar matahari menjadi listrik DC. modul surya yang efisiensinya lebih tinggi akan menghasilkan daya listrik yang lebih besar dibandingkan modul surya yang efisiensinya lebih rendah untuk luasan modul yang sama. Efisiensi modul surya bergantung pada material sel *fotovoltaik* dan proses produksinya.

Efek *photovaltaic* adalah fenomena yang munculnya tegangan listrik diantara dua elektroda yang dihubungkan saat mendapat energi cahaya^[4]. Panel surya terdiri dari unit yang lebih kecil yang disebut sel surya. Sel surya terbuat dari silikon semikonduktor. Sel surya menggunakan dua lapisan silikon yaitu tipe-N dan tipe-P. Tipe-N memiliki ekstra elektron dan tipe-p sebagai ruang untuk *ekstra* elektron yang disebut *hole*. Saat kedua jenis silikon ini bertemu, elektron dapat berjalan melintasi *P/N Junction*. Dimana disisi P akan meninggalkan muatan positif (+) dan pada sisi N akan membuat muatan negatif (-).

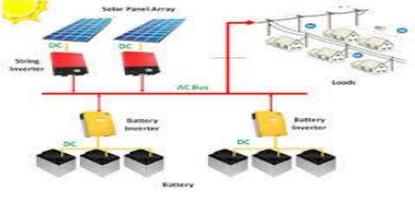


Gambar 2.5 Sel Surya^[2]

Cahaya matahari mengandung foton dimana saat cahaya matahari mengenai salah satu sisi N, maka foton akan menyeberang ke sisi P. Dengan energi yang cukup melintasi lokasi lubang (*hole*) yang bermuatan positif. Saat foton menumbuk elektron maka akan terjadi proses ionisasi terbentuk elektron bebas baru sehingga elektron tersebut akan mengalir melalui rangkaian listrik^[4].

Modul surya merupakan komponen penting dalam suatu sistem PLTS, memiliki output listrik DC. Namun karena banyak beban listrik yang membutuhkan suplai listrik AC, maka listrik DC yang dihasilkan oleh modul surya harus dikonversi oleh inverter menjadi listrik AC. Terkait hal ini, sistem *charging* baterai pada sistem PLTS *off-grid* bisa berupa *DC-Coupling* atau *AC-Coupling*. Komponen perbandingan sistem PLTS sebagai berikut

Tabel 2.3 Perbandingan sistem PLTS off-grid *DC-Coupling* dan *AC-Coupling*^[8]

	<i>DC-Coupling</i>	<i>AC-Coupling</i>
Kapasitas Daya Output	Terbatas, sesuai dengan kapasitas daya inveter	Tak terbatas, karena daya total output adalah jumlah dari banyak pembangkit
Expandibility	Harus mengganti inverter	Fleksibel, karena tambahan pembangkit lain bisa di interkoneksi ke jaringan <i>AC-Coupling</i>
Pengaturan Daya	Sederhana, karena tidak memerlukan sistem pembagian beban	Kompleks, karena semua pembangkit harus terintegrasi untuk kontrol outputnya
Konfigurasi	 <p>Gambar 2.10 <i>DC-Coupling</i></p>	 <p>Gambar 2.11 <i>AC-Coupling</i></p>

Dibawah ini adalah penjelasan tentang perhitungan dan rangkaian panel surya yang akan digunakan sebagai berikut.

a) Perhitungan Panel Surya

Daya (*Wattpeak*) yang dapat dibangkitkan PLTS untuk memenuhi kebutuhan energi, diperhitungkan dengan persamaan berikut ^[9]

1) Perhitungan PV Area (*Area Array*)

PV Area dapat ditentukan dengan persamaan berikut.

$$PV\ Area = \frac{E_L}{G_{av} \times TCF \times \eta_{PV} \times \eta_{out}} \dots\dots\dots(2.1)$$

Keterangan :

E_L = Energi yang dibangkitkan (kWh/hari)

$PV\ Area$ = Luas permukaan panel surya (m²)

G_{av} = Intensitas matahari harian (kW/m²/hari)

TCF = *Temperature Coeffisien faktor* (%)

η_{PV} = Efisiensi panel surya (%)

η_{out} = Efisiensi keluaran (%) asumsi 0,9

2) Perhitungan Daya yang dibangkitkan PLTS (*Wattpeak*)

