

OPTIMALISASI PEMAKAIAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA UNTUK BEBAN PENERANGAN PEDESAAN

Ary Prasetyawan, Wahyu Adi P, Hermawan

Abstrak : Penelitian dengan judul Optimalisasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya untuk Beban Penerangan Pedesaan bertujuan untuk Mengoptimalkan pemakaian pembangkit listrik tenaga surya pada lampu penerangan jalan di Desa Batu Putih, kepulauan Papua barat. Metode yang di gunakan pada penelitian ini yaitu dengan menganalisis kebutuhan beban di lokasi, kebutuhan efisiensi dan efektifitas yang didapatkan. Dari hasil Penelitian/pengamatan yang di peroleh data untuk mengoptimalkan kebutuhan beban dan kebutuhan biaya yang cukup tinggi untuk pembangkit listrik tenaga surya adalah dengan menggunakan 2 solar panel, 1 control carger, dan 1 battery.

Kata Kunci : Optimalisasi, Solar Panel, Penerangan.

PENDAHULUAN

Daerah pedesaan adalah suatu wilayah yang letaknya jauh dari kota dan jauh dari pusat pembangkit listrik, sehingga warga pedesaan sangatlah kurang dari jangkauan listrik. Pengetahuan listrik di pedesaan sangatlah kurang sehingga dalam operasional listrik di perlukan teknik yang paling sederhana agar di harapkan pada operasional listrik di pedesaan bisa di lakukan secara mandiri. Sistem operasional listrik beban penerangan yang paling mudah adalah sistim arus searah DC (Direct Current). Hal ini dikarenakan peralatan pendukung dalam operasionalnya mudah di dapat teknologi listrik yang tepat dengan warga pedesaan adalah tenaga surya.

Perkembangan zaman yang pesat saat ini berdampak pada kebutuhan energi listrik yang semakin meningkat, sedangkan pembangkit yang sudah ada seperti PLTA, PLTU, dan yang lainnya tidak dapat meningkatkan kembali energi yang dihasilkannya karena terbatasnya tempat. Penduduk semakin bertambah maka diperlukan sumber energi alternatif terbarukan. Seluru sistem ini dirancang untuk penyediaan cahaya penerangan umum dengan sumber energi terbarukan, bebas biaya perawatan dan berumur panjang. dengan sistem pemasangan yang cepat dan mudah, dalam mengatasi kebutuhan penerangan jalan umum (surya, 2013). Karena Indonesia cukup strategis berada pada garis katulistiwa yang dimana sangat melimpah dengan sinar matahari yang bisa menyinari hingga 10 jam. Solar cell yang berfungsi untuk mengkonversi energi matahari menjadi energi listrik. Solar cell banyak digunakan untuk berbagai aplikasi salah satunya pada lampu penerangan.

Kajian Pustaka

Energi matahari dapat dimanfaatkan untuk menunjang kegiatan sehari-hari, misalnya menjemur pakaian, mengeringkan ikan bagi para nelayan. Selain itu energi matahari dapat dimanfaatkan dengan bantuan peralatan lain dengan solar heater yang berfungsi untuk memanaskan air, salah satunya dengan solar cell. Pada prinsipnya panel surya Solar sell/panel surya hanya mengubah sinar matahari menjadi energi listrik (Supriadi, 2008). Setelah itu di disimpan dalam battery untuk digunakan setiap saat, digunakan secara besar-besaran, untuk lingkungan tertentu, maupun untuk 1 unit rumah atau bahkan lebih. Solar cell banyak digunakan untuk berbagai aplikasi salah satunya pada lampu penerangan jalan. Pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) merupakan

Ary Prasetyawan adalah akademisi Teknik Elektro Universitas Wisnuwardhana Malang.
Wahyu Adi P adalah dosen Teknik Elektro Universitas Wisnuwardhana Malang.
Hermawan adalah dosen Teknik Elektro Universitas Wisnuwardhana Malang.

sistem pembangkit listrik dengan menggunakan sel photovoltaic. Panel surya disusun dari sel photovoltaic dalam jumlah yang relatif banyak untuk memperoleh tegangan keluaran yang sesuai. Energi matahari sangat efektif karena tidak bising, tidak menimbulkan polusi, dan tidak akan habis. Berikut ini adalah salah satu contoh penggunaan pembangkit listrik tenaga surya, di mana panel sel surya dibuat dari kumpulan sel photovoltaic yang membentuk panel pada Gambar 1.



