

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Matahari adalah salah satu sumber energi yang sangat melimpah di bumi ini, di wilayah yang memiliki iklim tropis seperti Indonesia atau negara-negara yang berada di jalur lintasan matahari selalu disinari matahari sepanjang tahun. Dengan kondisi seperti di atas maka matahari menjadi sumber energi yang sangat berpotensi besar untuk dikembangkan dan diteliti di dunia, agar energi yang dihasilkan ke depan tidak tergantung dengan energi yang dihasilkan dari tambang batubara dan minyak bumi.

Pemanfaatan energi surya atau matahari untuk menghasilkan energi listrik saat sekarang ini sering disebut dan dikenal oleh masyarakat yaitu *solar cell* dan sebagian orang menyebutnya panel surya. Panel Surya dalam menghasilkan energi dapat berbeda-beda tergantung jenis dan besarnya kapasitas energi yang akan dibuat. Dengan adanya rangkaian atau sistem panel surya atau *solar cell* maka akan dapat menghasilkan energi yang sering di sebut Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS).

Di Indonesia sudah tersedia Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) ada yang disebut dengan sebutan SHS (*Solar Home System*) yang biasa digunakan di daerah terpencil dan umumnya SHS itu berupa system berskala kecil. Panel Surya yang tersedia saat ini sudah relatif beragam kapasitasnya, ada yang 5 Wp, 10 Wp, 20 Wp, 30 Wp, 40 Wp, 50 Wp, 100 Wp, 220 Wp bahkan ada yang lebih besar lagi kapasitasnya tergantung dari pabrik pembuatnya.

Dalam memaksimalkan pemasangan panel surya (*solar cell*) pada rangkaian PLTS banyak dilakukan penelitian agar yang dihasilkan lebih optimal, Dari berdasarkan kenyataan diatas maka perlu dilakukan penelitian terkait *solar cell* atau panel surya agar mendapatkan yang maksimal sehingga mendapatkan pengetahuan baru yang akan berguna bagi perkembangan ilmu dan teknologi. Oleh karena itu penulis akan melakukan penelitian sebagai Tugas Akhir atau Skripsi dengan judul ***“Rancang Bangun Panel Surya dengan Variasi Sudut Reflektor untuk Meningkatkan Performa”***.

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang diatas, dapat diketahui bahwa salah satu hal yang dapat mempengaruhi Panel Surya (*Solar Cell*) adalah Radiasi Sinar Matahari. Dalam proses penelitian terhadap panel surya ini dengan penambahan *reflector* muncul beberapa permasalahan yaitu :

1. Proses desain rangkaian panel surya dengan ukuran geometris 1250 x 590 x 800 mm.
2. Pengujian parameter panel surya *polycristale* 20 Wp dengan *reflector* plat alumunium pada sudut 30°, 45° dan 60°.
3. Pengujian panel surya 20 Wp dengan *reflector* selama 4 hari percobaan dengan waktu pukul 10.00, 11.00, 12.00, 13.00, 14.00, WIB.

1.3 Batasan Masalah

Mengingat agar ruang lingkup penelitian ini lebih sistematis dan terarah masalahnya, maka dalam penulisan laporan skripsi ini dibatasi permasalahannya. Untuk itu penulis memberikan batasan hanya pada masalah sebagai berikut:

1. Kapasitas panel surya adalah 20 Wp.
2. Jenis panel surya adalah *polycristale*.
3. Posisi panel surya adalah horizontal menghadap sinar matahari.
4. Jenis bahan *reflector* adalah plat alumunium.
5. Posisi *reflector* adalah 30°, 45° dan 60°.
6. Desain dibuat untuk skala Laboratorium.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian "***Rancang Bangun Panel Surya dengan Variasi Sudut Reflektor untuk Meningkatkan Performa***" adalah:

1. Menambah wawasan dan pengetahuan tentang Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS).
2. Mengetahui parameter *output* panel surya 20 Wp dengan *reflector* Alumunium.
3. Mengetahui pengaruh penambahan *reflector* plat alumunium terhadap performa panel surya 20 Wp.

4. Melengkapi sarana pendukung praktikum tentang energi di laboratorium Teknik Mesin Universitas Pasir Pengaraian (UPP).

1.5 Sistematika Penulisan

Laporan skripsi ini terbagi dalam bab-bab yang diuraikan secara terperinci. Adapun sistematika penulisan laporan skripsi ini adalah:

Bab I Pendahuluan

Menguraikan tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah tujuan penelitian dan sistematika penulisan.

Bab II Tinjauan Pustaka

Menguraikan tentang teori dasar yang digunakan untuk mendukung pemahaman yang berhubungan dengan panel surya.

Bab III Metodologi Penelitian

Menguraikan tentang tahapan-tahapan pembuatan rangkaian panel surya dengan penambahan *reflector* alumunium.

Bab IV Hasil dan Pembahasan

Menguraikan tentang rancangan panel surya dengan penambahan *reflector*.

Bab V Penutup

Menguraikan tentang kesimpulan dan saran dari hasil rancangan, pengujian atau pengukuran panel surya dengan *reflector* alumunium.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Energi Matahari

Menurut Saipul Hamdi (2014) Matahari merupakan sumber kehidupan di bumi, memancarkan energinya dalam bentuk radiasi yang memiliki rentang panjang gelombang yang sangat lebar. Ilmuwan dunia kemudian bersepakat untuk mengelompokkannya menjadi beberapa pita gelombang, diantaranya adalah pita gelombang *ultraviolet*, infra merah dan cahaya tampak. Cahaya tampak tersusun atas banyak pita warna yang berbeda-beda dari merah hingga ke ungu. Gradasi warna dari merah ke ungu dipengaruhi oleh perbedaan panjang gelombangnya.

Menurut Tim *Contained Energi*, Matahari merupakan sumber energi yang luar biasa yang setiap hari, di setiap negara di dunia, terbit di timur dan terbenam di barat. Kita menggunakan matahari untuk mendefinisikan hari, matahari diperlukan oleh tumbuhan dan tanaman pangan untuk tumbuh, matahari memberikan cahaya untuk dimanfaatkan, matahari mempengaruhi cuaca dan berfungsi mendatangkan angin. Singkat kata, tanpa matahari, kehidupan di dunia tidak mungkin terjadi.

Menurut Tim Teknik Energi Listrik (2012) Energi surya dapat dikonversi secara langsung menjadi bentuk energi lain dengan tiga proses Terpisah-pisah *heliochemical*, proses *helioelectrical*, dan proses *heliothermal*. Reaksi *heliochemical* yang utama adalah proses fotosintesis. Proses ini adalah sumber dari semua bahan bakar fosil. Proses *Helioelectrical* yang utama adalah produksi listrik oleh sel-sel surya. Proses *heliothermal* adalah penyerapan (absorpsi) radiasi matahari dan pengkonversian energi ini menjadi energi *thermal*.

Menurut Direktorat Pembangunan sarana dan prasarana desa (2016) Keunggulan dan kekurangan Menggunakan Sumber Energi Matahari

- a. Keunggulan menggunakan sumber energi listrik dari sinar matahari adalah:
 - Murah, memanfaatkan sinar matahari tanpa biaya.
 - Praktis, tidak memakan banyak tempat, bisa ditempatkan di atap rumah.
 - Merupakan energi terbarukan atau tidak pernah habis.

- Bersih, ramah lingkungan.
 - Umur panel surya panjang atau investasi jangka panjang.
 - Tidak memerlukan pengawasan khusus.
 - Sangat cocok untuk daerah tropis di Indonesia.
- b. Kekurangan menggunakan sumber energi listrik dari sinar matahari:
- Ketergantungan terhadap sinar matahari, tetapi untuk hal ini di atasi dengan kekuatan penyimpanan aki atau baterai.
 - Biaya investasi awal cukup mahal.

