

RANCANG BANGUN SISTEM LAMPU PENERANGAN JALAN UMUM TERINTEGRASI DENGAN *BATTERY LITHIUM*

Andrew Joewono¹, Rasiona Sitepu², Peter R Angka³

¹²³Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik
Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya
email: ¹Andrew_sby@ukwms.ac.id

ABSTRAK

Kebutuhan penerangan fasilitas umum sangat diperlukan untuk keamanan lingkungan, dan pemakai jalan, sehingga peralatan ini harus mendapat perhatian didalam penggunaannya, terutama lampu penerangan jalan umum. Didalam memenuhi kebutuhan penerangan, banyak terdapat permasalahan, misalnya, daerah yang belum dialiri oleh jaringan listrik, sehingga penerangan tidak dapat dipasang. Perkembangan yang terjadi, dibuat sistem penerangan dengan sumber tenaga matahari (konvensional), menggunakan peralatan solar panel, battery charge controller, lampu DC dan battery VRLA lead acid, kelemahan yang terjadi dengan sistem konvensional, battery yang dipergunakan membutuhkan daya yang besar, ukuran dimensi besar dan berat. Dilakukan pengembangan peralatan dengan membuat rancang bangun sistem penerangan jalan umum terintegrasi dengan penyimpan energi listrik battery jenis lithium, battery jenis lithium mempunyai keunggulan, dimensinya lebih kecil dan berat yang relatif ringan (bandingkan dengan battery VRLA), juga membutuhkan waktu yang relatif lebih cepat didalam penyimpanan energinya, sehingga rancang bangun yang akan dilakukan membuat suatu penerangan jalan umum dengan bentuk yang kompak (terintegrasi) didalam satu tempat. Dampak yang akan terjadi, tercipta desain baru untuk lampu penerangan jalan umum dengan bentuk yang terintegrasi dan media penyimpan energi battery jenis lithium. Hasil pengukuran yang dilakukan, dengan menggunakan beban lampu LED dc HPL 50 watt 12 volt dengan arus yang dibutuhkan berkisar 0,34 A hingga 1,19 A, battery lithium yang digunakan mempunyai total 20,800mAh (8x2600mAh), dengan waktu kerja 19 jam (off). Sistem ini sangat membantu dalam menciptakan lampu penerangan jalan umum yang efisien dan bersifat mudah pemasangan dan pemindahan tempatnya, sehingga peralatan mempunyai manfaat untuk daerah yang membutuhkan energi listrik untuk aktivitas kehidupannya, dengan prioritas energi sinar matahari.

Kata Kunci : Sistem Tenaga Surya, Battery Manajemen System, Battery Lithium

ABSTRACT

The lighting needs of public facilities are very necessary for environmental security, and for road users, so this equipment must be given attention in its use, especially public street lighting. In meeting lighting needs, there are many problems, for example, areas that have not been electrified by electricity, so lighting cannot be installed. The development occurred, made a solar power source (conventional) lighting system, using solar panel equipment, charge controller batteries, DC lights and VRLA lead acid batteries, weaknesses that occur with conventional systems, the battery used requires large power, large dimension size and heavy. Equipment development is carried out by making a design of an integrated public street lighting system with storage of lithium type electric energy, lithium type batteries have advantages, smaller dimensions and relatively light weight (compare with VRLA batteries), also requires a relatively faster time in storage its energy, so the design that will be carried out will make a public street lighting with a compact (integrated) form in one place. The impact that will occur will create a new design for public street lighting with an integrated form and

lithium battery energy storage media. The results of the measurements carried out, using a 12 watt DCL 50 watt LED DC lamp load with the required current range from 0.34 A to 1.19 A, the lithium battery used has a total of 20,800mAh (8x2600mAh), with a working time of 19 hours (off). This system is very helpful in creating efficient public street lighting lights and is easy to install and transfer places, so that the equipment has benefits for areas that need electrical energy for their life activities, with the priority of sunlight energy.

Keywords: Solar System, Battery Management System, Battery Lithium

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kebutuhan energi listrik merupakan kebutuhan yang utama di dalam kehidupan (untuk penerangan, peralatan rumah tangga sehari-hari, bahkan sampai peralatan untuk keperluan masyarakat), namun pemenuhannya kurang merata, yang dikarenakan perlunya pembuatan jaringan.

