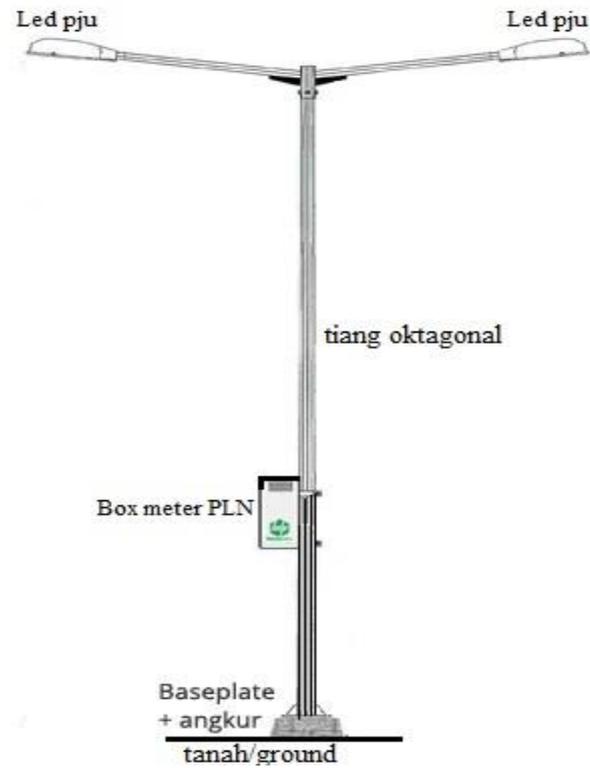


BAB IV

HASIL DAN ANALISIS

1.1 Gambaran Umum

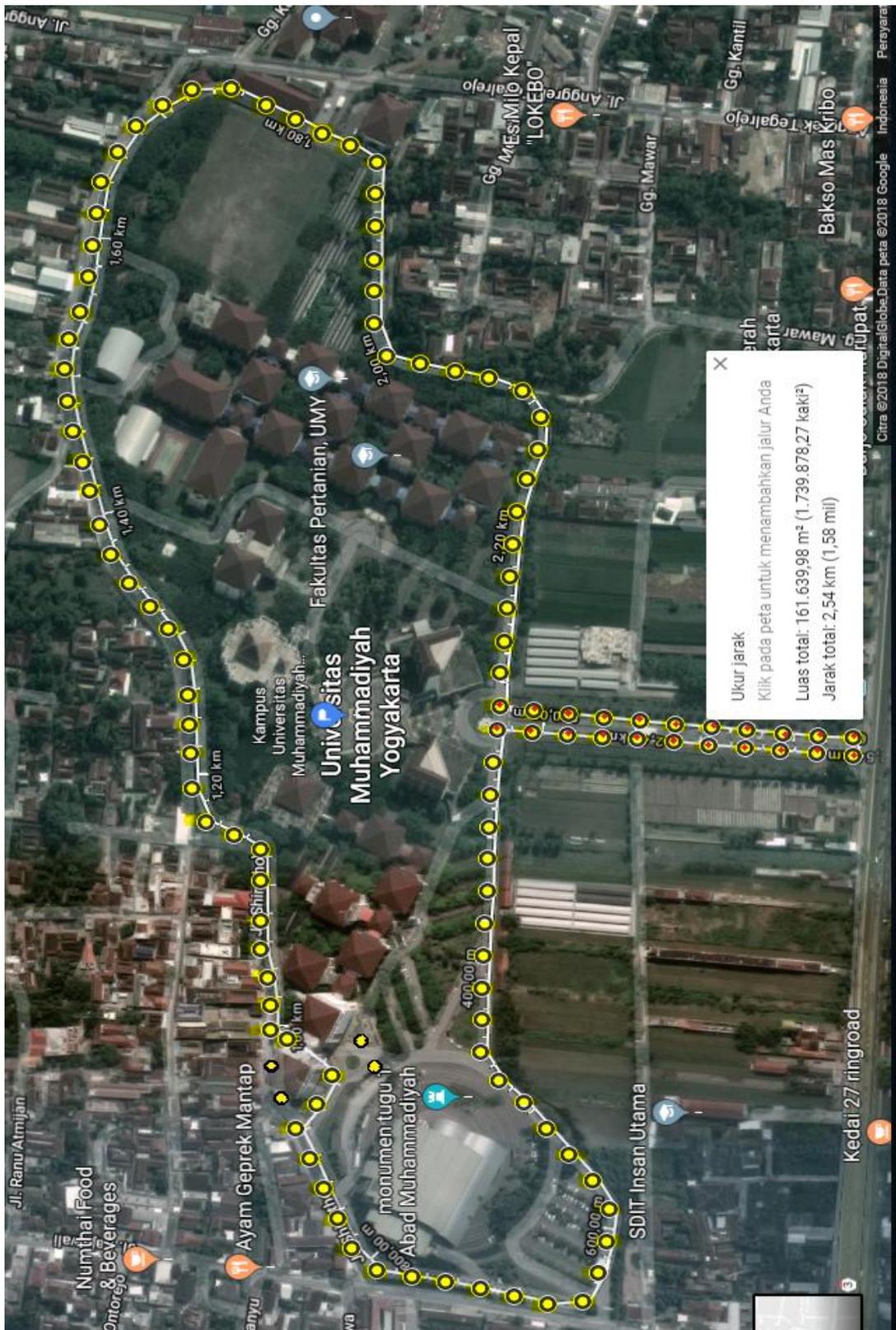
Pada bab ini berisikan hasil dan analisis tentang perencanaan *sollarcell* untuk penerangan jalan umum di area Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Penerangan jalan umum konvensional atau yang sering disingkat dengan sebutan PJU konvensional telah dibuat di Universitas Muhammadiyah Yogyakarta sejak berdirinya kampus tersebut. Pada penelitian yang telah dilakukan di area kampus Universitas Muhammadiyah Yogyakarta penulis berhasil mendapatkan data total jumlah lampu PJU konvensional sebanyak 118 unit, dan posisi lampu berada di kiri pengendara yang melintas. Dari jumlah lampu tersebut 22 unit diantaranya berjenis tipikal tiang lampu lengan ganda, dan sisanya