Gambar 1. Panel Surya

Panel surya saat ini ada banyak berbagai macam dan pemasangannya juga tergantung kondisi lokasi dan beban yang akan dipasang. Yang pertama harus menentukan solar panel yang mana yang di perlukan dan cocok pada tempat tersebut. Pada umumnya macam-macam solar panel yang sering di gunakan ada 2, ada yang disebut Morpheus dan Compound, namun yang paling populer saat ini adalah type *Polycrystal* dan *Monocrystal* (Surya, 2016).

Solar Panel *Polycrystal* Merupakan solar panel yang memiliki susunan kristal secara acak type ini memerlukan luas permukaan yang lebih besar dibandingkan type *monocrystal* untuk menghasilkan listrik yang sama, karna permukaannya lebih luas maka akan tetap dapat menghasilkan listrik pada saat cuaca mendung, solar panel dengan type *Polycrystal* tunjukkan pada gambar 2 (Suyata, 2016).



Gambar 2. Solar Panel *polycrystal*

Solar Panel *Monocrystal* Merupakan solar panel yang paling efisien, menghasilkan daya listrik persatuan luas yang paling tinggi, Memiliki efisiensi sampai dengan 44,7 %, jika waktu mendung / berawan selain itu solar panel jenis *Monocrystal* lebih tahan terhadap suhu yang sangat panas, lebih cocok di pasang pada pulau yang sejajar dengan garis katulistiwa, Kelemahan dari panel Jenis ini adalah tidak berfungsi dengan baik saat cuaca teduh/mendung, tegangan dan arus yang di keluarkan akan turun drastis dalam cuaca berawan. Solar panel dengan tipe *Monocrystal* ditunjukkan pada gambar 3 (Suyata, 2016)

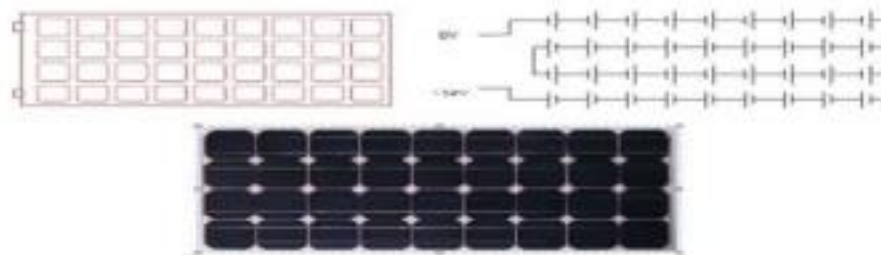


Gambar 3. Solar Panel *monocrystal*

Analisa Penghitungan Sel Surya

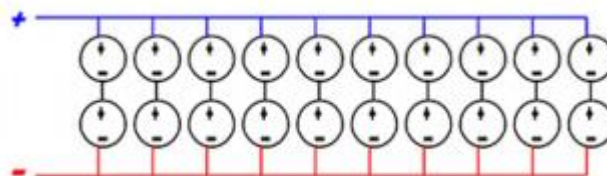
Rangkaian Seri Modul Surya

Rangkaian seri sel disambungkan ke bagian depan (+) sel surya utama disambung dengan bagian belakang (-) sel surya kedua. Rangkaian seri dari sel surya dapat dilihat pada Gambar 3. Dari keadaan seri ini didapatkan tegangan sel surya dijumlahkan apabila dihubungkan seri satu sama lain (Surya, 2013).



