Pemanfaatan Tenaga Surya Sebagai Energi Cadangan Pada *Traffic Light* (lampu lalu lintas)

Yeni Tirtasari S.Pd, M.PFis

Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik,Universitas Gajah Putih
Jl.Takengon-Isaq Blang Bebangka No. 10 Takengon, Aceh Tengah
Email: yn.tirtasari@gmail.com

Abstrak

Penggunaan sel surya sebagai energi alternatif sangat dibutuhkan untuk memaksimalkan kinerja lampu lalu lintas jika saat terjadinya gangguan atau pemadaman listrik oleh PLN. Sel surya dapat melakukan fungsinya dengan baik jika terdapat sinar matahari, maka energi yang diserapnya sebesar *h.f* atau biasanya energi ini disebut dengan foton. Ketika foton diserap, energi foton ditransfer ke elektron di dalam sebuah atom dari *solar cell* (semikonduktor). Dengan energi baru tersebut, elektron dapat berpindah dari posisi normal di dalam atom sehingga menjadi bagian arus di dalam sebuah rangkaian listrik. Dengan menggunakan alat tambahan yakni *Charge Regulator* yang berfungsi mengatur aliran listrik dari modul surya ke baterai dengan prinsip Sirkuit *Switch Otomatis* yaitu dapat mengubah keadaan aliran arus listrik secara otomatis, saat terhubung dan memutuskan aliran arus listrik.

Kata kunci : *lampu lalulintas, sel surya, Charge Regulator, Sirkuit Switch Otomatis*

PENDAHULUAN

Lampu lalu lintas atau traffic light adalah suatu sarana yang digunakan untuk memudahkan pengaturan arus lalu lintas bagi para pengendara kendaraan dengan sistem antrian menurut arah datangnya kendaraan. Lampu lalu lintas adalah peralatan yang dioperasikan secara manual, mekanis atau secara elektris yang menunjukkan sinyal untuk mengatur lalu lintas yang datang untuk berhenti atau berjalan terus [1].

Hal ini ditujukan agar kendaraan dapat berjalan dengan tertib dan lancar sesuai dengan lampu indikator yang memberikan tanda kapan harus hati-hati, dan kapan harus berjalan sehingga tidak terjadi kemacetan lalu lintas.

Saat ini sebagian besar lampu lalu lintas yang beroperasi menggunakan listrik yang berasal dari PLN sebagai sumber energi. Disamping energi yang berasal dari PLN mudah diaplikasikan, sumber energi lain juga belum terealisasi dengan baik. Namun ketergantungan akan sumber daya

yang berasal dari PLN ini akan berdampak juga terhadap keoptimalan fungsi dari lampu lalu lintas itu sendiri. Pemakaian lampu lalu lintas selama ini dinilai banyak menuai kendala dan kekacauan lalu lintas ketika listrik padam [2].

Ketidak tersediaan atau tidak efektifnya sistem kerja dari suatu lampu lalu lintas dapat menimbulkan beberapa masalah pada arus lalu lintas. Hal ini dapat dilihat pada saat terjadinya pemadaman listrik atau ganguan arus listrik, seperti: terjadinya kemacetan, peningkatan jumlah kecelakaan lalu lintas antara kendaraan-kendaraan yang bertabrakan dari arah yang bertentangan, dan meningkatkan resiko bahaya bagi pejalan kaki yang ingin menyeberang jalan dikawasan lampu lalu lintas tersebut.

Saat ini dengan berkembangnya teknologi, salah satu inovasi untuk memperoleh sumber energi adalah dengan memanfaatkan tenaga surya, yaitu sumber energi yang berasal dari cahaya matahari. Tenaga surya atau Energi Surya adalah radiasi energi dalam bentuk panas dan cahaya yang dipancarkan oleh matahari. Energi yang dibebaskan oleh matahari setiap detiknya menurut perhitungan para ahli, adalah ekuivalen dengan konversi massa hidrogen yang besarnya adalah 4,2 x 10^6ton/detik, yang ekuivalen dengan 1,2x 10^{16}KW [3]. Salah satu cara pemanfaatan energi matahari tersebut dilakukan berdasarkan sistem konversi fotovoltaik melalui suatu piranti optoelektronik yang disebut sel surya (*solar cell*). Sehingga tujuan penulisan ini yaitu pemanfaatkan tenaga surya sebagai sumber energi cadangan untuk lampu lalu lintas sebagai suatu alternatif yang dapat digunakan pada saat sumber energi utama yang berasal dari PLN mengalami gangguan atau padam