berjenis tipikal tiang lampu lengan tunggal. Pengertian dari tipikal tiang lampu lengan ganda yaitu Tiang lampu ini khusus diletakkan di bagian tengah/median atau bisa dikatakan dapat menerangi sisi kiri dan kanan pengguna jalan, dengan catatan jika kondisi jalan yang akan diterangi masih mampu dilayani oleh satu tiang. Tipikal bentuk dan struktur tiang lampu dengan lengan ganda seperti diilustrasikan pada Gambar 4.1 sebagai berikut.



Gambar 4.1 Tipikal tiang lengan ganda

Setelah selesai melakukan survei pada PJU Konvensional di area kampus Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Dari hasil yang didapatkan ditampilkan oleh gambar dan keterangan pada peta dibawah ini :

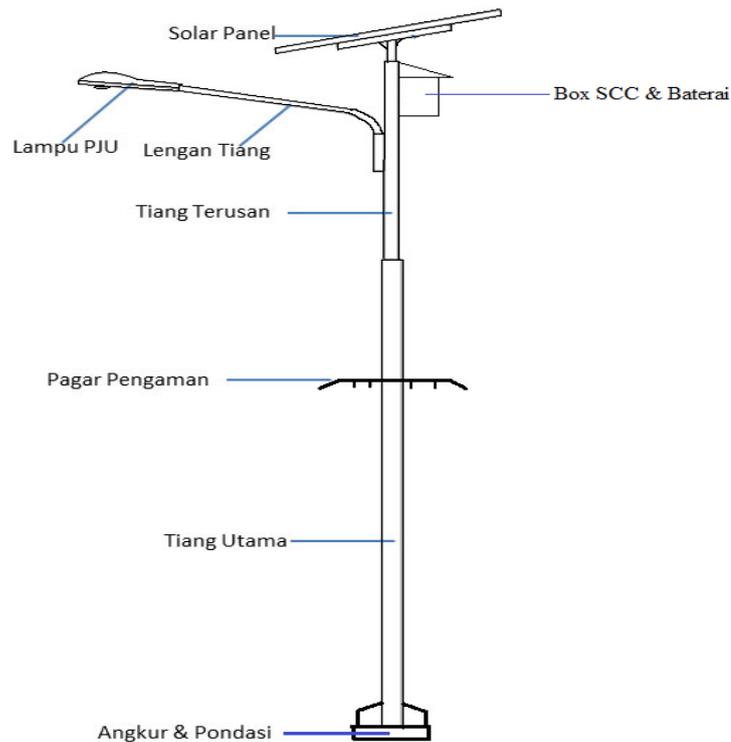
- Lampu PJU tipikal tiang lengan tunggal
- Lampu PJU tipikal tiang lengan ganda