Pemanfaatan bahan-bahan sumber energi tidak terbarukan perlu diperhatikan ketersediaannya, dikarenakan keterbatasan cadangan yang masih tersisa, sehingga perlu dilakukan efisiensi pemanfaatannya. Disamping itu pemerataan distribusi energi listrik juga perlu dipikirkan untuk dapat dilaksanakan, sehingga semua daerah dapat merasakan pemanfaatan energi listrik untuk keperluan kehidupannya.

Didalam melakukan penyediaan energi listrik dengan energi surya, perlu dikembangkan sistem kelistriknya untuk penyimpanan.

Secara umum penyimpanan energi listrik hasil konversi energi surya, menggunakan battery jenis VRLA (*Valve Regulated Lead Acid*), yang mempunyai dimensi besar dan berat, sehingga perlu dilakukan penelitian untuk media penyimpanan energi listrik yang ringan dan mempunyai dimensi yang tidak besar. Dalam penelitian ini, digunakan battery jenis lithium, yang

mempunyai dimensi dan berat yang lebih ringan dibandingkan dengan battery jenis VRLA.

Battery lithium mempunyai cara tersendiri dalam teknik penyimpanannya, sehingga perlu digunakan battery manajemen sistem, untuk meratakan arus penyimpanan dalam setiap selnya, dan menjaga sel battery supaya tidak kelebihan arus pada saat pengisian energinya.

Rancangan yang dibuat bertujuan untuk membuat alat penerangan jalan umum terintegrasi tenaga matahari dengan media penyimpan energi listrik battery lithium

Pada sistem tenaga matahari, energi sinar matahari akan dikonversikan menjadi energi listrik dan disimpan didalam *battery*, untuk selanjutnya energi dari *battery* akan dikonversikan kembali menjadi energi listrik, untuk menyuplai energi listrik yang dibutuhkan dari peralatan listrik yang membutuhkan. Lampu penerangan jalan umum, diperlukan didaerah-daerah, walaupun belum ada jaringan listrik, sehingga perlu menggunakan sistem tenaga surya.

Lampu penerangan jalan umum yang banyak digunakan menggunakan media penyimpan battery VRLA (dimensi besar dan berat), dan bentuknya tidak terintegrasi, sehingga dalam pekerjaan instalasi dan perbaikan, sangat sulit dilakukan (berada di atas tiang). Oleh karena itu dipikirkan untuk

dilakukan perancangan desain baru dalam pembuatan lampu penerangan jalan umum tenaga matahari bentuk terintegrasi dengan menggunakan battery jenis lithium (dimensi dan berat yang relatif lebih ringan)

Perancangan sistem penerangan jalan umum tenaga matahari dengan bentuk terintegrasi menggunakan media battery lithium sebagai penyimpan energi listrik, yang dapat dipergunakan oleh masyarakat, dengan adanya temuan rancangan sistem baru, maka dapat dimulai produksi melalui inkubator bisnis. Sehingga masyarakat akan mendapat dampak secara langsung bisa menggunakan peralatan ini, dan pengaplikasian nilai budaya korporasi Unika Widya Mandala Surabaya, PEKA (Peduli Komit Antusias), Peduli terhadap penghematan sumber energi, selalu mempunyai komitmen untuk menjaga institusi dan alam semesta, Antusias untuk selalu menemukan cara berhemat energi dengan membuat suatu inovasi yang dapat diterapkan, dan membantu kelompok masyarakat yang membutuhkan perkembangan teknologi dalam memenuhi kebutuhan hidup sehari-harinya

TINJAUAN PUSTAKA

Pemakaian energi terbarukan (*renewable energy*) dalam komposisi pembangkit listrik PLN ditargetkan mencapai 10 persen pada tahun 2010. Untuk itu seluruh unit PLN yang tersebar di berbagai daerah untuk segera melaksanakan program pemanfaatan energi terbarukan. 'Kita akan terus mendorong unit-unit PLN di berbagai daerah untuk memanfaatkan sumber-sumber energi terbarukan dalam memenuhi permintaan listrik. Targetnya 10 persen tahun 2010. Itu diluar PLTA,' ujar Direktur Pembangkitan dan Energi Primer PLN Ali Herman Ibrahim, Sabtu

(8/12) saat mengunjungi lokasi PLT Bayu di Puncak Mundi, Nusa Penida, Bali.