Dari perhitungan PV Area, maka besar daya yang dibangkitkan PLTS dapat diperhitungkan dengan persamaan berikut^[9].

$$P_{wattpeak} = PV\ Area \times PSI \times \eta_{PV} \dots\dots\dots(2.2)$$

Keterangan :

$P_{wattpeak}$ = Luas permukaan panel surya (Wp)

PSI = Peak Solar Insulation adalah 1.000 W/m²

η_{PV} = Efisiensi panel surya (%)

Untuk menentukan banyaknya panel surya yang diperlukan dapat diperhitungkan dengan persamaan berikut^[9].

$$Jumlah\ Panel\ Surya = \frac{P_{wattpeak}}{P_{mpp}} \dots\dots\dots(2.3)$$

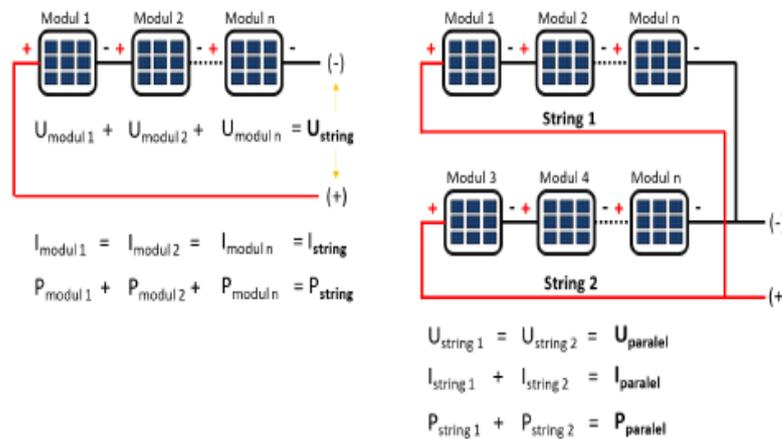
Keterangan :

$P_{wattpeak}$ = Luas permukaan panel surya (Wp)

P_{mpp} = Daya maksimum keluaran panel surya (watt)

b) Rangkaian Panel Surya

Panel surya harus terdiri dari modul panel surya dengan karakteristik sama untuk menghindari penurunan daya. Jumlah panel yang terbentuk secara seri harus mempertimbangkan tegangan masukan maksimum dan minum dari *solar controller* dan *inverter* yang digunakan



Gambar 2.12 Rangkaian panel surya [8]

2.3.2 Solar Charge Controller

Solar Charge Controller (SCC) berfungsi membatasi arus listrik yang masuk maupun keluar dari baterai. SCC mencegah pengisian daya (*charging*) yang berlebihan serta melindungi serta melindungi baterai dari tegangan berlebihan^[2]. Selain itu SCC juga mencegah agar energi listrik yang tersimpan didalamnya tidak terkuras (*discharge*) sampai habis. Beberapa tipe SCC dapat secara otomatis dan terkontrol memutus tegangan suplai beban, untuk mencegah baterai dari kondisi *deep discharge* yang bisa memperpendek umur pakai baterai. Salah satu fitur pada SCC yang bermanfaat untuk *charging* adalah sistem *Maximum Power Point Tracker* (MPPT). Dengan adanya sistem ini, baterai lebih cepat terisi karena modul PV akan selalu beroperasi pada outpt titik daya maksimal yang bervariasi sesuai dengan radiasi matahari. Modul PV hanya akan berhenti menghasilkan daya maksimal ketika baterai sudah mendekati batas maksimum *charging*. Untuk menentukan kapasitas *Charge Controller* dapat ditentukan dengan persamaan berikut ^[10]

$$Capacity\ of\ Charge\ Controller = I_{mpp} \times 125\% \dots\dots\dots(2.4)$$

2.3.3 Baterai

Baterai merupakan salah satu cara penyimpanan daya yang paling umum digunakan. Baterai menjadi komponen penting yang mempengaruhi sistem PLTS secara keseluruhan. Perawatan baterai, masa pakai, daya dan efisiensi merupakan parameter baterai yang mempengaruhi kinerja PLTS. Baterai yang paling tepat untuk sistem PLTS adalah yang memiliki jenis karakter Deep Discharge^[2]. Baterai jenis ini bisa *discharge* listriknya hingga 20% dari kapasitas simpan baterai. Baterai untuk starting kendaraan bermotor umumnya hanya boleh di *discharge* hingga tersisa 80% dari kapasitas simpan baterai. Apabila discharge melebihi kapasitas tersebut, maka umur baterai akan lebih singkat. Dibawah ini adalah penjelasan tentang kapasitas dan rangkaian pada baterai PLTS sebagai berikut.