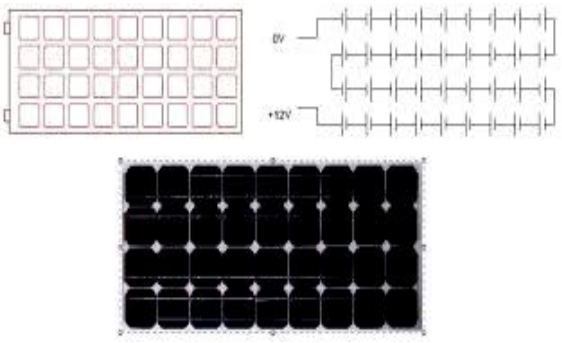
METODE DAN PEMBAHASAN

Sel Surya

Sel surya atau Solar sel tersusun dari sel-sel yang berkumpul sehingga membentuk modul yang selanjutnya membentuk *array*. Sel surya merupakan sebuah alat semikonduktor yang terdiri dari dioda *tipe-p* dan *tipe-n junction* yang dapat mengubah cahaya matahari menjadi energi listrik. Perubahan energi ini disebut efek *photovoltaic*. Semikonduktor ini terdiri dari ikatan-ikatan atom yang terdapat elektron sebagai penyusun dasar. Dalam struktur atomnya semikonduktor tipe-n mempunyai kelebihan elektron (muatan negatif), sedangkan semikonduktor tipe-p mempunyai kelebihan hole (muatan positif). Semi-konduktor tipe-p dan tipe-n (terbuat dari campuran Silikon) untuk menghasilkan

medan listrik, saluran awal dan saluran akhir (terbuat dari logam tipis) untuk dapat mengirim elektron ke perangkat listrik [4].

Sejumlah sel surya yang dirangkai secara seri maupun paralel dapat meningkatkan tegangan maupun arus yang dihasilkan sehingga cukup untuk pemakaian sistem catu daya beban. Untuk mendapatkan keluaran energi listrik yang maksimum maka permukaan modul surya harus selalu mengarah ke matahari. Daya listrik yang dihasilkan photovoltaik berupa daya listrik DC yang kemudian akan dikonversikan menjadi daya listrik:



Gambar 1. Modul surya disusun secara seri [10].

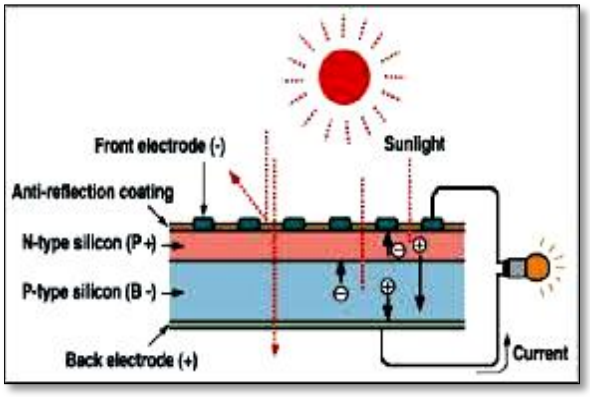
Prinsip Kerja sel Surya

Saat sel surya terkena cahaya matahari terjadi suatu proses yang menghasilkan pasangan elektron dan hole. Elektron meninggalkan sel surya dan mengalir pada rangkaian luar sehingga timbul arus listrik [5]. Apabila kutub positif dan negatif dihubungkan dengan voltmeter, maka akan terlihat adanya beda potensial dan bila dihubungkan dengan beban, maka akan mengalir arus listrik [6].