Pemanfaatan energi terbarukan, baik itu panas bumi, mikro hidro, angin, matahari, biofuel maupun sampah organik. Sumber-sumber energi terbarukan itu saat ini tersebar diberbagai daerah. 'Selain lebih ramah lingkungan, pemanfaatan energi terbarukan agar PLN tidak semakin terbebani kenaikan harga minyak,' papar Ali Herman Ibrahim. Saat ini, sebagian pembangkit listrik PLN masih memanfaatkan bahan bakar fosil. Bahkan, pada berbagai unit pelayanan di daerah sebagian besar masih mengoperasikan PLTD. Menurut Ali Herman Ibrahim, jumlah PLTD yang dioperasikan oleh PLN diseluruh Indonesia saat ini mencapai sekitar 4700 unit.

Energi (daya) merupakan syarat utama untuk melakukan pekerjaan atau kegiatan meliputi listrik, energi mekanik, energi elektromagnetik, energi kimia, energi nuklir dan panas. Sumber energi ada beberapa macam antara lain: minyak, gas bumi, dan batu bara. Energi listrik merupakan salah bentuk energi pokok yang dibutuhkan dan dapat dikonversikan menjadi bentuk energi lain seperti energi mekanik, energi panas, dan lain-lain.

Memasuki abad 21, persediaan minyak dan gas bumi semakin menipis. Sementara kebutuhan akan energi semakin meningkat, utamanya di negara-negara industri akan meningkat sampai 70% antara tahun 2000 sampai dengan 2030. Pada tahun 2015, kebutuhan energi listrik akan mencapai 19,5 - 20 trilyun kWh. Namun sumber energi primer (minyak dan gas bumi) hanya mampu menyumbang 12,4 Trilyun Kwh saja, sesuatu hal yang memprihatinkan dan mengkhawatirkan

mengingat minyak dan gas bumi yang selama ini kita andalkan suatu saat nanti akan habis, di Indonesia diperkirakan dalam waktu 18 tahun lagi akan habis. Status persediaan minyak dunia diperkirakan akan habis 23 tahun ke depan, gas akan habis 62 tahun ke depan, sedangkan batu bara 146 tahun ke depan tidak akan tersedia lagi.

Ketersediaan energi listrik di daerah-daerah juga tidak merata yang dikarenakan kurangnya jaringan distribusi listrik, mengingat pembangunan untuk distribusi memerlukan pendanaan yang cukup besar. Pembangkitan listrik yang selama ini menggunakan jaringan PLN memerlukan efisiensi sistem untuk keberlanjutannya, sehingga dipikirkan untuk membuat sistem pembangkit tenaga listrik sistem hybrid yang bisa menjangkau daerah-daerah yang belum teraliri jaringan listrik PLN, untuk dipergunakan sewaktu-waktu bila diperlukan (musim kemarau yang mengakibatkan kekeringan, maka diperlukan pompa air yang umumnya digerakkan energi listrik). Sistem hybrid yang dikembangkan menggabungkan energi listrik dari cahaya matahari dan generator listrik, yang dirancang untuk dapat dipindah-pindahkan dengan mudah (bergerak).

Energi surya merupakan energi yang potensial dikembangkan di Indonesia, mengingat Indonesia merupakan negara yang terletak di daerah khatulistiwa. Energi surya yang dapat dibangkitkan untuk seluruh daratan Indonesia yang mempunyai luas 2 juta km² adalah sebesar 5,10 mW atau 4,8 kWh/m²/hari atau setara dengan 112.000 gWp.

Pemanfaatan Energi Surya (Hasna, 2012)

Energi surya berupa radiasi elektromagnetik yang dipancarkan ke bumi berupa cahaya matahari yang terdiri atas foton atau partikel energi surya yang dikonversikan menjadi energi listrik. Energi surya yang sampai pada permukaan bumi disebut sebagai radiasi surya global yang diukur dengan kepadatan daya pada permukaan daerah penerima. Rata-rata nilai dari radiasi surya atmosfer bumi adalah 1.353 W/m² yang dinyatakan sebagai konstanta surya. Intensitas radiasi surya dipengaruhi oleh waktu siklus perputaran bumi, kondisi cuaca meliputi kualitas dan kuantitas awan, pergantian musim dan posisi garis lintang. Intensitas radiasi sinar matahari di Indonesia diasumsikan maksimal berlangsung 4 - 5 jam per hari.