a) Perhitungan Kapasitas Baterai

Besar kapasitas baterai yang dibutuhkan untuk dapat memenuhi kebutuhan konsumsi energi harian dapat dihitung dengan persamaan berikut [11].

$$C = \frac{N \times E_d}{V_S \times DOD \times \eta} \dots\dots\dots(2.5)$$

Keterangan :

C = Kapasitas Baterai (Ampere-hour)

E_d = Konsumsi energi harian (kWh)

V_S = Tegangan Baterai (Volt)

DOD = Maksimum pengosongan baterai (%), diasumsikan 80%

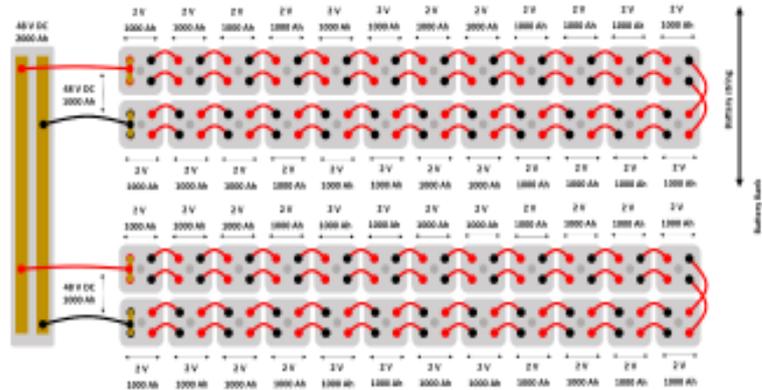
η = Efisiensi inverter (%)

N = Jumlah cadangan hari (selama 3 hari)

b) Rangkaian Baterai

Bank baterai terdiri dari satu rangkaian atau beberapa rangkaian baterai yang terhubung secara paralel. Bank baterai kemudian dikonfigurasi berdasarkan tegangan sistem yang diinginkan. Ketika membutuhkan tegangan yang lebih tinggi, baterai dengan kapasitas yang sama dihubungkan secara seri sampai tegangan rangkaian baterai mencapai tegangan yang dibutuhkan, biasanya senilai 48 VDC. Sementara untuk

meningkatkan kapasitas, rangkaian baterai dengan tegangan dan karakteristik nominal yang sama dihubungkan secara paralel.



Gambar 2.13 Rangkaian Baterai PLTS [8]

Untuk menghitung rangkaian pada baterai PLTS dapat menggunakan persamaan berikut^[2]

$$\text{Jumlah baterai seri} = \frac{\text{Sistem Tegangan}}{\text{Tegangan Baterai}} \dots\dots\dots(2.6)$$

$$\text{Jumlah total baterai} = \frac{\text{Total Kapasitas Baterai}}{\text{Kapasitas Baterai (Ah)}} \dots\dots\dots(2.7)$$

2.3.4 Inverter

Terdapat beberapa jenis inverter berdasarkan konfigurasi sistem PLTS *off-grid* sebagai berikut^[8]

- a) DC-AC Inverter (Untuk sistem *off-grid* DC-Coupling)

Inverter daya DC-AC merupakan alat elektronik yang berfungsi mengubah sistem tegangan DC dari keluaran modul PV atau baterai menjadi sistem tegangan AC. Pengubah sistem tegangan ini penting, karena peralatan listrik secara umum memerlukan suplai tegangan AC.

- b) String Inveter- untuk sistem *off-grid* AC-Coupling

PV string inverter adalah unit alat yang berfungsi untuk merubah input tegangan DC langsung dari modul PV, menjadi output tegangan AC. Unit ini beroperasinya harus paralel dengan sumber tegangan AC lainnya, yaitu output string inverter di interkoneksi dengan sistem tegangan AC yang berasal dari pembangkit lainnya seperti diesel. Karena kemampuannya untuk beroperasi paralel pada tegangan AC, maka sistem PLTS ini memiliki keuntungan, yaitu bila kedepannya hendak diubah tegangan dari *grid* PLN

bisa langsung di interkoneksi pada jaringan AC-Coupling yang sudah ada.