Gambar 4. Rangkaian Seri Sel Surya

Rangkaian paralel sel surya dapat di lihat apabila terminal kutub positif dan kutub positif sel surya dihubungkan satu sama lain. Rangkaian paralel dari sel surya dapat dilihat pada modul panel surya yang di sambung secara paralel sama dengan satu sel surya arus yang timbul dari hubungan langsung dijumlahkan, seperti pada Gambar 4 (Hamdi, 2008).



Gambar 5. Hubungan Seri-Paralel Sel Surya

Rumus persamaan untuk menghitung sel surya yang di seri sebagai berikut;

$$V_{total} = V_1 \times N$$

Dimana :

V = Tegangan (Volt)

V_1 = Tegangan 1 Sel surya (Volt)

N = Total Solar Panel yang disusun Seri

Sedangkan Arus sel surya juga sama apabila dihubungkan seri satu sama lain.

$$I_{total} = I_1 \times M$$

Dimana :

I = Arus (Ampere)

$I_1 = \text{Arus 1 Sel surya (Ampere)}$

$N = \text{Total Solar Panel yang disusun Paralel}$

Penghitungan Panel Surya

Untuk menghitung panel surya kita harus tau dulu beban yang di butuhkan setiap hari berapa watt totalnya.

$$P_{total} = P \times h$$

Dimana :

$$P_{total} = \text{Daya Total (Watt)}$$

$$P = \text{Daya (Watt)}$$

$$h = \text{Jam}$$

Selanjutnya setelah watt total/perhari telah di ketahui maka untuk menghitung Battery penyimpanan yang di butuhkan harus dihitung berapa besar kuat arus pengisiannya.

$$I_{battery} = \frac{P_{total}}{V}$$

Dimana :

$$I_{battery} = \text{Arus (Ampere Jam)}$$

$$P_{total} = \text{Daya total (Watt)}$$

$$V = \text{Tegangan (Volt)}$$

Selanjutnya untuk menghitung arus yang dibutuhkan untuk melakukan pengisian battery atau arus yang keluar dari solar panel sebagai berikut.

$$I_i = \frac{Wp}{V}$$

Dimana :

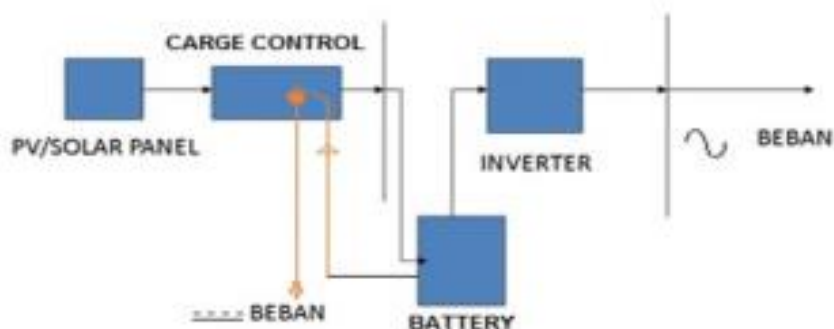
$$I_i = \text{Arus input (Ampere)}$$

$$Wp = \text{Watt Peak (Watt)}$$

$$V = \text{Tegangan (Volt)}$$

Sistem Kerja Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)

Untuk membuat penerangan jalan menggunakan pembangkit listrik tenaga surya setidaknya harus ada empat komponen utama seperti pada gambar 5 antara lain Panel surya, *control charge*, batere, inverter DC ke AC. Namun jika lampu yang di gunakan menggunakan tegangan DC maka inverter tidak di harus di pasang (Sukaandarumudin, 2014).