Produksi energi surya pada suatu daerah dapat dihitung sebagai berikut:

$$E = I \times A \quad (1)$$

dimana,

E = Energi (daya) surya yang dihasilkan (W)

I = Isolasi/Intensitas radiasi surya rata-rata yang diterima selama satu jam (W/m²)

A = Luas area (m²)

Energi surya yang dikonversikan menjadi energi listrik disebut juga energi *photovoltaic*. Pada awalnya teknologi ini digunakan sebagai pembangkit listrik di daerah pedesaan terpencil, kemudian berkembang menjadi lampu penerangan jalan berenergi surya, penyediaan listrik di tempat umum seperti rumah peribadatan, pelayanan kesehatan, instansi-instansi pemerintah. Walaupun awalnya hanya cukup untuk kebutuhan penerangan namun PLTS cukup membantu

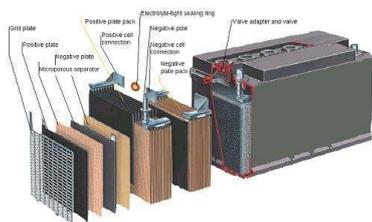
elektrifikasi di tempat yang membutuhkan. Selain itu telah tersedia pula pompa air tenaga surya, yang digunakan untuk pengairan irigasi atau sumber air bersih (air minum).



Gambar 1. Pembangkit Listrik Tenaga Surya.



Gambar 2. Panel Atau Modul Sel Surya Yang Terbuat Dari Bahan Semikonduktor.



Gambar 3. *Battery*/Aki Sebagai Penyimpan Energi Listrik.

Prinsip Kerja Teknologi *Photovoltaic* (PV)

Cahaya matahari diubah menjadi energi listrik melalui modul surya yang terbuat dari bahan semikonduktor. Bahan semikonduktor, merupakan bahan semi logam yang memiliki partikel yang disebut elektron-proton, partikel ini akan digerakkan oleh energi dari luar (cahaya matahari), yang akan membuat pelepasan elektron, sehingga menimbulkan arus listrik dan pasangan

elektron *hole*. Modul surya mampu menyerap cahaya sinar matahari yang mengandung gelombang elektromagnetik atau energi foton ini. Energi foton pada cahaya matahari ini menghasilkan energi kinetik yang mampu melepaskan elektron-elektron ke pita konduksi, sehingga menimbulkan arus listrik. Energi kinetik akan makin besar seiring dengan meningkatnya intensitas cahaya dari matahari. Intensitas cahaya matahari tertinggi diserap bumi di siang hari, sehingga menghasilkan tenaga surya yang diserap bumi ada sekitar 120.000 terra Watt. Jenis logam yang digunakan juga akan menentukan kinerja daripada sel surya.

Adapun komponen-komponen yang terdapat dalam modul tenaga surya antara lain, dijelaskan berikut ini.

a. Modul Surya

Komponen utama dari PV yang dapat menghasilkan energi listrik DC disebut panel surya atau modul surya. Panel surya terbuat dari bahan semikonduktor (umumnya *silicon*), apabila disinari oleh cahaya matahari dapat menghasilkan arus listrik. Seperti pada gambar 2.

b. *Battery*/Aki

Battery atau aki adalah penyimpan energi listrik yang dihasilkan dari modul surya pada saat PV tersinari matahari. *Battery* yang cocok digunakan untuk PV adalah *battery deep cycle lead acid* yang mampu menampung kapasitas 100 Ah, 12 V, dengan efisiensi sekitar 80%. Waktu pengisian *battery*/aki selama 12 jam - 16 jam. Gambar 3.

c. *Battery Charge Controller* (BCR)