Dibawah ini adalah perhitungan kapasitas inverter pada PLTS yang akan digunakan. Kapasitas inverter dapat ditentukan dengan perhitungan sebagai berikut [10]

$$Cap. Inv = total\ daya \times 125\ \% \dots\dots\dots(2.8)$$

Berdasarkan jurnal Muzzamir. Md. Naim, Foraji Abdullah Al Masum. 2014. An economic Analysis of Solar PV System in Bangladesh. Departement of Electrical and Electronics Engineering. Daffodil International University. Koefesien safety faktor sebesar 125%

2.4 Komponen Pendukung PLTS

2.4.1 Panel Combiner

Panel ini dibutuhkan untuk menggabungkan rangkaian paralel panel surya ataupun baterai. Biasanya dibutuhkan untuk sistem PLTS dengan total daya besar ataupun sistem PLTS yang menggunakan modul surya dengan kapasitas kecil.

2.4.2 Kabel PLTS

Kabel distribusi PLTS bertujuan untuk mengalirkan listrik dari PLTS ke konsumen/beban. Kabel harus dipilih berdasarkan SNI dan sesuai dengan kapasitas beban. Apabila ada beban yang terpisah digunakan instalasi saluran udara.

2.4.3 Wattmeter

Wattmeter berfungsi sebagai pengukur daya, arus maupun tegangan secara otomatis yang dapat terbaca pada indikator LCD pada wattmeter.

2.4.4 Sistem Proteksi

Sistem proteksi seperti sirkuit pemutus dan saklar dipasang diantara panel surya, *solar charge controller*, baterai dan inverter. Oleh karena itu, petugas PLTS dapat melepaskan hubungan pembangkit dan jaringan jika sewaktu/waktu diperlukan^[12].

2.4.5 Relay

Relay memiliki fungsi sebagai saklar atau elektromagnetik switch yang dikendalikan oleh magnet listrik. Relay memiliki koil yaitu NO dan NC

BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya. Waktu penelitian mulai dari Oktober 2020 - Desember 2020 meliputi studi literatur, perancangan dan pembuatan alat, pengujian alat, pengambilan data serta analisis penulisan laporan.

Tabel 3.1 Tabel Jadwal Penelitian

No	Kegiatan	Bulan									
		Bulan 1				Bulan 2				Bulan 3	
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2
1.	Studi Literatur	√	√	√							
2.	Perancangan dan pembuatan alat			√	√	√					
3.	Pengujian alat				√	√	√				
4.	Data dan Analisis						√	√	√		
5.	Penulisan laporan							√	√	√	√

3.2 Alat dan Bahan

- a. Alat
 - Bor Listrik
 - Gergaji Besi
 - Gunting
 - Mistar
 - Tespen
 - Pemotong Kabel
 - Multimeter
 - Infrared Thermometer

- b. Bahan
 - Emergency Stop Button
 - Kabel Aki Panel Surya
 - Kabel Panel Surya 2x2,5 mm
 - Wattmeter AC 4 in 1
 - Relay MK2P 8 Pin
 - Skun Kabel
 - Konector MC4 Solar Panel
 - Power Inverter 300W Modified Sine Wave
 - Power Inverte 300 W Pure Sine Wave
 - Batere VRLA 12 V 40 Ah
 - Solar Controller MPPT 10 A
 - Solar Panel 50 WP
 - Hole Saw Besi 22 mm
 - Digital Timer Switch
 - MCB
 - Panel Box
 - Voltmeter Aki
 - Timer Omron H3CR
 - RCBO
 - Surge Arreseter Device
 - Magnetik Contactor
 - Digital Clamp Meter
 - Fan Casing
 - Kabel NYM 1,5mm
 - Kabel Duck
 - Kabel Blok
 - Steker
 - Terminal
 - Double Tip
 - Fuse
 - lampu pilot lamp
 - Lampu sorot

3.3 Prosedur Pembuatan Panel PLTS ATS

a. Pengumpulan Bahan Utama

Sebelum melakukan perakitan panel PLTS ATS, dilakukan perencanaan desain rancangan alat dan pengumpulan komponen-komponen peralatan dilakukan mulai dari pemesanan secara online maupun pembelian secara langsung ditoko listrik dengan cara membandingkan harga dengan kualitas yang sama.