Prinsip kerja sel surya sendiri sebenarnya identik dengan piranti semikonduktor dioda. Dimana ketika cahaya bersentuhan dengan sel surya dan diserap oleh bahan semi-konduktor, akan terjadi proses pelepasan elektron. Apabila elektron tersebut bisa menempuh perjalanan menuju bahan semi-konduktor pada lapisan yang berbeda, terjadi perubahan sigma gaya-gaya pada bahan semi-konduktor tersebut. Gaya tolakan yang terjadi pada bahan semi-konduktor ini menyebabkan adanya aliran medan listrik yang dapat disalurkan keperangkat listrik atau media penyimpanan berupa baterai. Ketika solar sel mendapat sinar matahari, maka energi yang diserap sebesar h.f atau biasanya energi ini disebut dengan energy foton. Ketika foton diserap, energi foton ditransfer ke elektron di dalam sebuah atom dari solar sel (semikonduktor). Dengan energi baru tersebut, elektron dapat berpindah dari posisi normal di dalam atom sehingga menjadi bagian arus di dalam sebuah rangkaian listrik [7].

Peran dari *p-n junction* didalam semikonduktor adalah untuk membentuk medan listrik sehingga elektron dan hole

bisa diekstrak oleh material kontak untuk menghasilkan listrik. Ketika semikonduktor tipe-p dan tipe-n terkontak, maka kelebihan elektron akan bergerak dari semikonduktor tipe-n ke tipe-p sehingga membentuk kutub positif pada semikonduktor tipe-n, dan sebaliknya kutub negatif pada semikonduktor tipe-p. Akibat dari aliran elektron dan hole ini maka terbentuk medan listrik yang mana ketika cahaya matahari mengenai susuna p-n junction ini maka akan mendorong elektron bergerak dari semikonduktor menuju kontak negatif, yang selanjutnya dimanfaatkan sebagai listrik, dan sebaliknya hole bergerak menuju kontak positif menunggu elektron datang, seperti diilustrasikan pada gambar dibawah [8].



Gambar 2. Prinsip kerja sel surya [11]

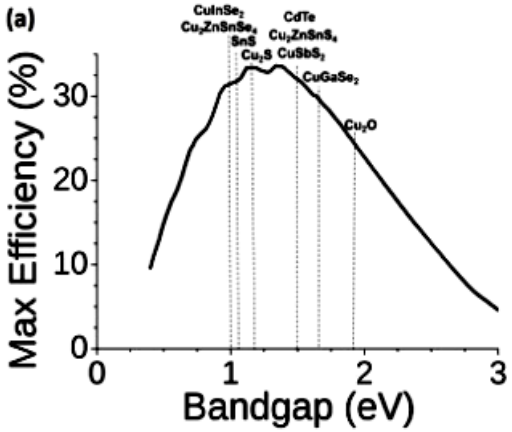
Sel surya yang paling banyak dikenal dibentuk sebagai daerah luas sambungan P-N yang dibuat dari silikon. Sebagai penyederhanaan, seseorang dapat dibayangkan menempel selapis silikon tipe-n dengan selapis silikon tipe-p. Pada prakteknya, sambungan P-N tidak dibuat seperti ini, tetapi dengan cara pendifusian pengotor tipe-n ke satu sisi dari wafer tipe-p (atau sebaliknya) [11].

Jika sebagian silikon tipe-p diletakkan berdekatan dengan sebagian silikon tipe-n, maka akan terjadi difusi elektron dari daerah yang memiliki konsentrasi elektron tinggi (sisi sambungan tipe-n) ke daerah dengan konsentrasi elektron rendah (sisi sambungan tipe-p). Ketika elektron berdifusi melewati sambungan p-n, mereka bergabung dengan lubang di sisi tipe-p. Difusi pembawa tidak terjadi tanpa batas karena medan listrik yang dibuat oleh ketidakseimbangan muatan pada kedua sisi sambungan yang dibuat oleh proses difusi ini. Medan listrik yang terbentuk sepanjang sambungan p-n membuat sebuah dioda yang mengalirkan arus dalam satu arah sepanjang sambungan. Elektron bisa bergerak dari sisi tipe-n ke sisi tipe-p, sedangkan lubang dapat lewat dari sisi tipe-p ke sisi tipe-n. Daerah dimana elekron telah berdifusi sepanjang sambungan ini disebut sebagai daerah deplesi karena ia tidak lagi mengandung pembawa muatan bebas. Hal ini juga dikenal sebagai "*space charge region*"[4].