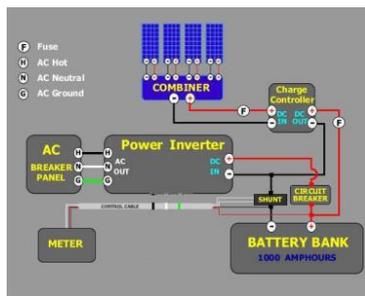
Battery Charge Controller adalah alat yang mengatur pengisian arus listrik dari modul surya ke *battery*/aki dan sebaliknya. Saat isi *battery* tersisa 20% sampai 30%,

maka regulator akan memutuskan dengan beban. *Battery Charge Controller* juga mengatur kelebihan energi pengisi *battery* dan kelebihan tegangan dari modul surya. Manfaat dari komponen ini juga untuk menghindari *full discharge* dan *overloading* serta memonitor suhu *battery*. Kelebihan tegangan dan pengisian dapat mengurangi umur *battery*. *Regulator battery* dilengkapi dengan *diode protection* yang menghindarkan arus DC dari *battery* agar tidak masuk ke panel surya lagi.

Secara umum instalasi untuk teknologi photovoltaic, digambarkan pada gambar 4.

Aplikasi Teknologi PV

Ada beberapa aplikasi teknologi PV yang saat ini sedang dikembangkan di Pulau Saugui antara lain *Solar Home Sistem*, lampu penerangan tenaga surya, dan pompa air tenaga surya. Lampu penerangan tenaga surya sangat besar manfaatnya dalam rangka penghematan energi listrik PLN yang membutuhkan BBM itu. Adapun komponen utamanya terdiri atas modul surya 50 Wp-100 Wp, *battery*, regular *battery*, lampu jalan DC, tiang lampu, dan alat control pengatur waktu penggunaan dan intensitas cahaya. Lampu jalan jenis ini sangat cocok untuk daerah terpencil yang jauh dari instalasi listrik PLN. Seperti pada gambar 5.



Gambar 4. Skema lengkap teknologi photovoltaic.

Perancangan Teknologi PV

Langkah-langkah perancangan teknologi PV adalah sebagai berikut:

1. Mencari total beban pemakaian per hari. Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$\text{Beban pemakaian (Wh)} = \text{Daya} \times \text{Lama pemakaian} \quad (2)$$

2. Menentukan ukuran kapasitas modul surya yang sesuai dengan beban pemakaian. Rumus yang digunakan adalah:

$$\text{Kapasitas modul surya} = \frac{\text{Total beban pemakaian harian}}{\text{Insolasi surya harian}} \quad (3)$$

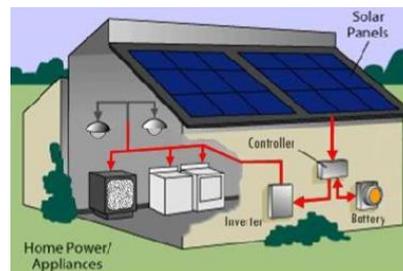
3. Menentukan kapasitas *battery*/aki.

Rumus yang digunakan adalah:

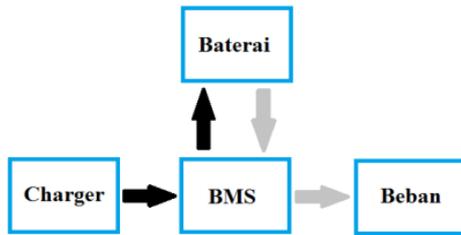
$$\text{Kapasitas baterai (Ah)} = \frac{\text{Total kebutuhan energi harian}}{\quad} \quad (4)$$

Sistem Manajemen Battery (BMS)

Sistem penerangan jalan umum tenaga surya terintegrasi membutuhkan pengaturan dalam melakukan pengisian daya pada *batterynya*. Sistem Manajemen Battery (*Battery Management System (BMS)*) adalah perangkat elektronik yang mengelola pengisian ulang *battery*, serta memantau keadaan *battery*, menghitung data sekunder, melaporkan data *battery*, melindungi *battery*, mengatur kondisi sekitar *battery* dan menjaga keseimbangan *battery*. BMS akan berlaku sebagai pusat kontrol lalu lintas arus yang keluar atau masuk dari *battery*. Berikut adalah sistem yang menggunakan BMS.



Gambar 5. Solar Home Sistem dan komponennya.