Gambar 6. Blok Diagram PLTS

Konfigurasi PLTS untuk Penerangan Jalan Desa

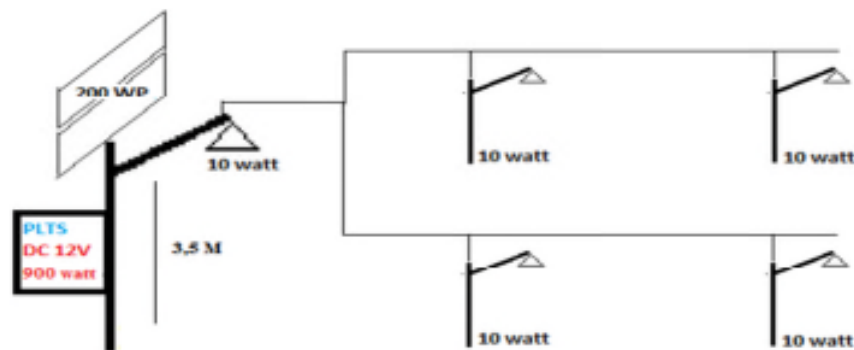
Konfigurasi sel surya (*solar panel*) dimana matahari sebagai satu-satunya sumber energi maka diasumsikan pemakaian battery harus mampu mensuplai beban untuk

jangka waktu yang cukup panjang (12 jam) mengantisipasi kurangnya pencahayaan pada waktu musim hujan yang terus menerus.

Konfigurasi yang dilakukan untuk solar panel PJU di jalan raya saat ini menggunakan model yang cukup praktis dengan 1 tiang yang terdiri dari 1 solar panel, 1 controller, 1 accu, jika di pedesaan membutuhkan lampu banyak bisa di sebar dan di paralel dengan tiang tersebut menggunakan kabel. Keuntungan dari instalasi ini agar pemakaian daya listrik tidak terlalu besar dan juga perawatannya lebih mudah dengan begitu biaya lebih murah untuk menentukan konfigurasi yang paling cocok untuk mensuplai beberapa tingkatan beban yang ada di lampu jalan. Sistem pembangkit listrik tenaga surya menggunakan (*Off Grid Sistem*), yaitu sistem pembangkit listrik yang hanya menggunakan sumber energi matahari sebagai satu-satunya sumber energi utama tanpa menggunakan PLN.

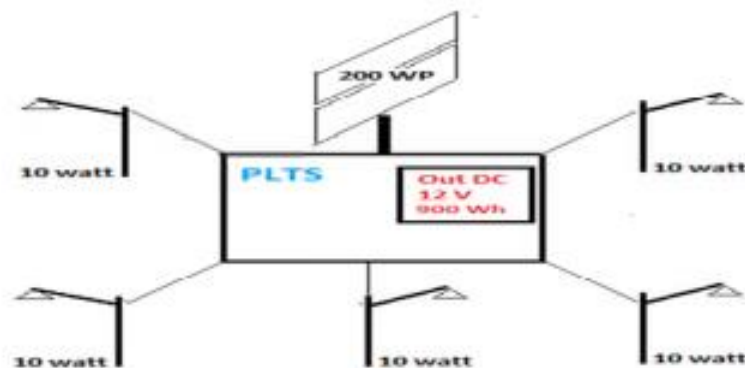
Macam-Macam Instalasi Pengkabelan

Berdasarkan praktek Konfigurasi Sistem jaringan listrik untuk beban penerangan Tenaga Surya 10 watt, dengan Tinggi Tiang 3.5 Meter karna lampujalan pedesaan tidak terlalu lebar hanya dengan lampu 10 watt bisa menerang badan jalan, beda dengan jalan tol jalan raya yang cukup lebar karena dua jalur kendaraan dan itu pun harus menggunakan tiang yang lebih tinggi 9-10 meter jika di beri lampu yang sama dengan lampu penerangan jalan desa tidak sesuai. Macam macam gambar instalasi penerangan jalan desadapat di lihat pada gambar 6 dan 7.



Gambar 7. Instalasi I

Gambar instalasi II adalah gambar PLTS terpusat yang pembangkit listriknya terdiri dengan tiang sendiri tanpa beban/lampu, pembangkit listrik tenaga surya seperti ini dapat di sesuaikan sesuai kebutuhan. Gambar Instalasi terpusat dapat di tunjukkan pada gambar 7.