Gambar 4.2 titik lokasi PJU TS

1.2 Rancangan Sistem PJU Solar Cell di UMY

Dengan adanya penelitian yang telah dilakukan oleh penulis, dapat dilihat bahwa di area kampus Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, penerangan jalan nya masih menggunakan PJU konvensional. Penulis berniat ingin mengembangkan penerangan jalan umum dari yang sebelumnya menggunakan PJU Konvensional akan di rubah menjadi PJU yang energinya menggunakan energi alternatif seperti memanfaatkan radiasi/cahaya dari matahari. Penerangan Jalan Umum ini bisa disebut dengann PJU *Solarcell* atau nama lainnya PJU Tenaga Surya . PJU *Solarcell* akan dikembangkan di lingkup Universitas Muhammadiyah Yogyakarta berfungsi sebagai penerangan jalan umum tenaga alternatif. Ketika pada siang hari *solarcell* akan mengkonversikan cahaya matahari menjadi energi listrik untuk mengisi sebuah baterai, dan ketika pada malam hari energi yang tersimpan dialirkan ke beban(lampu). PJU *Solarcell* yang akan dirancang di Universitas Muhammadiyah Yogyakarta ada 2 jenis pilihan yaitu Monokristalin si dan Polikristalin si. Pada PJU *Solarcell* ini, bentuk dan struktur tiang lampu menggunakan tipikal tiang lampu lengan tunggal. Diilustrasikan pada gambar berikut.



Gambar 4.3 Tipikal tiang lengan tunggal

Gambar diatas adalah PJU *Solarcell* yang akan di rancang di Universitas Muhammadiyah Yogyakarta , bentuk setiap unit nya sama letak perbedaan antara PJU Monokristalin dan PJU Polikristalin berada di panel surya-nya. Pemilihan *Solarcell* , *SCC* , Baterai , Saklar ,dan Lampu nya sangat berpengaruh pada umur PJU *Solarcell* tersebut. Pada bagian ini penulis menentukan berbagai macam cara untuk menentntukan komponen yang tepat untuk melengkapi PJU *Solarcell* tersebut.

Komponen yang paling utama yaitu *Solarcell* akan tetapi cara menentukan komponen yang sesuai untuk PJU *Solarcell* penulis harus menentukan besar nilai tegangan pada bebannya terlebih dahulu. Pada umumnya PJU Konvensional PLN menerapkan standar lampunya yaitu 90 watt SON pada tiang setinggi ± 8 meter, akan tetapi lampu yang akan digunakan pada PJU *Solarcell* yaitu lampu *Hight Power Led* biasa disingkat dengan sebutan lampu HPL. Perbandingan lampu HPL dengan lampu merkuri tersebut yaitu 1 : 3 bisa dikatakan bahwa lampu HPL 30W hampir setara

dengan lampu 90W SON. Dengan menetapkan lampu HPL 30W 12V sebagai lampu PJU *Solarcell* maka penulis dapat menentukan komponen berikutnya yaitu baterai 12V. Cara menentukan baterai tersebut penulis dapat menggunakan rumus perhitungan beban yaitu $P=V \times I$, atau rumus perhitungan arus tegangan perjamnya(Ah) yaitu $I=P:V$ dan dimana diketahui bahwa **I** adalah arus listrik(A), **P** adalah Daya beban(W), dan **V** adalah tegangan(V). Contoh penulisan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$I = P : V$$

$$I = 30 : 12$$

$$I = 2,5 A$$

Jadi diketahui arus yang dibutuhkan dalam tiap jam yaitu 2,5A dengan beban daya 30watt dan pada tegangan 12 volt. Atau bisa dikatakan bahwa 2,5A adalah 30watt hours(Wh).