Gambar 6. Diagram suatu sistem dengan menerapkan BMS

Pengenalan Lampu Penerangan Jalan Umum (PJU) Tenaga Surya

Lampu PJU tenaga surya merupakan solusi penggunaan lampu penerangan jalan yang berfungsi untuk memberi penerangan pada ruang sekitar, dengan menggunakan teknologi panel surya sebagai sumber energi listriknya. Sesuai dengan Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor PM 27 Tahun 2018 Tentang Alat Penerangan Jalan, lampu jalan tenaga surya juga disebut alat Penerangan Jalan catu daya listrik mandiri dengan memanfaatkan energi sinar matahari. Jenis lampu yang digunakan adalah lampu LED (*Light-Emitting Diode*), dengan jumlah kapasitas watt disesuaikan dengan kebutuhan. Lampu LED dipilih karena dengan kapasitas daya lampu yang jauh lebih kecil dibanding jenis lampu metal halide atau lampu fluorescent, namun dapat menyediakan sinar yang sama terang. Pemilihan besar lumens (arus listrik yang diubah menjadi arus cahaya oleh suatu sumber cahaya, yang berupa peralatan elektronik) dan daya lampu juga dapat disesuaikan dengan jenis jalan.

Dalam instalasi lampu jalan tenaga surya ada dua macam komponen yang digunakan, yaitu: Komponen utama dan komponen pelengkap. Adapun yang termasuk komponen utama adalah:

1. Panel surya, Komponen utama yang berfungsi menghasilkan energi listrik.

2. Battery, Komponen ini berfungsi untuk menyimpan daya listrik yang telah dihasilkan oleh panel surya. Jenis battery yang banyak digunakan sekarang ini adalah Lithium,
3. Solar charger controller (SCC), Komponen ini berfungsi untuk mengatur *charge*, dari panel surya ke battery, dan *discharge*, dari battery ke lampu.
4. Lampu, Komponen yang digunakan sebagai sumber penerangan.

Sedangkan yang termasuk dalam komponen pelengkap, adalah:

1. Penyangga panel surya, Berfungsi sebagai penyangga panel surya pada tiang.
2. Tiang PJU, Memiliki tinggi yang disesuaikan dengan kebutuhan dan tipe jalan, mulai dari 6 meter hingga 12 meter. Biasanya tiang ini terbuat dari plat besi yang diberi lapisan *Hot Deep Galvanize (HDG)*.
3. Kabel dan aksesoris pelengkap lainnya.

Menentukan Sistem Lampu Jalan Tenaga Surya Yang Tepat

Untuk menentukan sistem yang tepat mengikuti berikut :

1. Sumber energi listrik datang dari matahari, bukan battery. Jadi pastikan kapasitas panel surya lebih besar dibandingkan kebutuhan daya lampu per harinya ($\text{watt} \times \text{waktu pakai}$).
2. Battery adalah komponen penting untuk menyimpan energi, namun paling rentan rusak. Pastikan memilih battery sesuai dengan kebutuhan. Tipe battery lead acid memiliki harga murah dan mudah dibeli, namun performa akan turun jika terkena suhu diatas 25° . Tipe battery lithium lebih adaptif dengan kondisi panas dan pemakaian, hanya

saja harganya masih dua kali lipat dari battery lead acid.

3. Setiap tipe jalan memiliki kebutuhan penerangan yang berbeda, pastikan Anda memahaminya. Karena jika salah menentukan kebutuhan, Anda tidak bisa mendapatkan penerangan yang tepat.

Tabel 1. Peruntukan Jenis Lampu LED Berdasarkan Jenis Jalan

Keterangan	Jalan Tol	Artteri	Kolektor	Lokal	Lingkungan
Kecepatan Moda	≥ 60 Km/Jam	Min 40 – 60 Km/Jam	Min 40 Km/Jam	Min 20 Km/Jam	Min 10 Km/Jam
Lebar jalan	≥ 60 Km/Jam	≤ 8 m	≤ 7 m	≤ 6 m	≤ 5 m
Lebar jalan	Tidak ada	≤ 8 m	≤ 7 m	≤ 6 m	Tidak ada
Lampu LED	≥ 80 W	≥ 60 W	≥ 40 W	≥ 30 W	≥ 20 W

Langkah untuk menentukan kebutuhan sistem lampu jalan tenaga surya yang tepat, yaitu:

1. Menentukan kebutuhan daya lampu, kemudian kalikan dengan lama waktu pakai, hasil yang didapat merupakan total kebutuhan daya Anda selama sehari.
2. Panel surya, menentukan kapasitas panel surya, perhitungan yang paling sederhana adalah membagi hasil total kebutuhan daya per hari dengan *peak sun hour* (PSH). Rata-rata PSH di Indonesia berkisar 3,5 hingga 5 jam per hari.
3. Battery, menentukan kapasitas battery, perhatikan *Otonomy Day* (OD) dan *Deep of Discharge* (DOD). OD adalah daya mampu sistem bertahan tanpa energi sinar matahari. Rumus yang digunakan $1+n$, dimana

- n adalah hari tanpa energi sinar matahari. Sedangkan DOD adalah besar kapasitas maksimal battery yang dapat terpakai. Idealnya sistem akan menggunakan 80% daya battery.
4. SCC, menentukan jenis SCC yang digunakan, cek sistem tegangan yang digunakan oleh battery dan *Short Circuit Current* (Isc) dari panel surya.
5. Komponen pelengkap lainnya, seperti tiang PJU, kotak battery, kabel, konektor dan lain sebagainya, digunakan sesuai dengan kebutuhan.

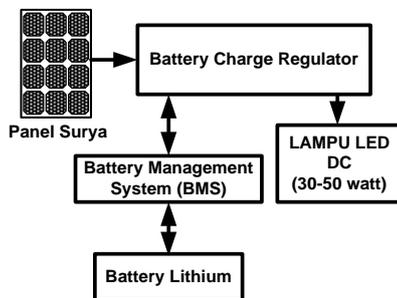
Cara kerja lampu tenaga surya cukup sederhana. Lampu merupakan beban daya yang harus dinyalakan dalam jangka waktu tertentu. Idealnya Lampu akan menyala mulai pukul 6 sore hingga 6 pagi, atau sesuai matahari terbit dan tenggelam pada wilayah tersebut.

Untuk menyalakan atau mematikan lampu dapat dilakukan secara otomatis, baik menggunakan sensor cahaya ataupun pengatur waktu. (1) Sensor cahaya diletakkan pada lampu, sehingga ketika matahari tidak ada, sensor akan menyalakan lampu secara otomatis. (2) Pengatur waktu diletakkan antara SCC dengan lampu. Pengatur ini akan membantu waktu nyala dan mati lampu, sesuai dengan kebutuhan pengguna.

Pengaturan sumber daya listrik lampu, dilakukan oleh SCC. Komponen ini akan mengatur proses *discharge* energi ke lampu dan *charge* energi ke battery dari panel surya. Proses *discharge* adalah kondisi dimana lampu mendapatkan daya listrik dari battery, sehingga dapat menyala. Sedangkan proses *charge* adalah proses catu daya listrik ke battery, dari panel surya. Selama proses ini tidak bermasalah, maka lampu dapat berfungsi secara baik untuk memberikan penerangan jalan.

METODOLOGI PERANCANGAN

Sistem Lampu Penerangan Jalan Umum Terintegrasi dengan *Battery Lithium* dirancang dengan diagram blok sebagai berikut,



Gambar 8. Diagram Blok Sistem Lampu Penerangan Jalan Umum Terintegrasi dengan *Battery Lithium*

Diagram blok diatas merupakan, alur keseluruhan dari sistem yang direncanakan untuk dapat direalisasikan, pembahasan difokus pada bagian media penyimpan energi dengan manajemen sistem battery lithium, dengan inputan tegangan dari battery charge regulator (yang mengendalikan energi listrik hasil konversi dari solar panel), dan pengendalian lampu penerangan LED dc (30-50 watt)

Langkah-langkah yang dilakukan meliputi:

1. Perancangan sistem solar *charge controller* (*Battery Charge Regulator*)

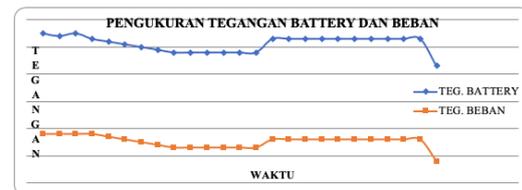
Pada tahapan ini dilakukan perancangan rangkaian pengatur tegangan dan arus untuk energi listrik yang tersimpan di *battery*, dengan regulator tegangan yang mempunyai fungsi untuk menstabilkan tegangan yang dihasilkan dari photovoltaic, tegangan yang dihasilkan akan disalurkan dan diatur oleh regulator tegangan untuk digunakan mengisi *battery* penyimpan dan menyalurkan tegangan ke switch selektor untuk siap menggerakkan beban.