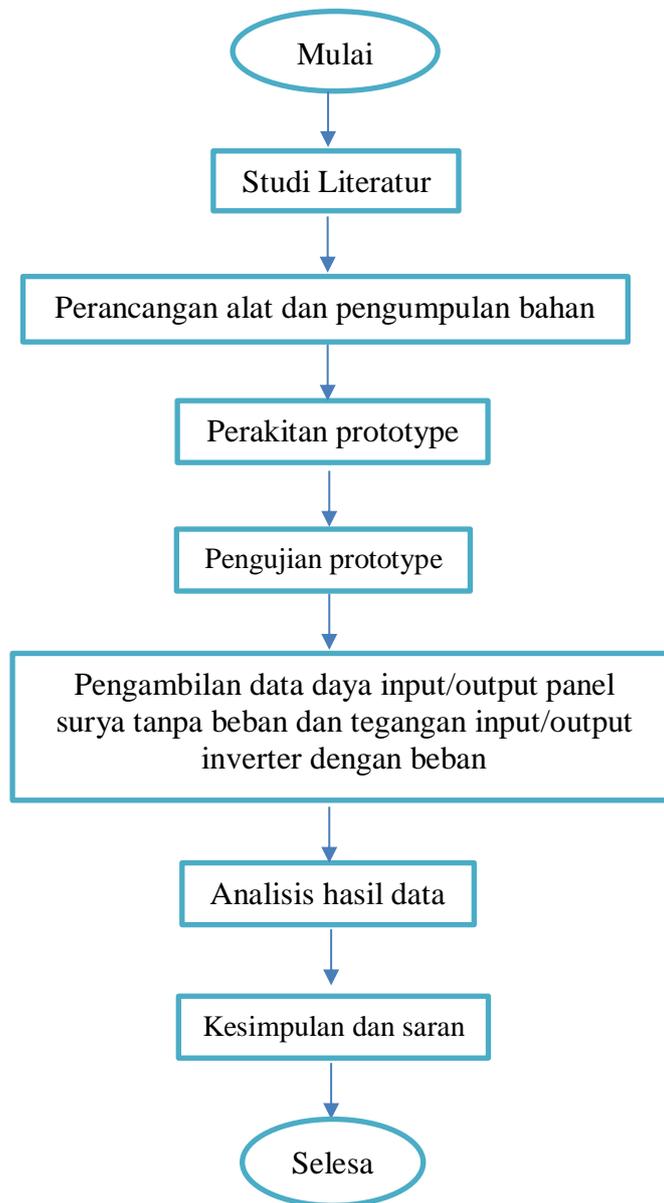
b. Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian yang dilakukan sebagai berikut :

1. Mempersiapkan alat dan bahan yang akan digunakan
2. Menghitung kapasitas dan spesifikasi peralatan PLTS yang akan digunakan.
3. Merakit komponen prototype PLTS dan melakukan pengambilan data daya input/output menggunakan panel surya *Polycrystalline* 50 Wp, setelah di *charge* selama 8 jam dari pukul 08:00-15:00, kemudian melakukan pengambilan data kedua, berupa data tegangan input/output Inverter 300W dengan beban lampu 200Watt

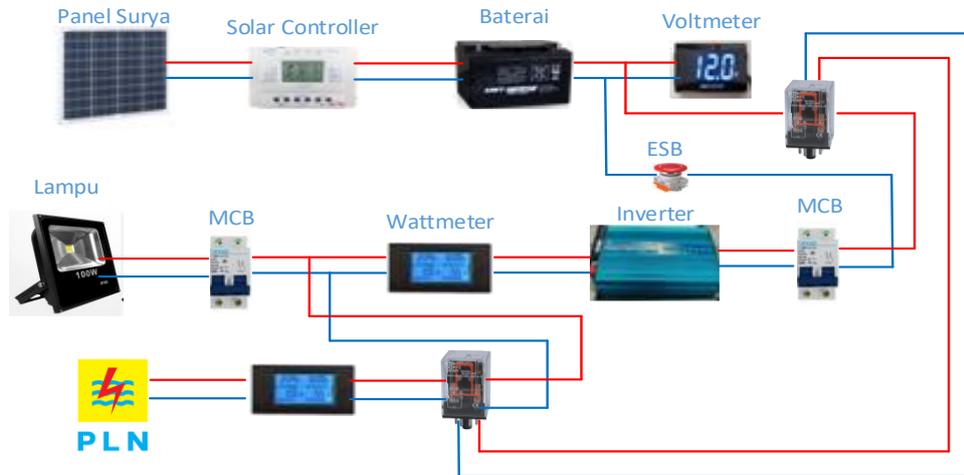
4. Pengambilan data dilakukan selama 10 hari untuk memperoleh data Daya Output dan Daya Input Panel *Polycrystalline* dan Data Tegangan Input/Output Inverter menggunakan beban lampu 200Watt