Apabila Lampu PJU *Solarcell* yang menyala sekitar 12 jam setiap malamnya dari jam 17:30 sampai jam 5:30, yaitu asumsi energi yang dibutuhkan bisa dicari menggunakan rumus $E=P \times t$, seperti pada sebelumnya **P** adalah daya beban(W), **t** adalah jumlah waktu beban menyala pada tiap harinya. Contoh penulisan penggunaan rumus sebagai berikut :

$$E = P \times t$$

$$E = 30 \times 12$$

$$E = 360 Wh$$

Jadi diketahui total energi (**E**) pada setiap harinya yaitu 360Wh.

Setelah mengetahui beban dan total daya pada setiap harinya maka penulis dapat menentukan bahwa sistem yang digunakan tegangan sistem 12V. Dengan kata lain baterai yang digunakan yaitu baterai 12v. Kapasitas baterai yang akan digunakan dapat dicari menggunakan rumus $Ah=E:V$, dimana **E** adalah Energi beban, dan **V** adalah tegangan contoh penulisan nya sebagai berikut:

$$Ah = E : V$$

$$Ah = 360 : 12$$

$$Ah = 30$$

Sehingga dapat diketahui kapasitas minimal baterai yang digunakan yaitu baterai 12v30Ah mengantisipasi terjadinya *overcharging* akibat cahaya matahari sangat terik, oleh sebab itu penulis menganjurkan menggunakan baterai yang kapasitasnya 2x lipat dari kapasitas minim atau lebih. Setelah dua komponen yang sangat berpengaruh terhadap analisis tentang PJU *Solarcell* telah didapatkan, kemudian penulis menetapkan pilihannya pada *Solarcell* yaitu dengan cara melihat intensitas cahaya matahari yang dapat dikonversikan menjadi energi listrik nantinya.

Berdasarkan tinjauan pustaka/jurnal tentang pemanfaatan energi matahari sebelumnya, cahaya/radiasi matahari dapat dikonversikan menjadi energi listrik dalam kurun waktu 10 jam pada tiap harinya, pada jam 8 pagi sampai jam 5 sore. Optimalnya pengkonversian cahaya matahari terdapat pada puncak terik matahari yaitu sekitar 4 jam pada setiap harinya, kisaran dari jam 11 pagi hingga jam 2 siang. Berdasarkan analisis diatas penulis dapat menentukan *Solarcell* yaitu menggunakan rumus $Ppv = E : PSH$, dimana E adalah energi beban(Wh) dan PSH adalah jam ekivalen matahari. Contoh penulisannya sebagai berikut :

$$Ppv = E : PSH$$

$$Ppv = 360 : 4$$

$$Ppv = 90$$

Jadi dapat diketahui total energi 360Wh, dan waktu ekivalen matahari 4jam, maka panel surya yang digunakan minimalnya 90Wp.

Ada beberapa hal untuk menentukan panel surya yang akan digunakan :

1. Efisiensi coulumb cara menghitungnya menggunakan rumus $Ppv1 = Ppv : 90\%$,dimana angka 90% pada rumus ini didapat, karena kapasitas baterai baru rata-rata 90%. Contoh penulisannya sebagai berikut :

$$Ppv1 = Ppv : 90\%$$

$$Ppv1 = 90 : 90\%$$

$$Ppv1 = 100 \text{ Wp}$$

Dengan pertimbangan efisiensi coloumb kebutuhan kapasitas panel menjadi 100Wp.

2. *Oversize factor* yaitu tindakan pasokan daya lain untuk mengisi baterai karena iklim di indonesia tropis *Oversize factor* di tentukan kenaikannya sekitar 10% menjadi 110%. Sehingga rumus yang diunakan untuk menghitungnya yaitu $Ppv2=Ppv1 \times 110\%$. Contoh penulisan rumus tersebut :

$$Ppv2 = Ppv1 \times 110\%.$$

$$Ppv2 = 100 \times 110\%$$

$$Ppv2 = 110 \text{ Wp}$$

Dengan pertimbangan *oversize factor* kebutuhan panelsurya menjadi 110 Wp.