2.2. Energi Terbarukan

Menurut Tim *Contained Energi*, Energi terbarukan adalah sumber-sumber energi yang bisa habis secara alamiah. Energi terbarukan berasal dari elemen-elemen alam yang tersedia di bumi dalam jumlah besar, misal: matahari, angin, sungai, tumbuhan dan sebagainya. Energi terbarukan merupakan sumber energi paling bersih yang tersedia di planet ini. Ada beragam jenis energi terbarukan, namun tidak semuanya bisa digunakan di daerah-daerah terpencil dan perdesaan. Tenaga Surya, Tenaga Angin, Biomassa dan Tenaga Air adalah teknologi yang paling sesuai untuk menyediakan energi di daerah-daerah terpencil dan perdesaan. Energi terbarukan lainnya termasuk Panas Bumi dan Energi Pasang Surut adalah teknologi yang tidak bisa dilakukan di semua tempat.

Menurut Ditjen Pembangunan dan pemberdayaan masyarakat desa (2016) penggunaan sumber energi terbarukan bisa menjadi alternatif pengadaan energi listrik di pedesaan. Energi terbarukan yang bersumber dari sinar matahari, angin, mikrohidro, atau sumber energi lainnya sangat tepat diterapkan di desa yang belum terjangkau aliran listrik PLN. Menurut Valdi Rizki Yandri (2012) Energi surya adalah salah satu energi yang sedang giat dikembangkan saat ini oleh Pemerintah Indonesia karena sebagai Negara tropis, Indonesia memiliki potensi energi yang besar.

Menurut C. Donald Ahren (2003), Energi matahari dijalarkan ke permukaan dan diradiasikan ke dalam ruang angkasa. Dalam penjaranya ke permukaan, 30 % energi matahari akan direfleksikan dan disebar kembali ke angkasa, memberikan bumi dan atmosfer *albedo* sekitar 30 %, sementara itu

sebanyak 19 % di absorsi oleh atmosfer dan awan serta 50 % diabsorsi oleh permukaan.

Menurut Tim *Contained Energi*, Manfaat energi terbarukan sebagai berikut:

- Tersedia secara melimpah.
- Lestari tidak akan habis.
- Ramah lingkungan (rendah atau tidak ada limbah dan polusi).
- Sumber energi bisa dimanfaatkan secara.
- cuma-cuma dengan investasi teknologi yang sesuai.
- Tidak memerlukan perawatan yang banyak dibandingkan dengan sumber-sumber energi konvensional dan mengurangi biaya operasi.
- Membantu mendorong perekonomian dan menciptakan peluang kerja.
- Mandiri energi tidak perlu mengimpor bahan bakar fosil dari negara ketiga.
- Lebih murah dibandingkan energi konvensional dalam jangka panjang Bebas dari fluktuasi harga pasar terbuka bahan bakar fosil.

Sedangkan Kerugian dari penggunaan atau pemanfaatan dari energi terbarukan adalah:

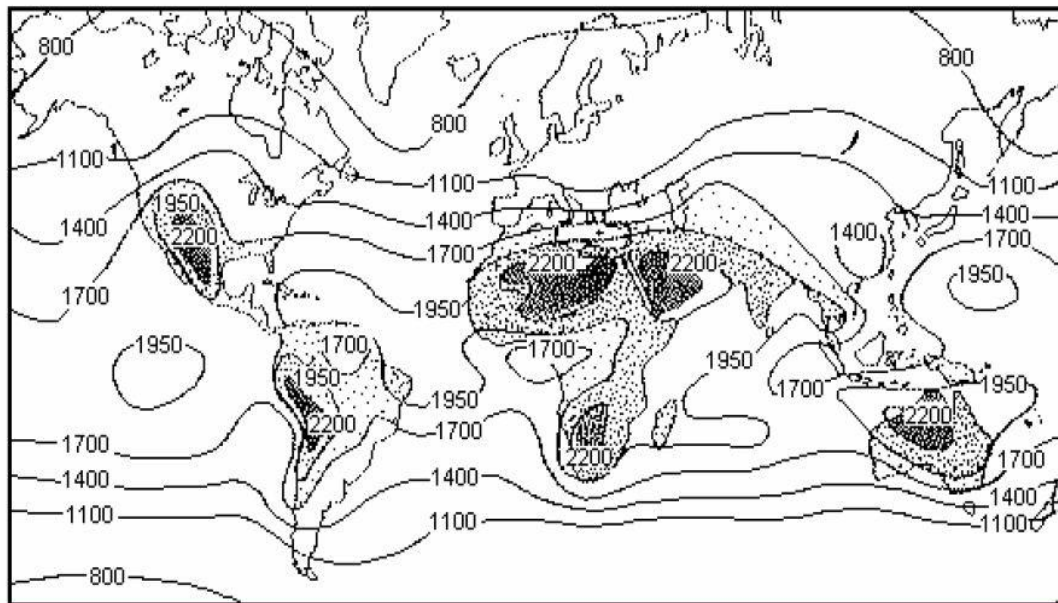
- Biaya awal besar.
- Kehandalan pasokan Sebagian besar energi terbarukan tergantung kepada kondisi cuaca.
- Saat ini, energi konvensional menghasilkan lebih banyak volume yang bisa digunakan dibandingkan dengan energi terbarukan.
- Energi tambahan yang dihasilkan energi terbarukan harus disimpan, karena infrastruktur belum lengkap agar bisa dengan segera menggunakan energi yang belum terpakai, dijadikan cadangan di negara-negara lain dalam bentuk akses terhadap jaringan listrik.
- Kurangnya tradisi atau pengalaman Energi terbarukan merupakan teknologi yang masih berkembang.
- Masing-masing energi terbarukan memiliki kekurangan teknis dan sosialnya sendiri.

2.3 Distribusi Radiasi Cahaya Matahari

Menurut M. Rif'an (2012) jika dilihat dari bumi, matahari bergerak dari arah timur ke barat setiap hari. Lintasan matahari bergeser dari 23,50 LU (pada tanggal 21 Desember) ke 23,50 (pada tanggal 21 juni) membentuk siklus yang berkelanjutan sepanjang tahun.

Menurut Rismanto Arif Nugroho (2018) Radiasi surya mencapai permukaan bumi terjadi secara langsung dan secara tidak langsung. Secara langsung (*direct beam radiation*) energi surya mencapai permukaan bumi. Secara tidak langsung dipantulkan oleh *aerosol*, mekul-mekul atmosfer dan awan (*diffuse radiation*). penyinaran kedua komponen radiasi yang jatuh pada permukaan horizontal dikenal sebagai radiasi global (*global radiation*).

Menurut Elih mulyana (2018), pada dasarnya, baik untuk daerah tropis dan subtropics, radiasi surya diluar atmosfer bumi (*extraterrestrial radiation*) harian tidak terlalu beragam selama setahun. Namun demikian, dikarenakan fenomena cuaca musiman (Kemarau, Hujan, Badai Pasir dan lain-lain) dapat terjadi perubahan musim yang ekstrim dalam radiasi global, khususnya pada daerah utara dan selatan daerah tropis. Perubahan irradiasi pada daerah ini umumnya merupakan fungsi dari panjangnya hari dan sudut radiasi surya.