Gambar 8. Instalasi II

Kapasitas Beban Penerangan

Untuk menyesuaikan tinggi tiang dan lampu berapa watt yang digunakan. Dalam praktek penerang jalan umum atau jalan pedesaan tinggi tiang dan watt lampu haru di sesuaikan agar tidak terlalu terang dan terlalu redup.

- Tinggi tiang 3.5 meter = Pijar 40 watt= LED 10 watt.
 - Tinggi tiang 9-10 meter =Pijar 250 watt = LED 50 watt
- untuk beban perhitungan penerangan maka lebih banyak memakai lampu pijar contoh: Lampu penerangan jalan pedesaan 40 watt dengan tegangan 220 V maka $40 \text{ Watt} : 220 \text{ Volt} = 0.18 \text{ Ampere}$.

METODE

Metode yang dilakukan dalam penelitian ini adalah dengan mengumpulkan data primer dan data sekunder. Data primer yaitu data yang di peroleh langsung di lapangan yang antara lain spesifikasi pembangkit listrik tenaga surya dan pengamatan langsung area yang akan dilakukan kajian.

Data skunder adalah data yang digunakan dalam pembahasan skripsi ini yang diperoleh dari studi literatur atau sumber sumber wawancara yang terkait dengan pembahasan skripsi ini yaitu teori dasar tentang perhitungan kapasitas sel surya perhitungan kapasitas batray sel surya, perhitungan kapasitas beban pada jaringan penerangan jalan umum. Tahapan-tahapan dalam yang akan dianalisa penelitian ini antara lain sebagai berikut:

1. Pada tahap pertama dengan menggunakan metode kualitatif, dilakukan membahas tentang kajian macam macam pembangkit energi listrik alternatif baru terbarukan.
2. Tahap kedua dilakukan kajian sistem kerja pembangkit listrik Tenaga surya berikut perangkat pendukungnya.
3. Pada tahap ini dengan menggunakan metode kuantitatif, yang dilakukan perhitungan kapasitas pembangkit listrik tenaga surya untuk beban penerangan jalan umum dan perhitungan jumlah beban optimum yang dapat di operasikan dengan menggunakan pembangkit listrik tenaga surya.
4. Membahas tentang konfigurasi pembangkit listrik tenaga surya untuk bebab PJU (Penerangan Jalan Umum), dan instalasi pengkabelan beban penerangan jalan umum di suatu daerah.Dan gambar sistim pembangkit listrik tenaga surya.
5. Pembahasan dan hasil pada tahap ini melakukan perhitungan kapasitas pembangkit listrik Tenaga surya serta menentukan daya optimum yang dapat dicatu oleh pembangkit listrik tenga surya dan menentukan spesifikasi perangkat pembangkit listrik tenaga surya terkait beban optimum

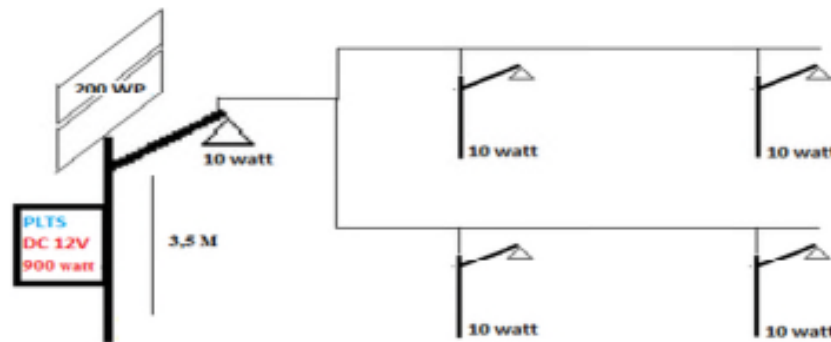
HASIL DAN PEMBAHASAN

Satuan dari solar panel adalah WP Singkatan dari (Watt Peak) yang menggambarkan besarnya nominal Watt tertinggi yang dihasilkan dari sebuah Solar system karena energi matahari yang dapat berubah, atau ukuran daya listrik per satuan waktu, yang jika di grafikkan akan tampak seperti gelombang yang mempunyai puncak tertinggi (Peak) yang berbentuk lembaran lembaran. Contoh :