2. Efisiensi panel yaitu tindakan memperkirakan efisiensi panel surya dalam kurun waktu lama. Untuk memudahkan perhitungan maka ditetapkan efisiensi panel surya yaitu 15%. Jadi rumus yang digunakan untuk mencari kebutuhan kapasitas panel surya yaitu $Ppv3=Ppv2 \times 125\%$. Contoh penulisannya :

$$Ppv3 = Ppv2 \times 125\%$$

$$Ppv3 = 110 \times 125\%$$

$$Ppv3 = 137,5 \text{ Wp}$$

Dengan pertimbangan efisiensi panel, kebutuhan kapasitas panelsurya 137,5 Wp. Jadi dengan beban sebesar 360Wh dan waktu ekivalen matahari sekitar 4 jam maka akan dibutuhkan panelsurya minimal 137,5 Wp. Jika dilihat dari hasilnya maka yang akan digunakan yaitu 1 panel surya 150wp.

1.2.1 Spesifikasi Bahan

Pada penerangan jalan umum bertenaga *solarcell* bahan yang akan digunakan di bandingkan antara satu dengan yang lainnya, perbandingan ini dilihat dari segi spesifikasi yang bertujuan untuk mendapatkan hasil yang optimal dan segi harga yang bertujuan untuk meminimalisir anggaran dana. Spesifikasi alat dan harga ditampilkan pada tabel yaitu:

Tabel 4.1. Spesifikasi Solar Cell

Merek	<i>My Solar</i>	<i>Germany Grade S.C</i>
Cell Type	Monokristalin Silicon solar cell	Polikristalin Silicon solar cell
Maximum Power (Pmax)	150W	150W
Voltage at Pmax (Vmp)	18.1V	17.6V
Current at Pmax (Imp)	8.30A	8.54A
Open circuit voltage (Voc)	22.02V	22.0V
Short circuit current (Isc)	9,007A	9.09A
Max Sytem Voltage	700V	700V
Temperatur Range	-45° ~ +80°C	-45° ~ +80°C
Size	1480x670x35mm	148x67x3,5cm
Weight	11,0kg	11,1kg
Harga	Rp.1.500 000,-	Rp.1.400.000,-

Berdasarkan gambar tabel diatas dapat kita analisis bahwa terdapat 2 tipe *Solar Cell* yaitu Monokristalin dan Polykristalin.

- (1) Monokristalin silikon Merek My Solar , memiliki daya maksimal 150w, tegangan maksimalnya 18,1v ,dan arus yang mengalir 8,30A ketika solar cell sedang beroperasi. Tegangan maksimum yang tercapai apabila tidak ada arusnya 22,02v, maksimum output arusnya apabila tidak ada resistansi nya 9,007A, dapat menampung suhu kisaran -45° ~

+80°C, dan kinerja optimal dari solarcell tersebut kisaran pada suhu 38°~65°C. Ukuran 1480x670x35mm dan berat 11,0kg. Tidak dapat mengkonversikan cahaya apabila 1 cell nya tertutup bayangan atau shadow efect.

- (2) Polokristalin silikon Merek Germany Grade S.C, memiliki daya maksimal 150w, tegangan maksimalnya 17,6v ,dan arus yang mengalir 8,43A ketika *solar cell* sedang beroperasi. Tegangan maksimum yang tercapai apabila tidak ada arusnya 21,8v, maksimum output arusnya apabila tidak ada resistansi nya 9,08A, dapat menampung suhu kisaran - 45° ~ +80°C, dan kinerja optimal dari *solarcell* tersebut kisaran pada suhu 38°~65°C. Ukuran 148x67x3,5cm dan berat 11,1kg. Pengkonversian cahaya tetap stabil apabila terjadi *shadow efect*.