Gambar 2.1: Distribusi radiasi solar global dalam (kWh/m².tahun)
(Sumber: Elih Mulyana. 2018)

Tabel 2.1: Penyinaran Matahari di 18 lokasi di Indonesia
(Sumber: Elih Mulyana. 2018)

Kawasan	Lokasi	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des	Rata2
KBI	Banda	3.7	4.1	4.4	4.5	4.3	5.0	4.3	4.6	4.4	3.7	3.0	3.2	4.1
	Medan	3.7	4.3	4.4	4.5	4.5	4.6	4.7	4.6	4.5	4.0	4.1	3.8	4.3
	Sipirok	2.7	2.9	3.8	3.8	4.3	4.6	4.4	4.9	4.5	4.1	3.1	2.1	3.8
	G Tua	4.3	4.9	5.0	5.7	4.9	5.2	5.2	5.1	5.1	4.7	4.8	4.4	4.9
	Jakarta	3.9	4.0	4.5	4.6	4.4	4.2	4.4	4.8	5.1	4.9	4.4	4.2	4.5
	Bandung	4.2	4.9	4.7	4.0	3.7	3.5	3.9	4.2	4.5	4.8	3.9	3.6	4.2
	Lembang	5.1	4.6	4.6	4.9	4.4	5.2	5.2	5.7	6.9	5.2	5.1	5.0	5.2
	G Brengos	4.0	3.7	4.2	4.9	4.4	4.7	4.9	5.1	5.9	5.0	4.7	4.6	4.7
	Surabaya	5.4	3.7	3.9	5.0	5.9	5.3	5.7	5.8	6.5	6.9	6.4	4.6	5.4
KTI	Denpasar	4.6	5.1	5.0	5.1	4.5	4.1	4.0	5.2	5.2	5.6	5.4	4.8	4.9
	Jambek	4.9	5.2	5.3	5.4	5.2	4.6	4.8	5.0	5.6	6.2	5.6	5.3	5.3
	Mangkung	5.0	5.2	5.0	5.6	5.1	4.8	4.9	5.3	6.1	6.4	5.9	5.4	5.4
	D Baru	5.7	5.0	4.8	5.8	5.6	5.1	5.3	5.6	6.8	6.8	6.3	5.3	5.7
	L Lombok	4.7	5.1	4.5	5.6	5.4	5.0	5.2	5.5	5.9	5.6	6.1	4.9	5.3
	Kawo	4.4	5.3	5.3	5.6	5.0	5.3	4.7	5.3	5.6	5.8	5.9	5.6	5.3
	Pemuda	4.8	5.5	5.5	5.9	5.4	5.1	5.0	5.3	6.4	6.5	6.0	5.4	5.6
	G Watu	4.1	4.1	4.0	3.9	4.3	4.1	3.6	4.2	5.1	5.2	5.5	4.8	4.4
	Kupang	3.6	3.9	4.6	4.7	5.1	4.2	4.4	4.3	5.4	5.4	4.6	3.9	4.5

Berdasarkan data pengukuran penyinaran matahari yang dihimpun dari 18 lokasi di Indonesia, distribusi penyinaran matahari di Indonesia dapat dilihat pada table 1. Apabila data-data tersebut pada tabel 2.1 dirata-ratakan serta dikelompokkan berdasarkan kawasan barat (KBI) dan kawasan timur Indonesia (KTI), maka dapat diperoleh gambaran sebagai berikut:

- Penyinaran matahari rata-rata di Indonesia = 4,85 kWh/m²
- Penyinaran matahari rata-rata KBI = 4,55 kWh/m²/hari
- Penyinaran matahari rata-rata KTI = 5,14 kWh/m²/hari

2.4 Radiasi Cahaya Matahari di Bumi

Menurut Elih Mulyana (2018), Sebelum memahami komponen PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya), perlu mengetahui sistem energi surya. Data penyinaran matahari harus diketahui terlebih dahulu melalui pengukuran dengan metode estimasi. Metode ini digunakan untuk mendeteksi parameter-parameter meteorology yang selalu berubah-ubah setiap waktu. Sistem Energi surya tidak dapat dihitung secara tepat namun perilaku energi yang sebenarnya.

Menurut Tim *Contained Energi*, Jumlah tenaga surya tersedia per satuan luas disebut radiasi. Jika ini terjadi selama periode waktu tertentu maka disebut

irradiasi atau "*insolation*". Radiasi matahari adalah integrasi atau penjumlahan penyinaran matahari selama periode waktu.

Simbol = I

Unit kW/m² = atau Watt/m²

Mengukur *device* = pyranometer atau berdasarkan referensi sel surya

Nilai Puncak = 1 kW/m² (=1000W/m²)

Nilai nominal = 0.8 kW/m²

Irradiasi harian disebut waktu puncak matahari. Jumlah waktu puncak matahari puncak untuk hari adalah jumlah waktu dimana energi pada tingkat 1 kW/m akan memberikan sebuah jumlah yang *equivalen* untuk total energi hari tersebut.

Nilai irradiasi matahari maksimum digunakan dalam perancangan sistem untuk menentukan tingkat puncak input energi memasuki sistem matahari. Jika penyimpanan dimasukkan ke dalam perancangan sistem, maka penting untuk mengetahui variasi irradiasi matahari selama periode tersebut untuk mengoptimalkan desain sistem. Lebih lanjut, kita perlu mengetahui berapa banyak tenaga surya telah tertangkap oleh modul (pengumpul) selama kurun waktu seperti hari, minggu atau tahun. Inilah yang disebut dengan radiasi matahari atau *irradiation*. Satuan ukuran radiasi matahari adalah joule per meter persegi (J/m²) atau watt-jam per meter persegi (Wh/m²).

Menurut Satwiko Sidopekso (2010) ada beberapa cara yang dapat dilakukan dalam upaya mendapatkan radiasi matahari diantaranya:

1. Menggunakan alat yang dapat mengikuti pergerakan Matahari.
2. Menambah luasan bidang permukaan panel surya.
3. Memiringkan kedudukan panel ke suatu arah dengan sudut kemiringan sebesar lintang lokasi daerah itu berada.
4. Menggunakan solar *reflector*.

2.5 Photovoltaic Cell

2.5.1 Sejarah Photovoltaic

Salah satu penemuan paling signifikan dalam penggunaan energi matahari adalah penemuan efek *fotovoltaic*. *fotovoltaic* sering disebut juga sel surya yang

dapat digunakan mengkonversi sinar matahari langsung menjadi listrik berdasarkan operasi prinsip yang mengandalkan efek fotovoltaik. Istilah "*photovoltaic*" berasal dari bahasa Yunani "*phos*" berarti cahaya, dan dari "volt", satuan gaya gerak-elektro.

Menurut Lorenz Szabo (2017) Efek fotovoltaik ditemukan oleh fisikawan Perancis Alexandre-Edmond Becquerel pada tahun 1839. Di usia 19 tahun dia bereksperimen di laboratorium ayahnya, dia menemukan sel fotovoltaik pertama di dunia. Dalam eksperimennya, dia menempatkan perak klorida dalam larutan asam. Saat menerangi itu, ia mengamati tegangan pada elektroda platinum yang terhubung. Penemuannya dilaporkan dalam bukunya "*Mémoire sur les effets électriques produits sous l'influence des rayons solaires*". Baru pada tahun 1873, seorang insinyur listrik inggris William Grylls dan muridnya Richard Evans Day menemukan bahwa material padat selenium dapat menghasilkan listrik ketika terkena paparan sinar.

Era sel surya modern baru dimulai setelah penemuan fenomena *photovoltaic* pertama pada tahun 1954, yakni ketika tiga peneliti Bell Laboratories di Amerika Serikat Daryl Chapin, Calvin Culler, dan Gerald Pearson mengembangkan sel surya silikon pertama dengan seluas 2 cm² dan efisiensi hingga 6 % dan disajikan ke publik pada 25 April 1954.. Terobosan signifikan di lapangan pada tahun 1970-an adalah dikatalisasi oleh industri semi konduktor yang berkembang sangat pesat. Seiring perkembangan teknologi, harga sel surya turun bersama dengan harga sirkuit terpadu. Selangkah demi selangkah dimulai dengan pertengahan 1980-an *photovoltaics* menjadi yang utama sebagai sumber energi listrik untuk aplikasi yang lebih luas.