Solar Panel dengan kekuatan 100 WP artinya seberapapun Kuatnya Sinar matahari pada waktu tertentu, maksimal daya yang dapat diserap atau output Energi yang dihasilkan perangkat tersebut hanya 100 Watt. Suatu kristal silikon tunggal photovoltaic dengan luas permukaan 100 cm² akan menghasilkan sekitar 1,5 watt dengan tegangan

sekitar 0,5 volt tegangan searah (0,5 Vdc) dan arus sekitar 2 Ampere di bawah cahaya matahari dengan panas penuh (intensitas sekitar 1000 watt). Indonesia berada di garis katulistiwa yang membuat kepulauan kita disinari oleh cahaya matahari selama 10 sampai 12 jam perharinya. Pemanfaatan sumber energi matahari sangat mendukung di kepulauan tropis ini, hanya saja dalam 10 atau 12 jam tidak semuanya dalam keadaan cerah, terkadang cuaca sering tidak stabil dalam arti kondisi mendung, berawan, dan hujan. Namun meskipun cuaca mendung solar panel tetap mengeluarkan tegangan selama ada sinya hanya saja arusnya yang turun. Untuk susunan dalam solar panel bisa berupa seri dan paralel untuk menentukan Voltase dan Arus yang di keluarkan.

Dalam menghitung kebutuhan daya yang dibutuhkan pada masing – masing peralatan yang akan disupply oleh panel surya dan lama waktu pemakaian perhari dilakukan instalasi panel surya seperti dalam Gambar 4.



Gambar 9. Konfigurasi PLTS

Berdasarkan konfigurasi dari instalasi panel surya seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 4 diperoleh data tentang kebutuhan daya yang diperlukan dalam satu hari yang ditunjukkan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Optimalisasi Menggunakan 5 lampu 10 Watt

Lampu 1	$10 \text{ Watt} \times 12 \text{ jam} = 120 \text{ Wh}$	Penggunaan Malam Hari
Lampu 2	$10 \text{ Watt} \times 12 \text{ jam} = 120 \text{ Wh}$	Penggunaan Malam Hari
Lampu 3	$10 \text{ Watt} \times 12 \text{ jam} = 120 \text{ Wh}$	Penggunaan Malam Hari
Lampu 4	$10 \text{ Watt} \times 12 \text{ jam} = 120 \text{ Wh}$	Penggunaan Malam Hari
Lampu 5	$10 \text{ Watt} \times 12 \text{ jam} = 120 \text{ Wh}$	Penggunaan Malam Hari
	Total Kebutuhab = 600 Wh	Dalam 1 Hari

Penghitungan Kapasitas Panel Surya dan Battery

Di Indonesia umumnya energi surya yang dapat diserap dan dikonversi kedalam energi listrik berlangsung selama 5 jam, karena itu untuk menghitung berapa kebutuhan modul surya adalah dengan cara mengkalikan daya dari panel surya tersebut dengan 5 jam.

Daya beban yang dibutuhkan dalam 1 hari adalah 600 Wh dengan tegangan *output* sebesar 12 V maka arus yang dihasilkan :

$$I_{\text{output}} = \frac{600 \text{ Wh}}{12 \text{ V}} = 50 \text{ Ah}$$

Spesifikasi sistem yang digunakan adalah daya output dari panel surya yaitu 100 Wp. Jika menggunakan 2 panel surya maka daya yang dihasilkan adalah 200 Wp, tegangan output panel surya 12 V dan waktu operasi selama 5 jam dalam 1 hari. Sehingga, untuk besarnya arus *input* sebagai berikut :

