

Rancangan Alat Pengisi Baterai Gadget Dengan Menggunakan Pembangkit Listrik Tenaga Surya

Titi Ratnasari¹, Tasdik Darmana², Jumiaty³, Arif Sutyanegara⁴, M. Kahfi Fachelinno⁵, Tri Purnama Putra⁶, Ianatut Toyyibah⁷

Prodi Teknik Elektro Sekolah Tinggi Teknik – PLN Jakarta.

E-mail : ¹titi_ratnasari@yahoo.com, ²tdarmana@gmail.com, ³jumistt@gmail.com,
⁴arifsutyanegara@yahoo.co.id, ⁵kahfifachelinno@yahoo.co.id, ⁶putrapurnama0621@gmail.com,
⁷ianatuttoyyibahh@gmail.com

Abstrak --- Gadget merupakan sebuah inovasi dari teknologi terbaru dengan kemampuan yang lebih baik, bentuknya bisa berupa smartphone, laptop, komputer dan lain-lain. Untuk bisa mengoperasikan gadget diperlukan daya berupa baterai. Ketika gadget kehabisan daya seringkali pengguna gadget kebingungan untuk mengisi daya baterai karena dalam kondisi tertentu. Tujuan penelitian ini adalah merancang alat untuk membantu para pengguna gadget yang kehabisan baterai dengan cara yang mudah dan terjangkau. Penelitian ini menggunakan Metode tinjauan pustaka, wawancara, perancangan, pembuatan project, uji coba dan menghasilkan suatu prototype, dengan memanfaatkan panel surya sebagai penyuply daya yang efisien. Ketika panel surya mengubah energi matahari menjadi energi listrik yang disimpan dalam Cell Battery kemudian di stabilkan oleh rangkaian stabilizer lalu daya dialirkan melalui USB Cable dan akhirnya daya baterai dapat di isi ulang. Alat ini berfungsi membantu pengguna gadget dalam mengisi daya baterai. Tak hanya dalam mengisi daya baterai, alat ini juga berfungsi menghemat energi listrik 220 Volt serta penasehat lingkungan pengguna gadget. Pengguna gadget dapat menggunakan alat ini secara gratis karena terdapat di fasilitas umum. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rancangan alat pengisi baterai gaddet sangat membantu mahasiswa dan masyarakat dalam memecahkan masalah pengisian baterai gadget.

Kata kunci : Gadget, Panel Surya, Inverter, Charger, Baterai, Daya, Listrik.

Abstract --- Gadget is an innovation of the latest technology with better ability, the shape can be a smartphone, laptop, computers and others. To be able to operate the gadgets required in the form of battery power. When the gadget runs out of power often confused gadget users to charge the battery because in certain conditions. The purpose of this study was to design a tool to help users gadgets run out of battery in a way that is easy and affordable. This study uses the method of literature review, interviews, designing, manufacturing project, test and produce a prototype, using solar panels as power efficient supplier. When the solar panels convert solar energy into electrical energy which is stored in Cell Battery then stabilize by the stabilizer circuit and power supplied via the USB Cable and finally the battery can be charged. This function helps the user gadget in charging the battery. Not only the battery charge, the tool also serves 220 Volt electrical energy saving and environmental advisor gadget users. Gadget users can use these tools for free as there are in public facilities. The results showed that the design of the charger gadget It helps the students and the community in solving the problem of charging the battery of the gadget.

Keywords: Gadgets, Solar Panels, Inverters, Chargers, Batteries, Power, Electricity.

1. PENDAHULUAN

Matahari adalah sumber energi terbesar di bumi. Sehingga banyak dimanfaatkan sebagai energi alternatif karena energi dari matahari tidak akan pernah habis. Di beberapa daerah tertentu penyinaran sinar lebih lama sehingga pemanfaatan sinar matahari lebih maksimal. Sebaliknya sinar matahari juga mempunyai dampak negatif apabila

lapisan ozon menipis yang akan menyebabkan efek rumah kaca. Sebagai makhluk hidup harus saling mengingatkan satu sama lain untuk menjaga lingkungan guna meminimalisirkan efek tersebut. Panas matahari bisa dimanfaatkan untuk energi alternatif, seperti menggunakan panel surya sebagai pengubah energi matahari menjadi energi listrik.

Semakin berkembangnya zaman kebutuhan listrik dan alat teknologi sudah semakin tinggi . Namun masih banyak di Indonesia yang belum teraliri listrik sehingga tidak bisa memakai alat teknologi, seperti gadget. Gadget dan listrik sudah menjadi kebutuhan primer. Sering kali gadget kehabisan daya walaupun sudah dilengkapi dengan sistem battery tanam yang telah diberikan pada produk tersebut. Tetapi battery juga memiliki usia isi ulang, hal tersebut yang selama ini menjadi masalah tataran dunia teknologi gadget. Pertimbangan inilah yang seringkali menjadi konsentrasi para konsumen yang ingin memiliki gadget dengan sistem battery tanam, tetap saja battery akan aus/soak ketika umur isi ulangnya telah habis. Ketika battery telah habis pengguna gadget terkadang bingung untuk mengisi daya pada gadget mereka. Saat itu mereka dalam berbagai kondisi seperti, saat listrik padam, tidak membawa power bank, tidak membawa charger handphone, dan tidak terdapat stop kontak karena sedang berada diluar ruangan.

Ketersediaan energi matahari yang melimpah, kemajuan teknologi, dan kebutuhan listrik masyarakat merupakan faktor-faktor yang melatar belakangi pemikiran kami. Maka dari itu penulis mempunyai suatu ide dan merancang suatu alat untuk mempermudah melakukan pengisian ulang baterai gadget tanpa harus membuang waktu dan mencari sumber arus listrik pada saat berpergian dan untuk masalah mengenai keamanan, seperti sistem keamanan yang memerlukan biaya yang sangat mahal ataupun sistem keamanan yang tidak efisien, contohnya adalah *sliding card*, di mana sistem pengaman ini harus menggesekkan kartu terlebih dahulu. Perancangan sistem pengaman yang diterapkan pada suatu alat pengisi daya baterai gadget dengan menggunakan pembangkit listrik tenaga surya menggunakan kunci elektronik *wireless RFID Tag Card*.

Dari latar belakang tersebut di atas, maka permasalahan dapat dirumuskan sebagai berikut :

- 1) Bagaimana cara merancang alat pengisi batrai gadget dengan pembangkit listrik tenaga surya ?
- 2) Bagaimana sistem kerja alat pengisi battery gadget menggunakan pembangkit listrik tenaga surya ?
- 3) Seberapa efisien penggunaan alat pengisi baterai dengan pembangkit listrik tenaga surya dibandingkan dengan penggunaan listrik PLN ?

Tujuan Penelitian ini adalah:

- 1) Merancang alat yang dapat digunakan sebagai penyimpan energi dengan memanfaatkan pem bangkit listrik tenaga surya, untuk mengisi ulang battery handphone atau gadget.
- 2) Memahami prinsip kerja panel surya sebagai penyupply daya.
- 3) Membantu masyarakat mengatasi kesulitan dalam mengisi baterai gadget.

- 4) Menghasilkan suatu sistem yang dapat mengisi daya gadget dengan kapasitas mAh yang lebih besar dibandingkan power bank pada umumnya dengan kapasitas 25.000 sampai dengan 33.000 mAh.

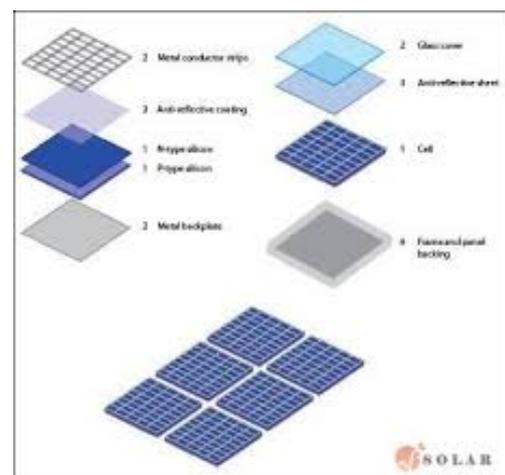
2. METODA

2.1 Gadget

Gadget adalah suatu peranti atau instrumen yang memiliki tujuan dan fungsi praktis yang secara spesifik dirancang lebih canggih dibanding kan dengan teknologi yang diciptakan sebelumnya.

2.2 Panel Surya

Panel surya adalah alat yang terdiri dari sel surya yang mengubah energi foto cahaya menjadi listrik. Mereka disebut surya atas Matahari atau "sol" karena Matahari merupakan sumber cahaya terkuat yang dapat dimanfaatkan. Panel surya sering kali disebut sel photovoltaic, photovoltaic dapat diartikan sebagai "cahaya-listrik". "Sel surya atau sel PV bergantung pada efek photovoltaic untuk menyerap energi Matahari dan menyebabkan arus mengalir antara dua lapisan bermuatan yang berlawanan" (Solanki,2013:15).



Gam

bar 1. Panel Surya

(Sumber :www.ngabidin.web.id)

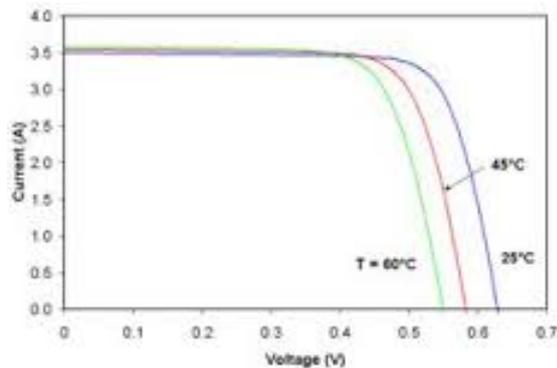
Kelebihan pasokan yang telah disimpan ke aki bisa digunakan jika dalam panel surya berhenti mensuplai energi listrik. Contoh kasus yang paling mudah adalah jika sewaktu waktu sinar matahari redup atau gelap (hujan). Sudah tentu panel surya tidak mungkin kita mendapatkan sinar matahari. Maka digunakan energi listrik yang tersimpan dalam perangkat energi listrik.

2.2.1 Kerugian Panas

Efisiensi panel surya sangat tergantung dari besarnya sinar matahari yang diterima. Namun demikian disinilah titik masalahnya. Di satu sisi dengan sinar matahari akan panel surya bekerja. Namun seiring bertambah teriknya sinar matahari

suhu meningkat dan bagaimana faktor panas berpengaruh besar pada efisiensi yang dihasilkan. Faktor panas inilah yang tidak diinginkan. Adalah kurang tepat asumsi yang mengatakan semakin terik sinar matahari yang diterima panel surya menghasilkan rate tegangan yang besar. Kita akan lihat grafik pengaruh panas atas tegangan-arus.

Pada suhu 25^o C adalah titik kerja maksimal dari panel surya. Semakin banyak panas yang diterima panel surya, maka performanya semakin turun, ini ditunjukkan dengan berkurangnya tegangan yang dihasilkan.



Gambar 2. Karakteristik Sel Surya terhadap Temperatur

(Sumber:www.purnomosejati.wordpress.com)

Untuk mengurangi panas buatlah ventilasi pada panel yang memungkinkan suhu panel tidak naik drastis ketika terik matahari. “Hindari panel surya terhadap bayangan karena terhalang gedung, pohon, dan lainnya yang mengakibatkan panel surya yang tidak dapat menerima cahaya matahari secara langsung” (Manai,2010:88).

2.3 Radio Frequency Identification (RFID)

Cara Kerja RFID melalui sinyal frekuensi radio. Antena akan mengirimkan melalui sinyal frekuensi radio dalam jarak yang relative dekat. Dalam proses transmisi tersebut terjadi 2 hal. Antena melakukan komunikasi dengan transponder, dan Antena memberikan energi kepada tag untuk berkomunikasi (untuk tag yang sifatnya pasif). Ini adalah kunci kehebatan teknologi RFID. Sebuah tag yang dipasang tidak menggunakan sumber energi seperti batere sehingga dapat digunakan dalam waktu yang sangat lama. Antena bisa dipasang secara permanent

(walau saat ini tersedia juga yang portable) Bentuknya pun beragam sekarang sesuai dengan keinginan kita. Pada saat tag melewati wilayah sebaran antena, alat ini kemudian mendeteksi wilayah scanning. Selanjutnya setelah terdeteksi maka chip yang ada di tag akan ”terjaga” untuk mengirimkan informasi kepada antena.

2.4 Total Rugi Daya

Potensi rugi daya yang dapat ditimbulkan dalam sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya :

Tabel 1. Total Rugi Daya

No.	Potensi LOSS	Kerugian/LOSS (%)
1	Panel Surya	5-25%
2	Inverter	10-20%
3	Kabel	3-5%
4	Baterai	15-25%

(Sumber: Manai,2010:93)

2.4.1 Sistem Backup Kelistrikan

Solusi yang dapat dipertimbangkan adalah dengan memasukan komponen Backup untuk perhitungan kebutuhan daya. Sisi ideal , kapasitas aki adalah harus dikali 2 darib perhitungan diatas. Ini digunakan sebagai cadangan jika pemakaian telah mencapai 50%. Maka baterai backup tetap mensuplai listrik dengan daya penuh” (Smith,2011:55). Keuntungan lainnya adalah supaya baterai bisa tahan lama, jadi seharusnya maintan pemakaian baterai tidak turun lebih dari 50%.

2.4.2 Perhitungan Daya Listrik

Dengan mempertimbangkan daya yang hilang (loss) seperti yang telah dikemukakan diatas maka untuk perhitungannya yang diformulakan sebagai berikut :

KapDaya-Baru = KapDaya-Lama + Kerugian
Dengan,

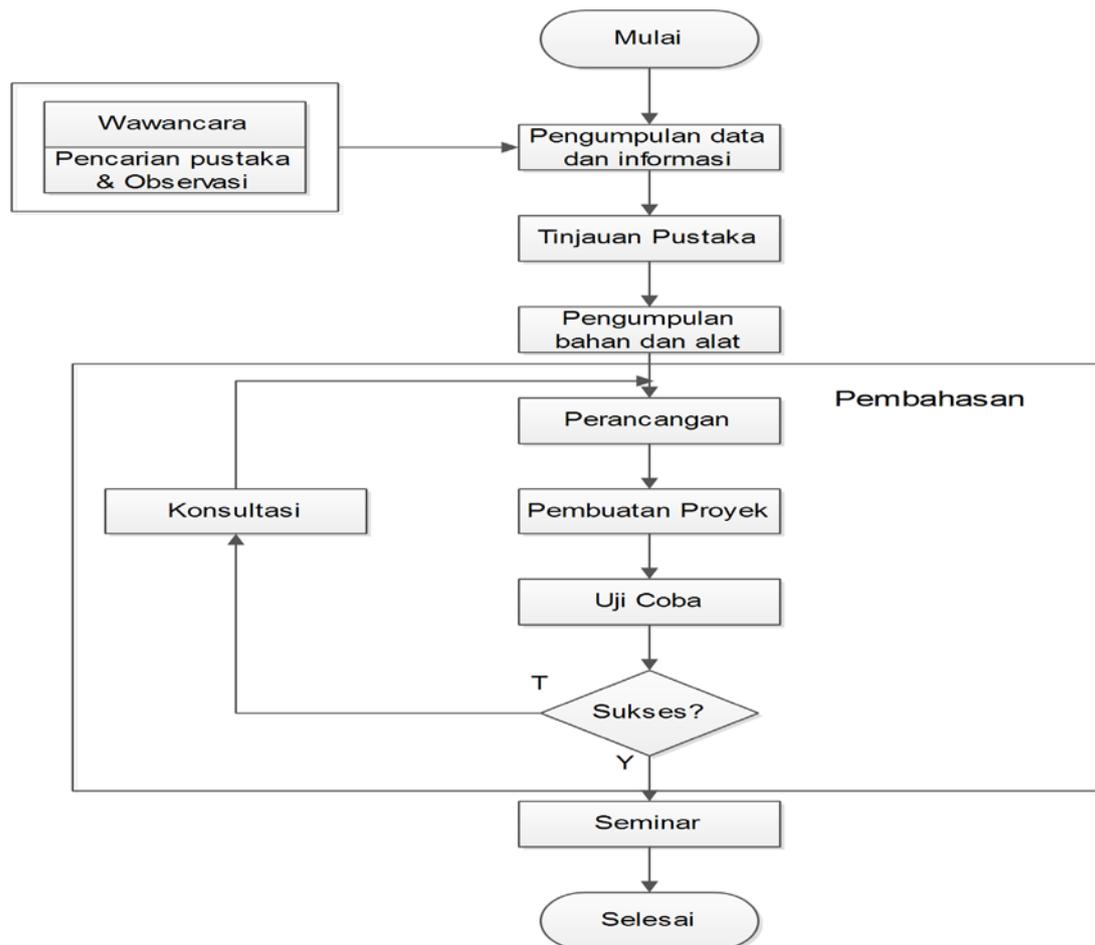
KapDaya-Baru = Kapasitas Daya Baru hasil kalkulasi

KapDaya-Lama = Perhitungan daya tanpa Loss

Kerugian = Kerugian Daya (Loss)

3. METODOLOGI PENELITIAN

Metode pelaksanaan kegiatan Penelitian ini sebagai berikut :



Gambar 3. Alur Kegiatan Penelitian

- a. Tahap I. Mulai
Tahap untuk memulai kegiatan penelitian dalam membuat sistem tenaga surya yang diimplementasikan pada pohon.
- b. Tahap II. Pengumpulan data dan informasi
Tahap perencanaan terdapat dua kegiatan yaitu studi pustaka dan wawancara.
 - 1) Studi Pustaka
Mencari, membaca, dan memahami kinerja sistem tenaga surya, dan charger handphone dari buku, literatur maupun internet.
 - 2) Wawancara
Melakukan diskusi, tanya jawab dan wawancara seputar sistem tenaga surya dan charger handphone kepada pakar elektronika.
- c. Tahap III. Tinjauan Pustaka
Pada tahap ini, penulis mencoba mempelajari dan memahami teori dan data yang diambil dari buku referensi dan diunduh dari internet untuk persiapan dalam pembahasan serta penulis melakukan wawancara ke senior-senior dan dosen yang ahli dalam elektronika.
- d. Tahap IV. Pembahasan
Pembahasan merupakan bagian utama dari penelitian ini yang dimulai dari perancangan, pembuatan proyek dan yang terakhir adalah uji coba. Jika pada tahap uji coba hasil yang diperoleh tidak sukses maka penelitian kembali pada tahap pembuatan proyek dengan melakukan konsultasi sebelumnya apabila proyek berhasil maka akan lanjut pada seminar.
- e. Tahap V. Seminar
Di sini penulis melakukan seminar terhadap apa yang berhasil diujicobakan.
- f. Tahap VI. Selesai
Kegiatan telah selesai.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Terciptanya Alat Pengisi Baterai Gadget dengan menggunakan Pembangkit Listrik Tenaga Surya ,dengan langkah kerja sebagai berikut :

1. Panel surya merubah energi matahari menjadi energi listrik DC sekitar 12 volt .
2. Arus DC masuk ke charger controller.
3. Di charger controller, arus diatur untuk pengisian baterai.
4. Dari baterai arus disalurkan ke inverter sehingga arus DC berubah menjadi arus AC.
5. Dari inverter di salurkan kembali ke stop kontak yang terdapat port USB yang digunakan untuk mengisi baterai gadget.

Beserta sistem pengaman dengan langkah kerja sebagai berikut :

1. Kartu Tanda Mahasiswa merupakan sebagai inputan untuk membuka dan mengunci elektronik locker. Sistemnya kartu didekatkan pada medan gelombang yang terdapat didalam RFID.
2. RFID akan menyinkronkan data masukan dari kartu tanda mahasiswa KTM atas kesesuaian IP Address
3. Hasil inputan atau masukan yang tersimpan didalam RFID akan dikirimkan kepada Arduino Uno sebagai pemroses data dan penyesuaian kartu tanda mahasiswa dengan RFID.
4. Arduino Uno akan memrintahkan keluaran atau outputan berupa motor servo . Dan motor servo merupakan suatu komponen mekanik sebagai pengunci dan pembuka pintu locker.



Gambar 4. Produk Penelitian

Prinsip Kerja Sel Surya

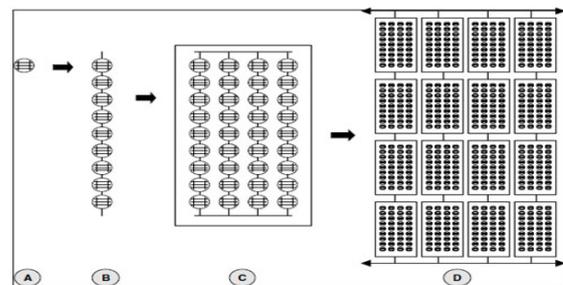
Sejarah PLTS tidak terlepas dari penemuan teknologi sel surya berbasis silikon pada tahun 1941. Ketika itu Russell Ohl dari Bell Laboratory mengamati silikon polikristalin akan membentuk built in junction, karena adanya efek segregasi pengotor yang terdapat pada leburan silikon. Jika berkas foton mengenai salah satu sisi junction, maka akan terbentuk beda potensial di antara junction, dimana elektron dapat mengalir bebas. Sejak itu penelitian untuk meningkatkan efisiensi konversi energi foton menjadi energi listrik semakin intensif dilakukan. Berbagai tipe sel surya dengan beraneka bahan dan konfigurasi geometri pun berhasil dibuat.

Tabel 2. Jenis – Jenis Panel Surya

Jenis-jenis Panel Surya	Efisien si Perubahan daya	Daya Tahan	Biaya	Penggunaan	Keterangan
Mono-kristal	Sangat Baik	Sangat Baik	Baik	Sehari-hari	Digunakan secara luas
Polykristal	Baik	Sangat Baik	Sangat Baik	Sehari-hari	Cocok digunakan untuk produksi massal masa depan
Amorphous	Cukup Baik	Cukup Baik	Baik	Sehari-hari dan komersial	Bekerja baik dalam pencahayaan Fluorescent
Compound (GaAs)	Sangat Baik	Sangat Baik	Cukup Baik	Pemakaian di luar Angkasa	Berat dan Rapuh

(Sumber : :www.ngabidin.web.id)

Sel surya adalah dioda semikonduktor yang dapat mengubah cahaya menjadi listrik dan merupakan komponen utama dalam sistem PLTS.



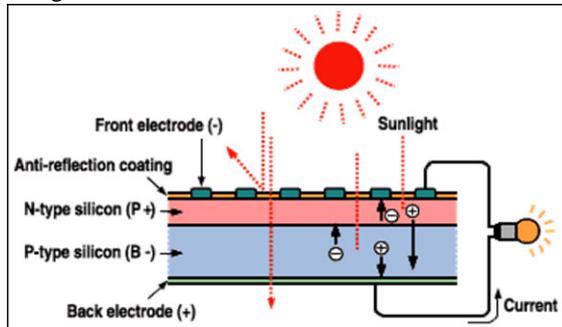
Gambar 5. Sel Surya sebagai Komponen Utama PLTS

(Sumber :www.ngabidin.web.id)

Selain terdiri atas modul-modul sel surya, komponen lain dalam sistem PLTS adalah inverter dan kontroller. PLTS sering dilengkapi dengan baterai sebagai penyimpan daya, sehingga PLTS dapat tetap memasok daya listrik ketika tidak ada cahaya matahari.

Pembangkitan energi listrik pada sel surya terjadi berdasarkan efek fotolistrik, atau disebut juga efek fotovoltaik, yaitu efek yang terjadi akibat foton dengan panjang gelombang tertentu yang jika energinya lebih besar daripada energi ambang semikonduktor, maka akan diserap oleh elektron

sehingga elektron berpindah dari pita valensi (N) menuju pita konduksi (P) dan meninggalkan hole pada pita valensi, selanjutnya dua buah muatan, yaitu pasangan elektron-hole, dibangkitkan. Aliran elektron-hole yang terjadi apabila dihubungkan ke beban listrik melalui penghantar akan menghasilkan arus listrik.



Gambar 6. Prinsip Kerja Sel Surya
(Sumber :www.jendeladenggabei.blogspot.com)

Untuk instalasi listrik tenaga surya sebagai pembangkit listrik, diperlukan komponen sebagai berikut:

- Solar panel mengkonversikan tenaga matahari menjadi listrik. Sel silikon (disebut juga solar cells) yang disinari matahari/ surya, membuat photon yang menghasilkan arus listrik. Sebuah solar cells menghasilkan kurang lebih tegangan 0.5 Volt. Jadi sebuah panel surya 12 Volt terdiri dari kurang lebih 36 sel (untuk menghasilkan 17 Volt tegangan maksimum).
- Charge controller digunakan untuk mengatur pengaturan pengisian baterai. Tegangan maksimum yang dihasilkan panel surya pada hari yang terik akan menghasilkan tegangan tinggi yang dapat merusak baterai.

Solar charge controller adalah salah satu bagian komponen dari pembangkit listrik tenaga surya. Solar charge controller berfungsi untuk mengatur tegangan dari panel surya agar baterai tidak over charge.

Secara garis besar Solar charge controller memiliki dua jenis yaitu

- PWM solar charge Controller
- MPPT Solar charge controller

Pada perangkat pembangkit listrik tenaga matahari solar charger controller bekerja melindungi baterai karena listrik yang dihasilkan oleh panel surya berada dikisaran 16-17volt sedangkan baterai hanya memerlukan 13,8 VDC untuk melakukan pengisian. “Jika lebih dari itu maka baterai akan rusak sehingga di butuhkan perangkat ini.Solar charge controller juga memiliki input tergantung dari yang dibutuhkan dari sistem panel suryanya” (Islam,2012:64). Misal sistem listrik panel surya 12VDC maka membutuhkan solar charge controller dengan input 12VDC. dan memiliki output DC dengan arus ampere yang berbeda

beda tergantung dari kebutuhan sistem panel surya yang akan digunakan.

- Inverter adalah perangkat elektrik yang mengkonversikan tegangan searah (DC - direct current) menjadi tegangan bolak balik (AC - alternating current).
- Baterai, adalah perangkat kimia untuk menyimpan tenaga listrik dari tenaga surya. Tanpa baterai, energi surya hanya dapat digunakan pada saat ada sinar matahari & berfungsi menyimpan arus listrik yang dihasilkan oleh modul surya sebelum dimanfaatkan untuk menggerakkan beban. Beban dapat berupa lampu penerangan atau peralatan elektronik dan peralatan lainnya yang membutuhkan listrik.
- Stop kontak merupakan kontak tetap sumber arus yang siap pakai

Untuk sistem pengaman yang digunakan dalam alat pengisi daya baterai gadget dengan menggunakan pembangkit listrik tenaga surya diperlukan komponen sebagai berikut :

- Motor servo merupakan sebuah motor DC yang dilengkapi rangkaian kendali dengan sistem closed feedback yang terintegrasi dalam motor tersebut. Pada motor servo posisi putaran sumbu (axis) dari motor akan diinformasikan kembali kerangkaian kontrol yang ada di dalam motor servo. Motor servo disusun dari sebuah motor DC, gearbox, variabel resistor (VR) atau potensiometer dan rangkaian kontrol. Potensiometer berfungsi untuk menentukan batas maksimum putaran sumbu (axis) motor servo. Sedangkan sudut dari sumbu motor servo diatur berdasarkan lebar pulsa yang pada pin kontrol motor servo. Motor servo didalam alat ini digunakan untuk pembuka dan pengunci locker.
- Arduino UNO mempunyai 6 masukan analog, diberi label A0 sampai A5, setiapnya memberikan 10 bit resolusi (contohnya 1024 nilai yang berbeda). Secara default, 6 masukan analog tersebut mengukur dari ground sampai tegangan 5 Volt, dengan itu mungkin untuk mengganti batas atas dari rangenya dengan menggunakan pin AREF dan fungsi analogReference(). Arduino Uno sebagai pemroses data dan penyesuaian katu tanda mahasiswa dengan RFID.
- RFID menggunakan beberapa jalur gelombang untuk pemancaran sinyal. Namun yang paling banyak dipakai adalah jalur UHF ada frekuensi 865-868MHzz dan 902-928 MHZ. Kode yang ditulis pada TAG berupa 96 bit data yang berisi 8bit header, 28 bit nama organisasi pengelola data, 24bit kelas obyek (misal=untuk identifikasi jenis produk) dan 36bit terakhir adalah nomor seri yang unik untuk tag. Kode

tersebut dipancarkan melalui sinyal RF dengan urutan yang telah standar. RFID dalam alat ini akan menyinkronkan data masukan dari kartu tanda mahasiswa KTM atas kesesuaian IP Address.

4. SIMPULAN

Panel surya merubah energi matahari menjadi energi listrik DC sekitar 12 volt. Lalu arus DC masuk ke charge controller. Di charge controller arus diatur untuk pengisian baterai. Kemudian dari baterai arus disalurkan ke inverter sehingga arus DC berubah menjadi arus AC. Dari inverter ini disalurkan kembali ke stop kontak yang terdapat port USB yang digunakan untuk mengisi baterai gadget.

Efisiensi penggunaan pembangkit listrik tenaga surya dalam pengisian baterai adalah tenaga surya merupakan energi yang terbarukan (Renewable Energy), tidak memerlukan bahan bakar minyak (BBM), bersih dan ramah lingkungan, umur panel surya panjang (investasi jangka panjang sekitar 20 -25 tahun), praktis mudah dan murah dalam perawatan, sangat cocok untuk daerah tropis seperti Indonesia serta ekonomis, dimana listrik dari PLN tidak dimungkinkan, atau instalasi generator listrik bensin atau solar.

Terciptanya suatu alat pengisi baterai gadget dengan menggunakan pembangkit listrik tenaga surya dengan kapasitas 25.000 mAh sampai 33.000 mAh dengan menggunakan sistem keamanan yaitu wireless RFID Tag Card.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Smith, Eric. 2011. *DIY Solar Projects: How to Put the Sun to Work in Your Home*. Creative Publishing International.
- [2] Islam, Mohammad Shariful. 2012. *Low Cost Solar Charge Controller*. LAP Lambert Academic Publishing.
- [3] Sorensen, Bent. 2015. *Solar Energi Storage*. Academic Press.
- [4] Solanki, Chetan Singh. 2013. *SOLAR PHOTOVOLTAIC TECHNOLOGY AND SYSTEMS: A Manual for Technicians, Trainers and Engineers*. PHI Learning Pvt. Ltd.
- [5] Fan, FookMeng. 1996. *Maximum Power Point Tracking (MPPT) DC-DC Converter for Solar Panels*. University of Queensland.
- [6] Manai, Syamsudin. 2010. *Membuat Sendiri Pembangkit Listrik Tenaga Surya*. Andi Publisher.