Besarnya arus yang dihasilkan oleh sel surya tergantung pada intensitas cahaya maupun panjang gelombang cahaya yang jatuh pada sel surya tersebut. Intensitas cahaya menentukan jumlah foton, makin besar intensitas cahaya yang mengenai permukaan sel surya makin besar pula foton yang dimiliki sehingga makin banyak pasangan elektron dan hole yang dihasilkan sehingga mengakibatkan besarnya arus yang mengalir. Makin pendek panjang gelombang cahaya, maka makin tinggi energi fotonnya sehingga energi elektron yang dihasilkan semakin besar, dan juga berimplikasi pada makin besarnya arus yang mengalir, panjang pendek gelombang tadi ditentukan oleh filter warna [6].

Sel surya konvensional, misalnya p-n , memiliki energi gap (Eg), ketika sel terkena spektrum matahari, sebuah foton dengan energi kurang dari Eg, tidak akan membuat kontribusi terhadap out put sel (mengabaikan Foton yang membantu penyerapan). Sedangkan sebuah foton dengan energi lebih besar dari Eg, akan memberikan kontribusi sebesar energi Eg ke out put sel, dan energi yang terlalu besar dari pada Eg akan terbuang menjadi panas. Untuk memperoleh efisiensi konversi yang ideal, harus dipertimbangkan besarnya energy[8].

Efisiensi maksimum suatu sel surya juga ditentukan oleh material apa yang digunakan sebagai material aktif sel surya tersebut. Material yang ideal harus mempunyai koefisien absorbsi cahaya yang tinggi agar cahaya yang datang bisa terserap secara signifikan, mempunyai energi gap (*band gap*) yang tepat untuk memaksimalkan absorbsi spektrum cahaya yang luas, dan juga harus membentuk *junction p-n* yang baik dengan material tipe n yang tepat [7].

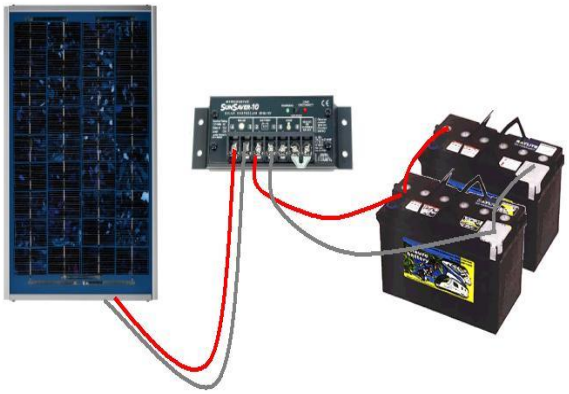


Gambar 3. Efisiensi maksimum teoritis sel surya sebagai fungsi energy gap (bandgap) material [9].

Penerapan Sel Surya sebagai energi cadangan lampu lalu lintas

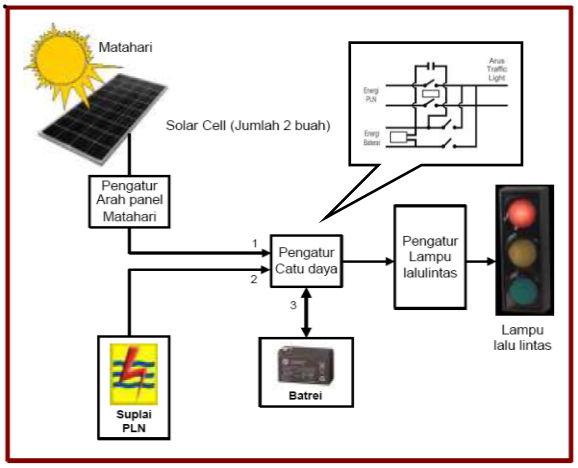
Dalam penerapannya Sel Surya menggunakan sebuah alat tambahan yakni

Charge Regulator yang berfungsi mengatur aliran listrik dari modul surya ke baterai.



Gambar 4. Sel Surya menggunakan charge Regulator [10].