Tabel 4.2. Spesifikasi *Solar Charge Control (SCC)*

Merek	Sun Yoba	PWM SCC 10A
SCC Type	MPPT M10	PWM SCC Auto 10A
Maximum Curent	10 A	10A
Size	14x8.5x4.2 cm	15x7,8x3,5
Voltage	12 v	12 v
Weight	300g	250g
Harga	Rp. 365.000,-	Rp.135.000,-

Berdasarkan tabel diatas dapat dianalisis bahwa terdapat 2 SCC yang hendak digunakan (1) SUN YOBA tipe nya MPPM10 arus maksimal yang dapat melintas yaitu 10ampere dan tegangannya 12v. Ukuran 14x8.5x4.2 cm dan berat 300g. (2) PWM SCC 10A tipe nya PWM SCC Auto 10A arus maksimal yang dapat melintas yaitu 10ampere dan tegangannya 12v. Ukuran 14x8.5x4.2 cm dan berat 250g. Tidak memiliki perbedaan signifikan dalam sistem kerjanya.

Tabel 4.3. Spesifikasi Baterai

Merek	UPLUS	Extreme
Baterai Type	VRLA Gel	Lithium
Dimensi	P:348xL:167xT:178mm	105x33x26mm
Kapasitas	12v 70ah	12v 2200mAh
Weight	20,1kg	205g
Harga	Rp.1.900.000,-	Rp.300.000,-

Berdasarkan tabel diatas dapat dianalisis bahwa terdapat 2 tipe baterai dan memiliki spesifikasi berbeda (1) UPLUS, tipe dari baterai ini yaitu VRLA, dan kapasitas dari baterai ini 70ah atau 70000mah tegangan nya 12v. Ukuran P: 348mm L: 167mm T:178mm dan berat 20,1kg. (2) Extereme, tipe dari baterai ini yaitu Lithium, dan kapasitas dari baterai ini 2200mah tegangan nya 12v. Ukuran P: 105mm L: 33mm T:26mm dan berat 205g. Harus di rangkai paralel terlebih dahulu untuk mencapai jumlah kapasitas setara dengan baterai VRLA.

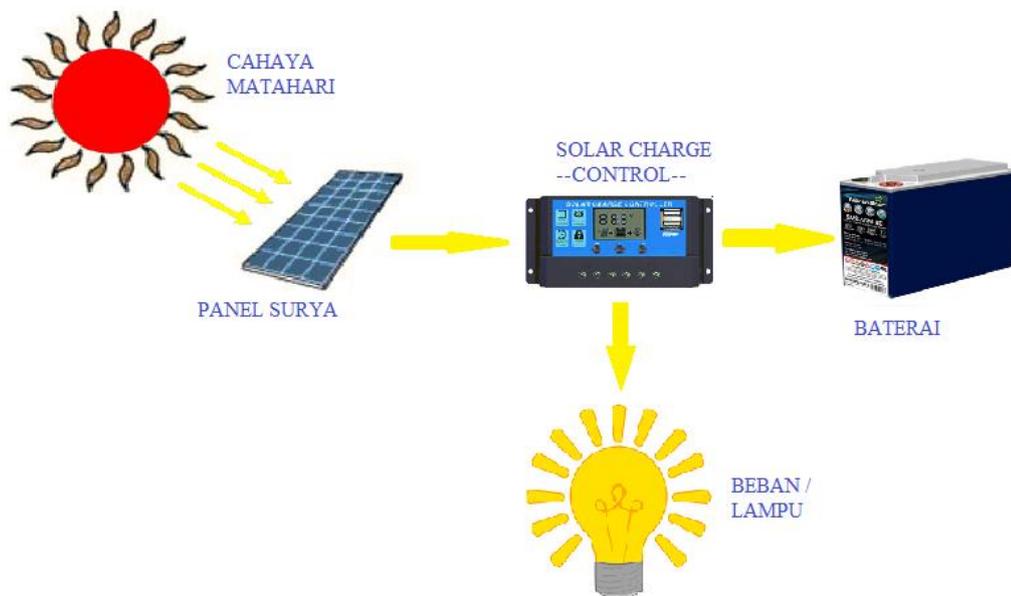
Tabel 4.4. Spesifikasi Lampu PJU

Lampu PJU Kotak 30w Sorot	
Daya	30 watt
DC	12v
Cahaya	Putih (5000k)
Dimensi	150x350mm
Weight	2,0kg
Sudut pencahayaan	120°
Harga	Rp. 300.000,-

Berdasarkan tabel diatas dapat dianalisis bahwa lampu yang digunakan bermerek dan bertipe series pull st31, energi yang di gunakan ketika lampu bekerja 30w dengan tegangan 12v, dan cahaya dari lampu berwarna putih kisaran 5000k dan sudut pencahayaan 120°.