3.4 Diagram Alir Penelitian



Gambar 2.6 Diagram Alir Penelitian

3.5 Rangkaian prototype PLTS Off-Grid ATS



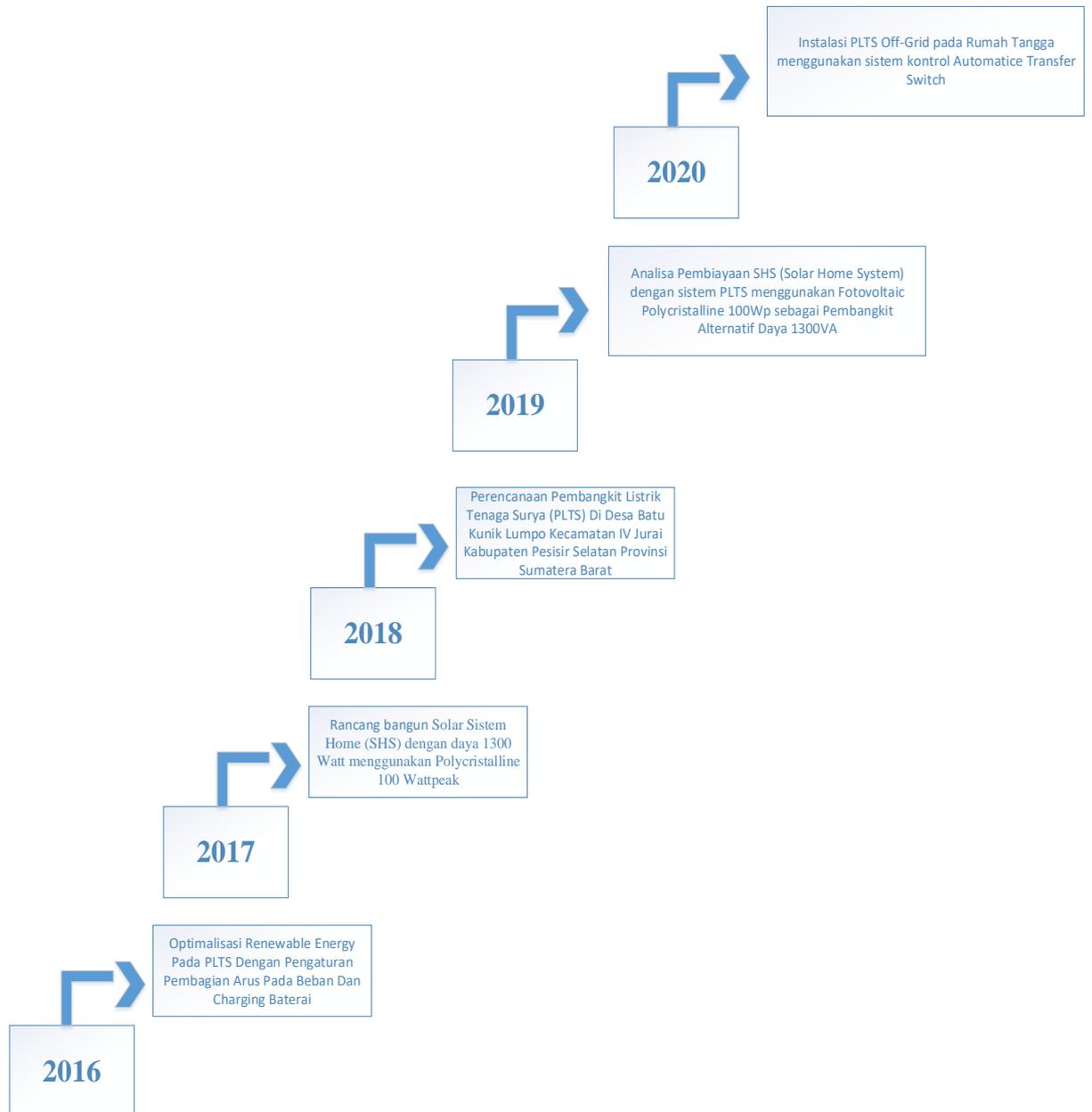
Gambar 2.5 Rangkaian Prototype PLTS ATS

Prinsip kerja dari rangkaian tersebut sebagai berikut.