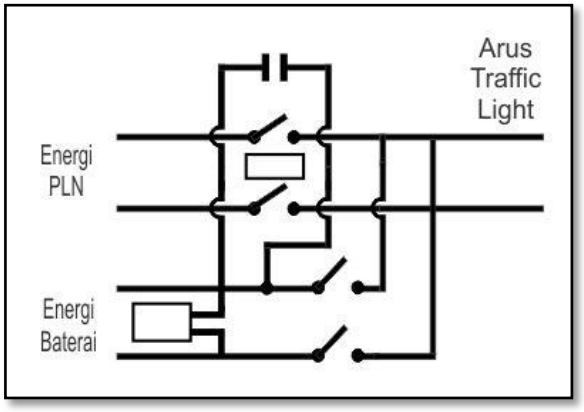
Dengan adanya charge regulator maka energi yang berasal dari sel surya tidak lagi diisi ke baterai jika baterai tersebut sudah penuh. Charge regulator juga mengatur aliran arus listrik dari baterai ke beban dimana arus listrik akan otomatis dimatikan jika isi baterai tersisa 20-30% [9].



Gambar 5. Sistem Lampu Lalu lintas dengan Tenaga Cadangan Energi Matahari [9].

Energi yang sebelumnya telah tersimpan di baterai akan siap digunakan sebagai energi cadangan. Penggunaan energi cadangan sebagai komponen tambahan ini dapat digambarkan melalui skema di atas.

Gambar dibawah ini dapat dijelaskan metode pergantian arus ke energi cadangan yang berasal dari sel surya saat sumber energi yang berasal dari PLN mengalami gangguan atau padam. Dimana ketika listrik PLN mati, contactor PLN akan dalam keadaan terbuka , sehingga coil contactor baterai dapat dialiri arus listrik yang berasal dari sel surya dan mengubah posisi contactor menjadi ON. Ketika listri PLN menyala , coil contactor akan langsung bekerja dan mengubah posisi contactor PLN dalam posisi ON, dan memutus arus menuju coil Sel Surya sehingga secara otomatis contactor Sel Surya menjadi OFF [9].



Gambar 6. Sirkuit Switch Otomatis [9].

KESIMPULAN

Penggunaan lampu lalu lintas untuk mengatur kendaraan sangatlah penting sehingga perlu disediakannya energi altrenatif agar alat tersebut dapat terus menyala dan menjalankan fungsinya dengan baik. Dengan memanfaatkan sumber daya alam yaitu tenaga sel surya yang dapat mengubah energi panas menjadi enegi listrik. Dengan menggunakan alat tambahan yakni Charge Regulator yang berfungsi mengatur aliran listrik dari modul surya ke baterai dengan prinsip Sirkuit Switch Otomatis. Sehingga dapat menggunakan sel surya sebagai energi cadangan pada lampu lalu lintas.

REFERENSI

[1]. H. F. D. i. K. Fahmi, Pengaruh Traffic Light Pada Kecelakaan Lalu Lintas (2003).

[2]. Kompas.com, in *berita*, edited by K. D. Suko Tri Cahyo (magelang, 2014).

[3]. Daryanto, *Energi Masalah dan Pemanfaatannya Bagi Kehidupan Manusia*. (Pustaka Widyatama, yokyakarta, 2007).

[4]. Patel.Mukund in by Aris Widodo, *Photovoltaic* (2006).

[5]. Donald by Latifatul Hidayah, *Photovoltaic ,Semiconductor Physics and Devices*. North America:Mc grawhill (2011).

[6]. Antonio, *Handbook of Photovoltaic Science and Engineering*. (Fakultas MIPA Institut Teknologi Sepuluh Nopember, surabaya, 2011.).

[7]. R. N. D. I. i. L. H. d. S.Kessler Dipl.Ing.ETH, (2011).

[8]. S. M. I. b. b. L. H. d. Sze, *Photovoltaic* (2011).

[9]. D. A. W. dkk, *Penerapan Energi Matahari Sebagai Energi Listrik Lampu Lalu Lintas* (2009).

[10]. https:// teknologisurya.wordpress.com/ dasar-teknologi-sel-surya/prinsip-kerja-sel-surya/ (di akses 11 november 2019)

[11]. http:// teknologisurya.wordpress.com /dasar- teknologi-sel-surya/sel-surya-performansi/ (diakses 15 november 2019).