2. Perancangan sistem manajemen battery (*Battery Management System*)

Pada tahapan ini dilakukan perancangan rangkaian pembagi arus dan tegangan untuk dialirkan ke battery (penyimpan energi), battery managemen system, akan berfungsi untuk mengatur tegangan setiap slot dari susunan rangkaian battery, sehingga setiap sel dari battery tidak mengalami kelebihan arus pengisian yang dapat mengakibatkan kerusakan battery.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian sistem secara keseluruhan dapat berfungsi sesuai dengan rancangan, dilakukan pengukuran dan pengujian untuk membuktikannya, Hasil pengukuran tampak seperti pada gambar 9. berikut ini,



Gambar 9. Hasil Pengukuran Tegangan Terhadap Pemakaian Beban Lampu LED HPL 50 Watt 12 Volt

Dari hasil pengukuran dapat dianalisa terdapat hubungan penurunan tegangan terhadap waktu pemakaian dengan menggunakan battery 20A, sehingga sistem dapat mensupply energi yang dibutuhkan sistem lampu PJU terintegrasi dengan battery lithium. Dengan estimasi nyala lampu 10 jam maka sistem dapat memberikan cadangan energi 2 sampai 3 kali hari.

KESIMPULAN

Dari perancangan, pengukuran dan pengujian, dapat disimpulkan, secara umum alat berfungsi sesuai dengan perancangan dengan parameter

spesifikasi, sistem dapat menyalakan lampu LED HPL 50 watt 12 volt selama lebih dari 10 jam.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada LPPM Unika Widya Mandala Surabaya, atas dukungan pendanaan melalui kegiatan penelitian Jurusan Teknik Elektro-Fakultas Teknik;

Kepada Tim Peneliti dosen dan mahasiswa (Sdr. Dimas Fredy A.ST, Sdr. Laurentius Nico W, Sdr. Muhammad Bilal S.), atas dukungan support dan pembuatan peralatan dalam menciptakan iklim akademik atmosfir untuk kegiatan penelitian bersama (dosen dan mahasiswa)

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Andrew dkk. (2018), "Rancang Bangun Sistem Tenaga Surya Dengan *Battery Charge Controller Hybrid*", Prosiding Seminar Nasional Ritektra VIII, 2018, Univ Atmajaya, Makassar.
- [2] Andrew dkk. (2017), "Sistem Elektrik tenaga Hybrid untuk Pemfiltaran Air Tanah", Prosiding Seminar Nasional Seri 7, 2017, Univ Islam Indonesia Yogyakarta,
- [3] Andrew dkk. (2015), "Perancangan Sistem Elektrik tenaga hybrid untuk pemfilteran air tanah", Prosiding Seminar Nasional Energi Telekomunikasi dan Otomasi SNETO 2015, Institut Teknologi Nasional (ITENAS) Bandung
- [4] Angelina Evelyn T, Andrew Joewono, "Sumber Energi Listrik dengan Sistem Hybrid (Solar Panel dan Jaringan Listrik PLN)", Jurnal Widya Teknik, Volume 10, No.1, April 2011
- [5] Hasnawiya Hasan, "PERANCANGAN

PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA DI PULAU SAUGI", Jurnal Riset dan Teknologi Kelautan (JRKT) Volume 10, Nomor 2, Juli - Desember 2012

- [6] LEMIGAS, 2012, <http://www.lemigas.esdm.go.id/id/prdkpenelitian-264-.html> diakses 9 April 2013.
- [7] *unknown, Mobil listrik battery.* (2012, Juli 30).Dipetik Maret 29, 2015, dari <http://elkimkor.com/2012/07/30/mobil-listrik-battery/>
- [8] Rahman, shusmita, dkk. 2012. *Design of a Charge Controller Circuit with Maximum Power Point Tracker (MPPT) for Photovoltaic System.* BRAC University