1.2.2 Rancangan Prosedur dan Hasil Penelitian

Menggunakan tipikal tiang lengan tunggal Gambar 4.3 sesuai pada gambarnya beban yang digunakan hanya 1 buah lampu 30W , baterai dan SCC berada dalam 1 wadah atau box yang penempatannya selalu berada di bawah panel surya. Panel surya ini tipenya Polikristalin dipasang menghadap utara dan tingkat kemiringan nya pada sudut 10° ,guna mengoptimalkan penyerapan pada radiasi atau cahaya matahari. Lokasi yang telah ditentukan bisa di lihat pada Gambar 4.2 dimana terdapat simbol PJU TS pada peta tersebut. Jarak pada setiap PJU kisaran 22,45m, rata-rata lebar jalan 7m, dan tinggi tiang ± 8 m dengan kata lain bahwa cahaya lampu yang menyinari setiap titik yang ditentukan terbilang cukup.



Gambar 4.4 Cara kerja rancangan secara luas

Dari gambar diatas dapat di jelaskan bahwa pada siang hari cahaya matahari dikonversikan atau foton yang diubah menjadi energi listrik oleh panel surya polikristalin si 150wp, yaitu daya yang dihasilkan maksimalnya sekitar 150watt/jam, pada kurun waktu 4 jam pada setiap harinya. Tegangan

arus yang dikonversikan yaitu berupa arus DC, arus DC tersebut yang semula dari panel surya mengalir menuju ke *solar charge control*(SCC), PWM SCC Auto 10A inilah yang mengisi dan membatasi arus listrik yang mengalir ke baterai kurang dari 10A tiap alirannya. Baterai ACCU VRLA Gell (12 V 70Ah) akan selalu terisi pada siang hari, kemudian baterai tersebut berfungsi untuk menyalakan Lampu PJU Kotak 30w Sorot (12V 30 Watt) pada malam harinya atau pada saat panelsurya tidak mengkonversikan radiasi atau cahaya matahari. Dalam mode menyalakan lampu, listrik yang semula berada di baterai sebelum menuju ke lampu arus listrik tersebut melewati SCC dan SCC inilah yang memiliki peranan penting menyalakan(ON) dan mematikan(OFF) lampu dengan program nya.

1.3 Perencanaan Anggaran Bahan

Dalam perencanaan anggaran bahan ini penulis telah melakukan survey pasar terkait dengan spesifikasi dan harga bahan yang akan digunakan untuk membuat PJU Tenaga Surya. Pemilihan komponen tersebut di dasari dengan alasan yang tepat yaitu:

Tabel 4.5. Bahan perancangan PJU Solarcell

No	Nama Barang	Harga
1	Panel Surya	
	Polikristalin si (150 WP)	Rp. 1.400.000,-
2	PWM SCC Auto 10A	Rp. Rp.135.000,-
3	ACCU VRLA Gell (12 V 70Ah)	Rp. 1.900.000,-
4	Kabel NYHY 2x2,5 mm ² (5 meter)	Rp. 60.000,-
5	Lampu PJU Kotak 30w Sorot	Rp. 300.000,-
6	Besi Tiang Menara	Rp. 1.500.000,-
Total harga		Rp. 5.295.000,-

Pada tabel diatas dapat disimpulkan alasan penulis memilih bahan tersebut. Terdapat 3 alasan paling mendasar pemilihan bahan dalam perancangan penerangan jalan umum bertenaga solarcell yaitu:

1. Polikristalin dipilih karena pohon yang berada di area penelitian lebih tinggi dari tiang PJU sehingga dapat menyebabkan *shadow efect*, akan tetapi *shadow efect* ini bukan suatu kendala bagi polikristalin untuk mengkonversikan cahaya matahari,dan disamping itu terkait dengan harganya yang lebih murah.
2. SCC tersebut dipilih karena karakteristik yang sama dengan saingan nya dan harganya jauh lebih murah.
3. Baterai VRLA Gell dipilih karena umur baterai yang sangat lama, kapasitas baterai memadai dan harga jauh lebih murah.