$$I_{input} = \frac{200 \text{ Wp}}{12 \text{ V}} = 16,6 \text{ Ah}$$

Sedangkan arus panel surya besarnya :

$$I_{panel \text{ Surya}} = \frac{\text{Daya Panel Surya} \times \text{Waktu Operasi}}{\text{Tegangan Waktu Operasi}}$$

$$I_{panel \text{ Surya}} = \frac{200 \text{ Wp} \times 5 \text{ h}}{12 \text{ V}}$$

$$I_{panel \text{ Surya}} = 83,3 \text{ Ah}$$

Jadi, besarnya *output* dari panel surya untuk mengisi *battery* dalam rentang waktu 5 jam adalah 83,3 Ah

Berdasarkan analisa optimalisasi yang telah tercantum dalam Tabel 1, penerangan pada desa dapat lebih dioptimalkan dengan cara menurunkan besar daya lampu yang digunakan menjadi 5 Watt. Seperti yang tercantum dalam Tabel 2 bahwa dengan menurunkan daya lampu yang digunakan maka dapat mengoptimalkan penerangan pada ruas jalan.

Tabel 2. Hasil Optimalisasi Menggunakan 10 lampu 5 Watt

Lampu 1	5 Watt x 12 jam = 60 Wh	Penggunaan Malam Hari
Lampu 2	5 Watt x 12 jam = 60 Wh	Penggunaan Malam Hari
Lampu 3	5 Watt x 12 jam = 60 Wh	Penggunaan Malam Hari
Lampu 4	5 Watt x 12 jam = 60 Wh	Penggunaan Malam Hari
Lampu 5	5 Watt x 12 jam = 60 Wh	Penggunaan Malam Hari
Lampu 6	5 Watt x 12 jam = 60 Wh	Penggunaan Malam Hari
Lampu 7	5 Watt x 12 jam = 60 Wh	Penggunaan Malam Hari
Lampu 8	5 Watt x 12 jam = 60 Wh	Penggunaan Malam Hari
Lampu 9	5 Watt x 12 jam = 60 Wh	Penggunaan Malam Hari
Lampu 10	5 Watt x 12 jam = 60 Wh	Penggunaan Malam Hari
	Total Kebutuhab = 600 Wh	Dalam 1 Hari

KESIMPULAN

Berdasarkan data yang didapatkan dan analisa pada hasil penelitian ini maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut;

1. Dari hasil analisa perhitungan dan kajian panel surya yang di gunakan 2 x 100Wp.
2. Energi yang di bangkitkan solar panel bekerja selama 5 jam atau 1000 Wh.
3. Beban secara Optimal yang bisa di suplai 6000 Wh dengan rincian lampu yang di gunakan 10 watt x 5 yang bekerja selama 12 jam.
4. Dari hasil analisa perhitungan *battery storage* yang di butuhkan secara optimum 75Ah.
5. Arus pengisian dari panel surya ke battery 80 Ah dari panel surya yang disinari selama 5 jam dalam 1 hari

DAFTAR PUSTAKA

Sukaandarumudin. 2014, Konsep Dasar menuju Kemandirian Energi Yogyakarta
 Dr.Hamdi,M,Si. 2008, Eergi Terbarukan Unifersitas gadjamada Yogyakarta

Suyata Hemptir, 2016, Model Kerakyatan Dalam Pengembangan Energi.

H.Muslim Supriadi, 2008, Teknik Pembangkit Tenaga Listrik Jilid 1

OPTIMA SOLAR CELL, peralatan solar. surya, PJU Solar surya, SHS Solar cell.(diakses pada tanggal 25 agustus 2017).

Pembangkit listrik energi angin, generator (Diakses pada tanggal 25 agustus 2017)

Materi Penghantar, instalasi listrik, (Diakses pada tanggal 25 agustus 2017)

Ir. Surya Tarmizi Kasim Msi Konsentrasi Teknik Energi Universitas Sumatera Utara (USU) Jl Medan 2013