1. Panel surya menghasilkan listrik DC akan mengalir ke *solar charge controller* menuju baterai. Pada baterai dipasang voltmeter yang berfungsi sebagai indikator tegangan baterai. Energi yang tersimpan dibaterai akan dialirkan menuju Inverter. Dimana diantara rangkaian Baterai dan Inverter saklar *stop button* sebagai pemutus listrik, kemudian dipasang relay mk2p sebagai *auto cut* batere apabila diperlukan aliran listrik PLN.
2. Saat saklar *stop button* ditekan maka inverter akan menyala sehingga tidak perlu membuka *panel box*. Selain itu, saklar *stop button* juga dapat digunakan untuk mematikan system PLTS. Output dari Inverter akan dipasang *Wattmeter* yang berfungsi sebagai indikator energi listrik yang telah digunakan.
3. PLTS yang dirancang dapat digunakan baik secara off-grid maupun terhubung ke jaringan PLN. Pada rancangan alat yang dibuat terdapat 2 buah relay. Relay yang pertama berfungsi sebagai *switching* jaringan PLN dan inverter. Sedangkan relay yang kedua berfungsi sebagai *auto cut* batere. Sehingga pada saat PLN menyala maka inverter tidak akan menyala, begitu juga sebaliknya.

BAB 4

ROAD MAP PENELITIAN



BAB 5
LUARAN DAN TARGET CAPAIAN

No	Jenis Luaran	Indikator Capaian
1.	Artikel dimuat dalam Jurnal Nasional (Avoer)	√
2.	Teknologi Tepat Guna	√
3.	Bahan Ajar	√
4.	Desain Rekayasa Panel Listrik 1 Phase	√

BAB 6
RENCANA ANGGARAN BIAYA

Tabel 1. Peralatan Penunjang

Materil	Justifikasi Pemakaian	Kuantitas	Harga Satuan (Rp)	Keterangan
Emergency Stop Button	Proteksi keadaan darurat	1	140.000	140.000
Kabel Aki Panel Surya	Penyalur listrik dari Solar Control ke Batere	1	200.000	200.000
Kabel Panel Surya 2x2,5 mm	penyalur listrik dari panel surya ke solar control	1	200.000	200.000
Wattmeter AC 4 in 1	Indikator energi listrik	2	300.000	600.000
Relay MK2P 8 Pin	Switching antara listrik PLN dan PLTS	2	200.000	400.000
Skun Kabel	Penguat instalasi kabel	1	60.000	60.000
Konektor MC4 Solar Panel	Konektor antara kabel panel surya	5	80.000	400.000
Power Inverte 1000 W Pure Sine Wave	Pengubah arus DC menjadi AC	1	2.500.000	2.500.000
Batere VRLA 12 V 100 Ah	Penyimpan daya PLTS	1	3.200.000	3.200.000
Solar Controller MPPT 10 A	Pengontrol Pengisian batere dari PLTS	1	500.000	500.000
Solar Panel 100 WP	Penyerap energi matahari	3	1.500.000	4.500.000
Hole Saw Besi 22 mm	Mata bor	1	100.000	100.000
Digital Timer Switch	Timer Digital	1	300.000	300.000
MCB	Proteksi hubung singkat	3	200.000	600.000
Panel Box	Tempat komponen listrik	1	800.000	800.000
Fuse	Proteksi solar control	8	50.000	400.000
lampu pilot lamp	Indikator lampu panel	4	50.000	200.000
Voltmeter Aki	Indikator tegangan Aki	1	150.000	150.000
Timer Omron H3CR	Pengatur Waktu Delay	2	200.000	400.000
RCBO	Proteksi Arus	2	250.000	500.000
Surge Arreseter	Proteksi Petir	1	250.000	250.000
Magnetik Contactor	Kontak Bantu	2	200.000	400.000
Multimeter	Multimeter	1	400.000	400.000