2.5.2 Prinsip kerja Sel Surya

Menurut M.Rif'an dkk (2012) Energi listrik dapat dibangkitkan dengan mengubah sinar matahari melalui sebuah proses yang dinamakan *photovoltaic* (PV). Photo merujuk kepada cahaya dan voltaic merujuk kepada tegangan. Terminologi ini digunakan untuk menjelaskan sel elektronik yang memproduksi energi listrik arus searah dari energi radian matahari. *Photovoltaic* cell dibuat dari material semikonduktor terutama silikon yang dilapisi oleh bahan tambahan

khusus. Jika cahaya matahari mencapai *cell* maka elektron akan terlepas dari atom silikon dan mengalir membentuk sirkuit listrik sehingga energi listrik dapat dibangkitkan. Sel surya selalu didesain untuk mengubah cahaya menjadi energi listrik sebanyak-banyaknya dan dapat digabung secara seri atau paralel untuk menghasilkan tegangan dan arus yang diinginkan.

Menurut Anwar Ilmar Ramadhan dkk (2016) Prinsip kerja dari panel surya adalah jika cahaya matahari mengenai panel surya, maka elektron-elektron yang ada pada sel surya akan bergerak dari N ke P, sehingga pada terminal keluaran dari panel surya akan menghasilkan energi listrik. Besarnya energi listrik yang dihasilkan oleh panel surya berbeda-beda tergantung dari jumlah sel surya yang dikombinasikan didalam panel surya tersebut. Keluaran dari panel surya ini adalah berupa listrik arus searah (DC) yang besar tegangan keluarannya tergantung dengan jumlah sel surya yang dipasang didalam panel surya dan banyaknya sinar matahari yang menyinari panel surya tersebut.

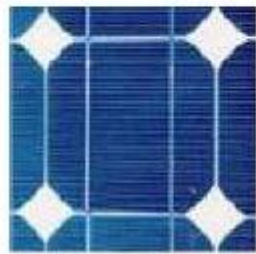
2.5.3 Jenis dan perkembangan Sel Surya

Menurut M. Rif'an dkk (2012), Panel sel surya mengubah intensitas sinar matahari menjadi energi listrik. Panel sel surya menghasilkan arus yang digunakan untuk mengisi baterai. Panel sel surya terdiri dari *photovoltaic*, yang menghasilkan listrik dari intensitas cahaya, saat intensitas cahaya berkurang (berawan, hujan, mendung) arus listrik yang dihasilkan juga akan berkurang. Dengan menambah panel sel surya (memperluas) berarti menambah konversi tenaga surya. Umumnya panel sel surya dengan ukuran tertentu memberikan hasil tertentu pula. Contohnya ukuran a cm x b cm menghasilkan listrik DC (*Direct Current*) sebesar x Watt per hour/ jam.

Menurut Elih Mulyana (2018) jenis-jenis modul surya dapat diuraikan sebagai berikut:

a. Monokristal

Sel surya yang terdiri atas p-n *Junction* monokristal silikon atau yang disebut juga *monocrystalline PV*, mempunyai kemurnian yang tinggi yaitu 99,99%. Efisiensi sel fotovoltaik jenis silikon monokristal mempunyai efisiensi konversi yang cukup tinggi yaitu sekitar 16 sampai 17%.



(a). Sel Fotovoltaik

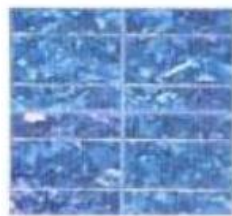


(b) Modul Fotovoltaik

Gambar 2.2 Sel dan Modul Fotovoltaik Monokristal
(Sumber: Elih Mulyana. 2018)

b. Polikristal

Polycrystalline PV atau sel surya yang bermateri polokristal dikembangkan atas alasan mahalnya materi monokristal per kilogram. Efisiensi konversi sel surya jenis silikon polikristal berkisar antara 12% hingga 15%.



(a) Sel Fotovoltaik



(b). Modul Fotofoltaik

Gambar 2.3 Sel dan Modul Fotovoltaik Polikristal
(Sumber: Elih Mulyana. 2018)

c. *Amourfous*

Sel surya bermateri *Amorphous Silicon* merupakan teknologi fotovoltaik dengan lapisan tipis atau *thin film*. Ketebalannya sekitar 10 μ m (micron) dalam bentuk modul surya. Efisiensi sel dengan silikon amorfous berkisar 6% sampai dengan 9%.



Gambar 2.4 Modul Amorfous

(Sumber: Elih Mulyana. 2018)

2.5.4 Faktor-Faktor yang mempengaruhi Sel Surya

Menurut Anita Eka F (2010), Apabila energi cahaya yang diterima sel surya berkurang atau intensitasnya melemah, maka besar tegangan dan arus listrik yang dihasilkan juga akan menurun. Sel surya akan beroperasi secara maksimum jika *temperature* sel tetap normal (pada 25°C), kenaikan *temperature* lebih tinggi dari *temperature* normal pada sel surya akan melemahkan tegangan.

Menurut Danny Santoso M (2000) Pengoperasian maksimum sel surya sangat tergantung pada:

- a. Ambient air *temperature*.
- b. Radiasi solar matahari (*insolation*).
- c. Kecepatan angin bertiup.
- d. Keadaan atmosfer bumi.

- e. Orientasi panel atau *array* PV.
- f. Posisi letak sel surya (*array*) terhadap matahari (*tilt angel*).

2.5.5 Daya dan Efisiensi pada *Solar Cell*

Menurut Satwiko Sidopekso (2010), Besarnya energi cahaya yang dapat diserap oleh sel surya adalah bergantung terhadap besarnya energi foton dari sumber cahaya. Maka Daya Input : Perhitungan daya input sel surya adalah:

$$P_{in} = I \times A \dots\dots\dots(\text{pers 2.1})$$

Di mana:

- P_{in} = Daya yang masuk ke sel surya (Watt)
- I = Intensitas radiasi matahari (Watt/m²)
- A = Luas area permukaan *photovoltaic module* (m²)

Menurut Faslucky Afifudin (2012), Untuk mengetahui daya dan efisiensi, akan dianalisis dari pengukuran intensitas cahaya, luas permukaan *solar cell*, voltase dan arus listrik. Untuk mengukur daya *solar cell*, digunakan persamaan sebagai berikut:

$$P = V \times I \dots\dots\dots(\text{pers. 2.2})$$

Dimana:

- P = Daya yang dihasilkan pada *solar cell*
- V = Tegangan yang dihasilkan pada *solar cell*
- I = Arus yang dihasilkan pada *solar cell*

Sedangkan untuk Efisiensi sel surya juga dapat dinyatakan dengan perbandingan antara daya listrik maksimum sel surya atau daya *output* yang dikeluarkan sel surya dengan daya pancaran (radiant) atau daya *input* yang berasal dari cahaya matahari pada sel surya:

$$\tilde{\eta} = \frac{I \times V}{\text{Intensitas Cahaya} \times \text{Luas Panel}} \times 100 \%$$

$$\tilde{\eta} = \frac{P}{G \times A} \times 100 \% \dots\dots\dots(\text{pers. 2.3})$$

$\tilde{\eta}$ menunjukkan nilai efisiensi dalam persen (%), P adalah daya yang dihasilkan dari sel surya. G menunjukkan Intensitas irradiasi matahari dalam W/m² dan A menunjukkan luas permukaan modul sel surya dalam m².

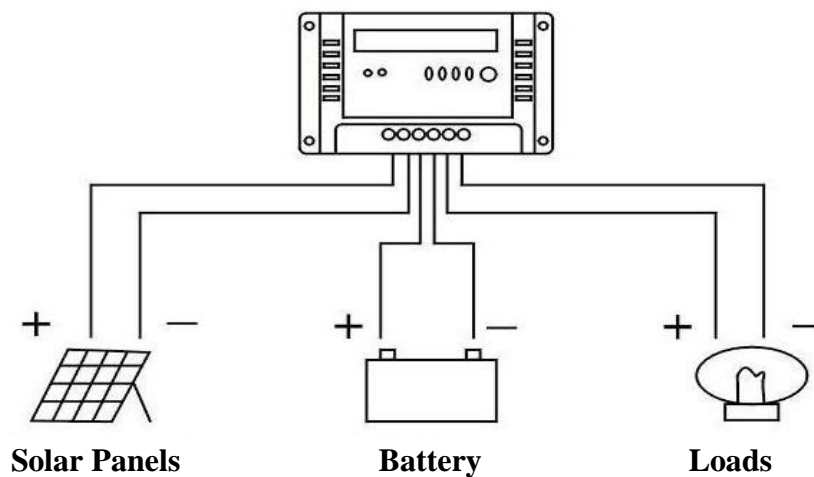
2.6 Komponen-Komponen Penting pada PLTS

2.6.1 Solar Cell

Menurut Elih Mulyana (2018), Modul fotovoltaik merupakan komponen penting PLTS. Daya yang dihasilkan bervariasi mulai dari 10 Wp hingga 300 Wp, tergantung jumlah sel yang terangkai pada satu modul. Umur teknis modul surya pada dasarnya sangat lama, sudah terbukti lebih dari 25 tahun.

2.6.2 Solar Charge Controller

Menurut Amit Kumar Singh (2017) *Solar Charge Controller* pada dasarnya adalah pengontrol tegangan atau arus untuk mengisi daya baterai dan menjaga sel-sel listrik dari pengisian berlebih. Ini mengarahkan tegangan dan arus yang berasal dari panel surya berangkat ke sel listrik. Umumnya, papan atau panel 12V dipasang di ballpark 16 hingga 20V, jadi jika tidak ada regulasi, sel-sel listrik akan rusak karena pengisian yang berlebihan. Secara umum, perangkat penyimpanan listrik membutuhkan sekitar 14 hingga 14.5V untuk dapat terisi penuh. Kontroler solar charge tersedia dalam semua fitur, biaya, dan ukuran. Kisaran pengontrol biaya mulai dari 4,5A dan 60A hingga 80A.



Gambar 2.5 Solar Charge Controller
(Sumber: Amit Kumar Singh. 2017)

Ada dua jenis pengontrol muatan yang paling umum digunakan dalam sistem tenaga surya saat ini

1. *Pulse Width Modulation (PWM)* dan

2. Pelacakan titik daya maksimum (MPPT).

Keduanya menyesuaikan tingkat pengisian tergantung pada kapasitas maksimum baterai serta memonitor suhu baterai untuk mencegah panas berlebih. Sistem PWM memiliki keunggulan sebagai berikut:

- Efisiensi pengisian lebih tinggi
- Umur baterai lebih lama
- Baterai berkurang karena pemanasan
- Meminimalkan stres pada baterai
- Kemampuan mende-sulfat baterai

Solar Charge Controller melakukan 4 fungsi utama:

- Mengisi daya baterai.
- Memberikan indikasi saat baterai terisi penuh. Monitor tegangan baterai dan ketika minimum, potong pasokan ke sakelar beban untuk menghapus koneksi beban.
- Jika kelebihan beban, sakelar beban dalam kondisi mati untuk memastikan beban terputus dari pasokan baterai.

2.6.3 Aki (Baterai)

Menurut Eliah Mulyana (2018) Baterai merupakan salah satu komponen penting pada PLTS, dan merupakan jantung agar PLTS dapat bekerja secara stabil pada berbagai cuaca dan pada malam hari. Baterai juga merupakan komponen yang paling rawan di dalam PLTS. Fungsi Baterai adalah menyimpan energi listrik yang dibangkitkan modul surya pada saat matahari bersinar, dan baterai akan mengeluarkan kembali energi listrik pada saat modul surya tidak dapat lagi memenuhi permintaan energi listrik oleh beban.

Menurut Mario Roal (2015), Karena terbatasnya ketersediaan akan energi surya yang tidak sepanjang hari dapat diserap oleh panel surya oleh karena itu digunakanlah baterai sebagai alat media penyimpan energi. Kapasitas baterai adalah jumlah Ampere jam ($Ah = \text{kuat arus: Ampere} \times \text{waktu hour}$), artinya baterai dapat memberikan atau menyuplai sejumlah isinya secara rata-rata sebelum tiap selnya menyentuh tegangan turun (drop voltage) yaitu sebesar 1,75Volt (tiap sel memiliki tegangan sebesar 2 Volt, jika dipakai maka tegangan akan terus turun

dan kapasitas efektif dikatakan sudah terpakai semuanya bila tegangan sel telah menyentuh 1,75Volt), dalam kondisi ini baterai harus diisi ulang.

Menurut Dunlop James (1997) lamanya pengisian baterai dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$T1 = \frac{C}{I} (1 + 20\%) \dots\dots\dots (pers. 2.4)$$

Keterangan :

- I = Arus Pengisian (Ampere)
- C = Kapasitas (Ampere hours)
- T 1 = Waktu yang kita inginkan (Hours)
- 20% = (% De-efisiensi)

Sedangkan untuk lama pemakaian baterai dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{Lama Pemakaian} = \frac{\text{Kapasitas Baterai}}{\text{Besar Arus Pemakaian}} - \text{Defisiensi 20\%}) \dots\dots (Pers. 2.5)$$

Dimana:

- Lama Pemakaian = Jam
- Beban Arus Pemakaian = Total Daya Pemakaian
- Kapasitas Baterai = AH
- Defisiensi = 20 %

2.7 Sifat-Sifat Alumunium

Alumunium termasuk dalam kategori logam ringan. Menurut Nofrizon Syofyan yang disebut dengan logam ringan adalah logam yang memiliki berat jenis kurang dari 4 kg/dm³. Penggunaan yang umum untuk alumunium adalah untuk konstruksi dan peralatan pesawat terbang, alat memasak, pengangkut industry kimia, kemasan, *reflector* cahaya dan lain sebagainya.

Alumunium dapat disolder dan dilas begitu saja, tidak beracun, tidak magnetis, dan merupakan *reflector* yang baik untuk panas, cahaya, dan gelombang-gelombang elektromagnetis.

Menurut Suarsana (2017), Sifat yang paling menonjol dari aluminium adalah berat jenis yang rendah dan hantar listrik atau panas yang cukup baik.

Sifat-sifat Aluminium adalah:

- a. Rapat Jenis : 2,7 gr/cm³
- b. Titik Lebur : 660 C
- c. Kekuatan Tarik
 - Dituang : 90 – 120 N/mm²
 - Di Anelling : 70 N/mm²
 - Di Roll : 130 – 200 N/mm²
- d. Sifat-Sifat khas
 - Paling Ringan.
 - Penghantar Panas (listrik tinggi).
 - Lunak.
 - Ulet.
 - Kekuatan tarik rendah.
 - Tahan terhadap korosi.

2.8 Rangka Besi

Dalam pembuatan rangka Panel Surya ini menggunakan besi *hollow* ukuran 25 mm dengan ketebalan 1,2 mm, besi hollow 15 mm tebal 1,2 mm, Plat Strip ukuran 25 mm tebal 2 mm dan juga plat strip 15 mm dengan ketebalan 2 mm. Besi *hollow* merupakan salah satu besi yang berbentuk pipa kotak. Besi hollow secara umum terbuat dari bahan besi *galvanis*, *stainless*, ataupun besi baja. Besi hollow ini dapat dinyatakan sangat unggul dan baik digunakan dalam pemasangan rangka besi plafon serta dinding partisi rumah, gedung, dan lain sebagainya.

Semakin berkembangnya dunia konstruksi yang ada sekarang ini telah menunjukkan bahwa beberapa pengembang maupun arsitek yang tak hanya terpaku pada ketahanan struktur bangunannya saja tetapi juga ada pada faktor keindahan atau estetikanya



Gambar 2.6 Besi Hollow

2.9 Pengelasan

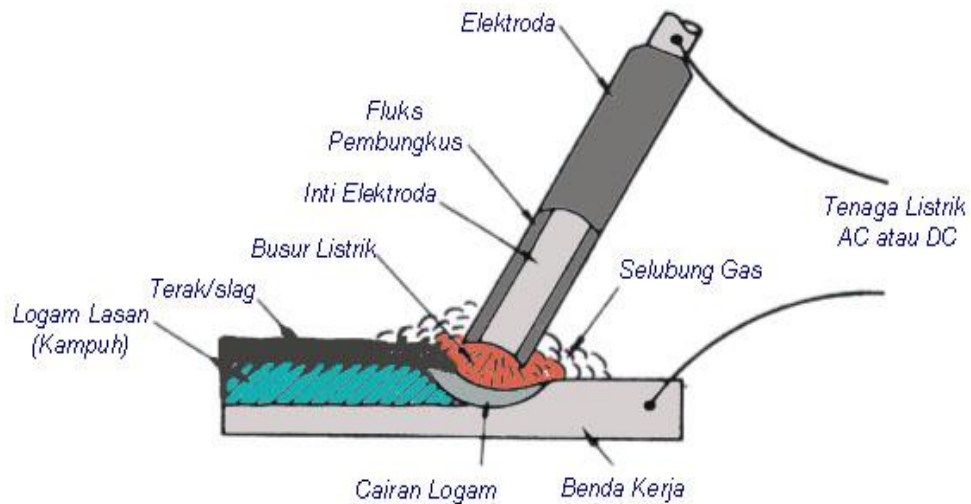
Menurut Riswan Dwi Djamiko (2008) Pengelasan merupakan penyambungan dua bahan atau lebih yang didasarkan pada prinsip-prinsip proses difusi, sehingga terjadi penyatuan bagian bahan yang disambung. Kelebihan sambungan las adalah konstruksi ringan, dapat menahan kekuatan yang tinggi, mudah pelaksanaannya, serta cukup ekonomis. Namun kelemahan yang paling utama adalah terjadinya perubahan struktur mikro bahan yang dilas, sehingga terjadi perubahan sifat fisik maupun mekanis dari bahan yang dilas.

Pada zaman sekarang pemanasan logam yang akan disambung berasal dari pembakaran gas atau arus listrik. Beberapa gas dapat digunakan, tetapi yang sangat populer adalah gas *Acetylene* yang lebih dikenal dengan gas Karbit. Selama pengelasan, gas *Acetylene* dicampur dengan gas Oksigen murni. Kombinasi campuran gas tersebut memproduksi panas yang paling tinggi diantara campuran gas lain.

Cara lain yang paling utama digunakan untuk memanasi logam yang dilas adalah arus listrik. Arus listrik dibangkitkan oleh generator dan dialirkan melalui kabel ke sebuah alat yang menjepit elektroda diujungnya, yaitu suatu logam batangan yang dapat menghantarkan listrik dengan baik. Ketika arus listrik dialirkan, elektroda disentuhkan ke benda kerja dan kemudian ditarik ke belakang sedikit, arus listrik tetap mengalir melalui celah sempit antara ujung elektroda dengan benda kerja. Arus yang mengalir ini dinamakan busur (*arc*) yang dapat mencairkan logam.

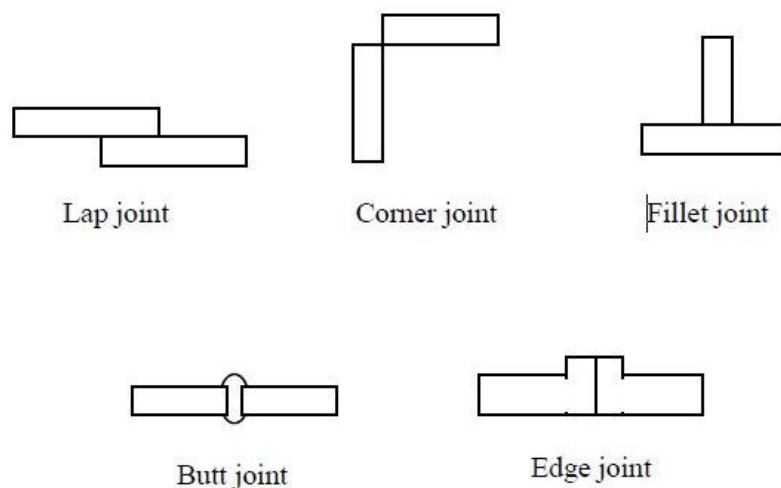
Terkadang dua logam yang disambung dapat menyatu secara langsung, namun terkadang masih diperlukan bahan tambahan lain agar deposit logam lasan

terbentuk dengan baik, bahan tersebut disebut bahan tambah (*filler metal*). Filler metal biasanya berbentuk batangan, sehingga biasa dinamakan *welding rod* (*Elektroda las*). Pada proses las, *welding rod* dibenamkan ke dalam cairan logam yang tertampung dalam suatu cekungan yang disebut *welding pool* dan secara bersama-sama membentuk deposit logam lasan, cara seperti ini dinamakan Las Listrik atau SMAW (*Shielded metal Arch welding*).



Gambar 2.7 Prinsip kerja las listrik
(Sumber: Riswan Dwi Djamiko. 2008)

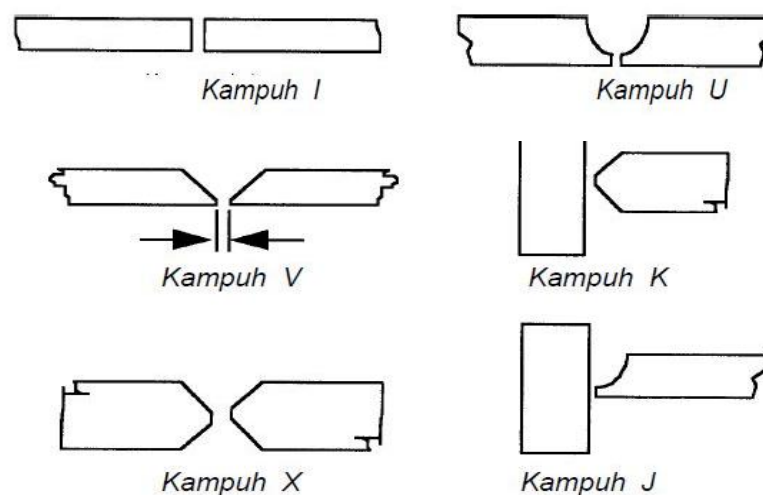
Ada beberapa bentuk dasar sambungan las yang biasa dilakukan dalam penyambungan logam, bentuk tersebut adalah *butt joint*, *fillet joint*, *lap joint*, *edge joint*, dan *out-side corner joint*.



Gambar 2.8 Berbagai Jenis Sambungan Las
(Sumber: Riswan Dwi Djamiko. 2008)

Menurut Sukaidi dkk (2013), Kampuh las adalah bentuk persiapan pada suatu sambungan. Umumnya hanya ada pada sambungan tumpul, namun ada juga pada beberapa bentuk sambungan sudut tertentu, yaitu untuk memenuhi persyaratan kekuatan suatu sambungan sudut. Bentuk kampuh las yang banyak dipergunakan pada pekerjaan las dan fabrikasi logam adalah :

- Kampuh I (*Open square butt*)
- Kampuh V (*Single Vee butt*)
- Kampuh X (*Duoble Vee butt*)
- Kampuh U (*Single U butt*)
- Kampuh K/Sambungan T dengan penguatan pada kedua sisi (*Reinforcemen on T-butt weld*)
- Kampuh J/Sambungan T dengan penguatan satu sisi (*Single J-butt weld*)



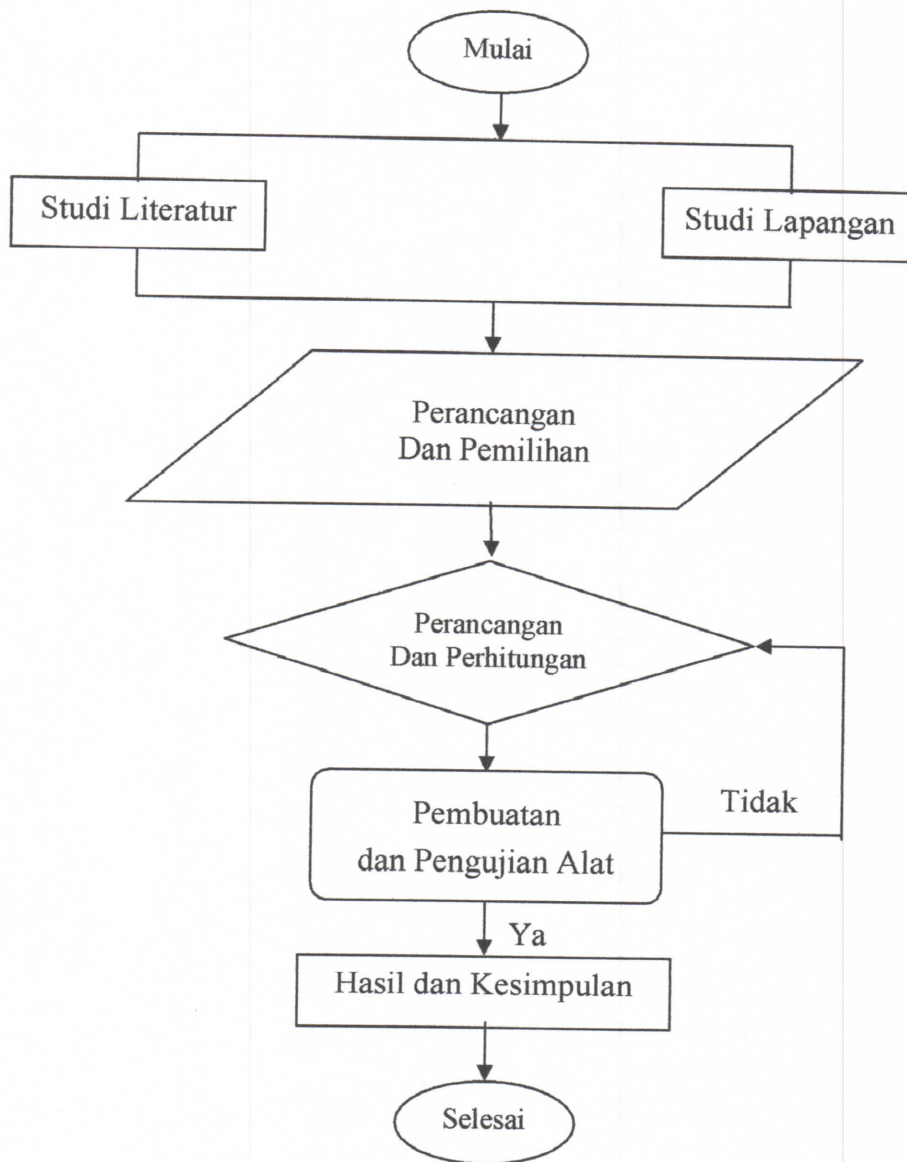
Gambar 2.9 Kampuh Las
(Sumber: Sukaini dkk. 2013)

Dalam proses pengelasan logam, bahan yang akan disambung harus diidentifikasi dengan baik. Dengan dikenalnya bahan yang akan dilas, dapat ditentukan prosedur pengelasan yang benar, pemilihan juru las yang sesuai, serta pemilihan mesin dan alat yang tepat. Metode pengelasan logam yang meliputi prosedur pengelasan, prosedur perlakuan panas, desain sambungan, serta teknik pengelasan disesuaikan dengan jenis bahan, peralatan, serta posisi pengelasan saat sambungan las dibuat.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian

Metode penelitian di atas diuraikan dalam beberapa tahap dan tiap tahapnya akan dijelaskan melalui langkah-langkah yang dilakukan.



Gambar 3.1 Diagram Alir Perancangan Alat

Keterangan:

a. Studi Literatur

Studi Literatur yang dilakukan meliputi pencarian referensi yang digunakan seperti buku-buku, artikel dan jurnal-jurnal yang berkaitan dengan perancangan pembangkit listrik tenaga surya dengan penambahan *Reflector*.

b. Study Lapangan

Study Lapangan dilakukan untuk mengamati *system* yang sudah ada. Studi ini dilakukan untuk membandingkan *system* panel surya yang sudah ada sehingga dapat dilakukan penelitian yang lebih lanjut dan memperbanyak referensi penelitian.

c. Perancangan dan Pemilihan

Perancangan dimulai dengan mendata alat dan bahan yang sudah ada kemudian dilakukan pemilihan peralatan yang tepat. Setelah itu pemilihan peralatan agar tepat maka disesuaikan dengan yang ada di pasaran, setelah itu dilanjutkan dengan perancangan atau desain panel surya yang akan digunakan untuk penelitian.

d. Perancangan dan Perhitungan

Perancangan pada tahap ini adalah merancang langkah-langkah pembuatan alat panel surya dan perhitungan dilakukan dengan menghitung perkiraan jumlah bahan dan waktu yang akan digunakan untuk menyelesaikan pembuatan alat ini.

e. Pembuatan dan Pengujian

Pembuatan Alat ini ini dilakukan setelah membuat gambar sketsa. Setelah alat tersebut dibuat maka selanjutnya adalah dilakukan pengujian terhadap berbagai parameter yang akan di dapat dari performa alat tersebut.

f. Hasil dan Kesimpulan

Hasil adalah Membuat Gambar, lalu dilakukan Perakitan dan setelah itu didapatkan hasil dari pengujian yang dilakukan. Sehingga dari hasil pengujian dapat disimpulkan apa saja yang dihasilkan dari pengujian alat tersebut.

3.2 Obyek Penelitian

Obyek dari penelitian ini adalah Rangkaian Panel Surya dengan Penambahan Reflektor Alumunium dengan Skala Laboratorium.

3.3 Waktu dan Tempat

Adapun waktu penelitian adalah selama 3 bulan dimulai dari bulan April 2019 sampai dengan bulan Juni 2019 dan tempat penelitian adalah di Kota Pasir Pengaraian dan Universitas Pasir Pengaraian (UPP).

3.4 Alat dan Bahan

Dalam penelitian ini menggunakan alat-alat sebagai berikut:

- a. Laptop berfungsi sebagai media untuk menggambar, dan mengolah data hasil dari pengujian Panel Surya dengan Reflektor Alumunium.
- b. Mesin Las digunakan untuk menyambung rangka panel surya
- c. Mesin Gerinda Potong digunakan untuk memotong besi yang digunakan untuk pembuatan rangka panel surya
- d. Mesin Bor digunakan untuk melubangi akrilik sebagai tempat panel *indicator*.
- e. Gergaji Ukir digunakan untuk membuat lubang yang akan digunakan untuk meletakkan beberapa alat ukur voltmeter dan *amperemeter*.
- f. Kikir digunakan untuk menghaluskan dan merapikan hasil dari pemotongan besi.

Ada pun alat ukur yang digunakan adalah:

- a. Multimeter Digital

Multimeter digital adalah alat ukur yang digunakan untuk mengukur besarnya tegangan dan arus yang dihasilkan pada *solar cell*. Pengukuran dilakukan dengan menyentuh ujung jarum multimeter positif (berwarna merah) ke pangkal pengukuran *solar cell* bertanda positif (+). Dan menyentuh jarum negatif (warna hitam) ke pangkal pengukuran *solar cell* bertanda negatif (-)



Gambar 3.2 Multimeter Digital

b. Termometer Digital *Infrared*

Termometer digital *infrared* ini digunakan untuk mengukur suhu permukaan pada *solar cell*. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan satuan suhu $^{\circ}\text{Celsius}$.



Gambar 3.3 Termometer Digital *Infrared*

c. *Solar Power Meter*

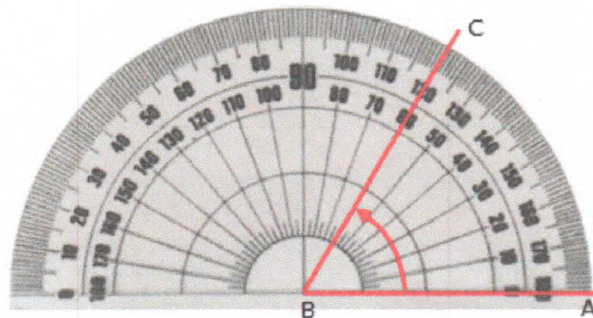
Solar Power Meter adalah alat yang digunakan untuk mengukur irradiansi sinar matahari. Pengukuran dilakukan di sekitar permukaan solar cell. Satuan dari pengukuran ini adalah W/m^2 .



Gambar 3.4 Solar Power Meter

d. Busur Derajat

Busur derajat adalah alat yang digunakan untuk mengukur posisi sudut *reflector* pada penelitian ini. Karena penelitian ini melakukan pengukuran dengan variasi sudut reflector 30° , 45° dan 60° .



Gambar 3.5 Busur Derajat

Ada pun bahan yang digunakan adalah

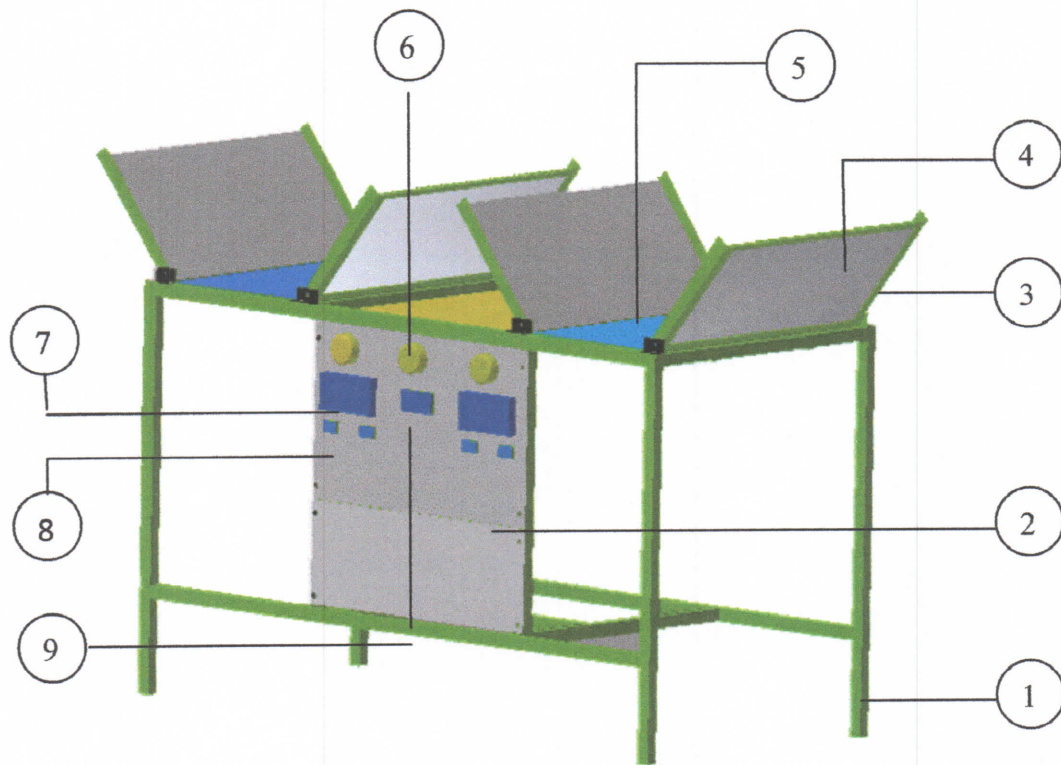
- Besi Yang digunakan untuk Rangka adalah Besi *Hollow* 25 mm dan 10 mm, Plat Strip 15 mm dan Plat Strip 30 mm
- Akrilik digunakan sebagai tempat Alat ukur parameter PLTS
- Modul Surya yang digunakan adalah jenis *Polycristale* 20 Wp
- Solar Controller Charge* digunakan adalah kapasitas 10 A
- Baterai atau Aki yang digunakan adalah 7,5 AH 12 V
- Plat Alumunium yang digunakan adalah tebal 0,5 mm
- Baut dan Mur sebagai pengikat alat Ukur dan Roda

3.5 Rincian Anggaran Biaya

Tabel 3.1 Rincian Anggaran Biaya Pembuatan Panel Surya

NO	Nama Barang	Volume	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
1	Besi <i>Hollow</i> 25 mm	1 Batang	130.000,00	130.000,00
2	Besi <i>Hollow</i> 15 mm	1 Batang	60.000,00	60.000,00
3	Plat Strip 25 mm	1 Batang	25.000,00	25.000,00
4	Plat Strip 15 mm	4 Batang	15.000,00	15.000,00
5	<i>Acrilic</i> 3 mm	0,25 m ²	105.000,00	105.000,00
6	<i>Acrilic</i> 2 mm	0,25 m ²	100.000,00	100.000,00
7	Roda	4 Buah	8.000,00	32.000,00
8	Elektroda	1 Kotak	30.000,00	30.000,00
9	<i>Solar Cell</i> 20 Wp	2 Buah	360.000,00	720.000,00
10	<i>Solar Controller Charge</i> 10A	2 Buah	145.000,00	290.000,00
11	Baterai 7,5 AH	1 Buah	280.000,00	280.000,00
12	Lampu DC	3 Buah	15.000,00	45.000,00
13	Voltmeter DC 4 <i>In One</i>	1 Buah	160.000,00	160.000,00
14	Voltmeter DC 2 <i>in One</i>	4 Meter	40.000,00	40.000,00
15	Kabel	6 Meter	3.000,00	18.000,00
16	Cat Semprot	3 Kaleng	20.000,00	60.000,00
17	Baut dan Mur	32 Buah	32.000,00	32.000,00
Biaya Total Keseluruhan (Rp)				2.142.000,00

3.6. Gambar Sketsa



Gambar 3.6 Panel Surya dengan Penambahan *Reflector*

Keterangan Gambar:

1. Rangka Panel Surya
2. Dudukan Indikator
3. Rangka *Reflector*
4. Reflektor
5. *Solar Cell*
6. Lampu
7. *Solar Charge Controler*
8. *Voltmeter Amperemeter*
9. *Voltmeter 4 in 1*