Infrared Thermometer	Pengukur Suhu	1	400.000	400.000
Fan Casing	Pendingin	2	100.000	200.000
Kabel NYM 1,5mm	Kabel Instalasi	2	300.000	600.000
Kabel Duck	Jalur Kabel Instalasi	1	150.000	150.000
Kabel Blok	Penghubung jalur kabel	5	40.000	200.000
Steker	Colokan listrik	5	20.000	100.000
Terminal	Penyedia Jalur Listrik	1	50.000	50.000
Sub Total (Rp)				18.150.000

Tabel 2. Bahan Habis Pakai

Materil	Justifikasi Pemakaian	Kuantitas	Harga Satuan (Rp)	Keterangan
Catridge Printer (Hitam + Warna)	Pembuatan Laporan	2 Unit	300.000	600.000
Kertas A4	Pembuatan Laporan	1 Rim	50.000	50.000
Tinta Printer	Pembuatan Laporan	1 box	400.000	400.000
Pulsa dan Paket Data	Keperluan Komunikasi	2 orang	200.000	400.000
Sub Total (Rp)				1.450.000

Tabel 3. Perjalanan

Materil	Justifikasi Pemakaian	Kuantitas	Harga Satuan (Rp)	Keterangan
Ongkos Perjalanan	Membeli alat dan bahan	20 kali	40.000	800.000
Konsumsi	Makan pagi dan siang	40 kali	20.000	800.000
Penginapan	Tempat tinggal perjalanan	2 hari	450.000	900.000
Fee Nasional Conference	Publikasi Artikel Jurnal Nasional	1 tim	3.000.000	2.000.000
Fee Nasional Conference Tiket PP	Biaya tiket perjalanan	1 tim	1.000.000	1.000.000
Sub Total (Rp)				5.500.000

Tabel 4. Lain-lain

Materil	Justifikasi Pemakaian	Kuantitas	Harga Satuan (Rp)	Keterangan
Lain-lain	Biaya tidak terduga	-	-	400.000
Sub Total (Rp)				400.000

Tabel 5. Ringkasan biaya Secara Umum

No.	Jenis Pengeluaran	Biaya
1.	Peralatan Penunjang	18.150.000
2.	Bahan Habis Pakai	1.450.000
3.	Perjalanan	5.500.000
4.	Lain-lain	400.000
Jumlah		25.500.000

(Terbilang Dua Puluh Lima Juta Lima Ratus Ribu Rupiah)

BAB 7
JADWAL KEGIATAN

4.2 Jadwal Kegiatan

Tabel 3.1 Tabel Jadwal Penelitian

No	Kegiatan	Bulan									
		Bulan 1				Bulan 2				Bulan 3	
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2
1.	Studi Literatur	√	√	√							
2.	Perancangan dan pembuatan alat			√	√	√					
3.	Pengujian alat				√	√	√				
4.	Data dan Analisis						√	√	√		
5.	Penulisan laporan							√	√	√	√

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Direktorat Jenderal Energi Baru, Terbarukan dan Konservasi Energi. 2019. "Peluang Besar Kejar Target EBT Melalui Energi Surya". Kementerian ESDM Republik Indonesia : Jakarta
- [2] Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. 2016. Program Strategis EBTKE dan Ketenagalistrikan. Media Komunikasi Kementerian ESDM : Jakarta.
- [3] Shaarl,S.,Omar,A.M., Harls, A.H and Sulaiman, S.I. (2010). Solar Photovoltaic Power. Fundamentals. Kuala Lumpur. Ministry of Energy, Green Technology and Water, Malaysia
- [4] Foster, Robert, dkk. 2010. *Solar Energy Renewable Energy and The Environment*. Boca Rotan: CRC Press LLC.
- [5] Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH Energising Development (EnDev) Indonesia. 2018. "Instalasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya". DJ EBTKE dan KESDM Republik Indonesia.
- [6] Muzzammir. Md. Naim, Foraji Abdullah Al Masum. 2014. An. Economic Analysis of Solar PV System in Bangladesh. Departement of Electrical and Electronics Engineering. Daffodil International University
- [7] Wenqiang, L. Shuhua. G. Daxiong, Q., 2004. Techno Economic Assesment For Off-Grid Hybrid Generation System and Application Prospect in China. World Energy Council London
- [8] Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. 2014. "Panduan Studi Kelayakan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Terpusat". Jakarta : Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral