

Efisiensi *Recharger* Baterai Pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya

Catra Indra Cahyadi¹, I Gusti Agung Ayu Mas Oka², dan Dadang Kusyadi³

^{1,2,3}Politeknik Penerbangan Palembang

Jl. Adi Sucipto No. 3012 Sukodadi Kecamatan Sukarami, Palembang, Sumatera Selatan 30961, Indonesia

catra@poltekbangplg.ac.id¹

Abstrak— Pemanfaatan pada alat yang digunakan untuk mengisi muatan baterai berbasis solar sel. Alat ini dimanfaatkan untuk *mencharger* baterai yang memiliki kemampuan menengah. Peralatan terdiri dari panel solar sel dengan daya maksimal 50-Watt Peak yang dipasang pada konstruksi bersifat mudah dipindah-pindahkan dari satu tempat ke tempat yang lain, daya baterai 12 Volt, 65 Ampere hour dan unit *charge controller*. Panel sel surya mengisi arus baterai melalui *charge controller*, kemudian energi yang tersimpan pada baterai dapat digunakan untuk menyalakan peralatan listrik pada alat-alat rumah tangga. *Charge controller* mengisi arus baterai yang diterapkan dengan memberi tegangan sebesar 13,5 Volt pada terminal-terminal baterai dan membatasi arus *charging* pada baterai hingga 1,5 Ampere. Rangkaian *charge controller* menggunakan komponen utama regulator tegangan LM338. Jenis baterai dipakai adalah *sealed lead acid* sehingga bebas *maintenance* dan lebih *higienis* dibandingkan dengan jenis baterai asam-timbal lainnya. Hasil pengujian pengisian baterai dilakukan dari pukul 08.00 Wib sampai pukul 16.00 Wib pada kondisi cuaca cerah terhadap baterai dengan kapasitas sisa 50% menunjukkan panel sel surya sudah dapat mengisi muatan baterai sampai *full* pada keadaan operasi yang aman bagi baterai tersebut.

Kata kunci— sel surya, *charge controller*, daya puncak 50-WP.

Abstract— Utilization of a device used to charge solar cell based batteries. This tool is used to charge batteries that have intermediate capabilities. The equipment consists of solar cell panels with a maximum power of 50-Watt Peak installed in the construction which is easily portable from one place to another, 12 Volt battery power, 65 Ampere hour and a charge controller unit. The solar cell panels charge the battery through a charge controller, then the energy stored in the battery can be used to power electrical appliances in household appliances. The charge controller charges the applied battery current by applying a voltage of 13.5 volts to the battery terminals and limiting the charging current to the battery to 1.5 Ampere. The charge controller circuit uses the main component of the LM338 voltage regulator. The type of battery used is sealed lead acid so that it is maintenance-free and more hygienic compared to other types of lead-acid batteries. The results of the battery charging test were carried out from 08.00 WIB to 16.00 WIB in sunny weather conditions for the battery with a remaining capacity of 50% indicating the solar cell panel was able to fully charge the battery in a safe operating state for the battery.

Keywords— solar cells, *charge controller*, peak power 50-WP.

I. PENDAHULUAN

Semua peralatan elektronika membutuhkan suatu baterai sebagai tenaga atau sumber energy dan baterai tersebut bias habis lalu diisi dengan listrik dari PLN atau dari sumber konvensional, tapi penggunaan listrik yang berlebihan akan sangat berpengaruh terhadap lingkungan, karena temperature lingkungan sekitar akan meningkat, bisa menyebabkan pemanasan global (*global warming*) di alam dan dunia ini.

Sehingga pengecasan baterai otomatis dengan menggunakan tenaga fosil dari PLN dapat diganti dengan menggunakan tenaga matahari atau sel surya. Keunggulannya dari sel surya bila dibandingkan dengan tenaga konvensional tidak menyebabkan polusi atau pencemaran lingkungan alam sekitar. Pemanfaatan alat ini sangat sederhana sekali, yaitu rangkaianannya berfungsi jika ada suplay dari energi cahaya matahari lalu energi surya ini bias diubah menjadi energi listrik melalui sel surya. Rangkaian tersebut menggunakan pengatur tegangan pada saat *mencharger* baterai, dan indikator pada alat sebuah peralatan alat ukur avometer dan ampermeter yang

dapat menunjukkan baterai sedang *dicharger* atau terlihat indikator yang sangat jelas ketika sudah penuh.

Adapun beberapa pengertian yang sangat penting untuk dibahas pada penelitian ini antara lain struktur sel surya (*solar cell*), kontak metal (*contract grid*), substrat (*metal backing*), lapisan anti *reflektif*, enkapsulasi (Icover glass) dan material semi konduktor.

II. TINJAUAN PUSTAKA

a. Lapisan Sel Surya (*Solar Cell*).

Berdasarkan perkembangan sains dan teknologi, adapun jenis-jenis teknologi sel surya ikut berkembang sangat pesat dengan berbagai variasi dan inovasi. Adapun jenis teknologi sel surya adalah sel surya generasi satu, sel surya generasi dua, sel surya generasi tiga dan sel surya generasi empat, dengan struktur atau bagian-bagian penyusun sel yang berbeda-beda satu sama lain. Pada paper ini membahas mengenai struktur dan cara kerja sel surya secara umum yaitu sel surya berbasis material silikon pada umumnya mencakup struktur dan cara kerja sel surya dari generasi pertama menggunakan silikon (sel

surya silikon) dan sel surya dari generasi kedua menggunakan lapisan tipis (*thin film*/lapisan tipis).

b. Substrat/*Metal backing*.

Substrat merupakan bagian dari material yang menopang semua komponen sel surya. Material substrat ini juga harus memiliki konduktivitas listrik yang bagus sebab berfungsi sebagai kontak terminal positif sel surya, sehingga umumnya dimanfaatkan material metal atau logam seperti aluminium atau *molybdenum*. Pada sel surya *dyesensitized* (DSSC) dan sel surya organik, substrat berfungsi sebagai tempat menangkap cahaya sehingga material yang digunakan yaitu material yang konduktif dan transparan seperti *indium tin oxide* (ITO) serta *fluorine doped tin oxide* (FTO).

c. Material semikonduktor

Material semi konduktor adalah bagian inti dari sel surya memiliki ketebalan hingga ratusan mikrometer untuk sel surya generasi pertama atau sering disebut dengan silikon, dan 1 hingga 3 mikrometer untuk sel surya pada lapisan yang tipis. Material semi konduktor berfungsi menyerap cahaya dari sinar matahari. Untuk hal diatas, semi konduktor yang digunakan adalah material silikon, yang umumnya diimplementasikan di bidang industri elektronik. Sedangkan untuk sel surya lapisan tipis, material semi konduktor yang umum digunakan dan telah masuk pasaran yaitu seperti material Cu (In,Ga) (S,Se)₂ (CIGS), CdTe (kadmium telluride), dan amorphous silikon, disamping material-material semi konduktor potensial lain yang dalam sedang dalam penelitian intensif seperti Cu₂ZnSn (S,Se)₄ (CZTS) dan Cu₂O (copper oxide).

Bagian semi konduktor tersebut terdiri dari junction atau gabungan dari dua material semi konduktor yaitu semi konduktor tipe-p (material-material yang disebutkan diatas) dan tipe-n (silikon tipe-n, CdS,dll) yang membentuk p-n junction. P-n junction hal ini menjadi kunci dari prinsip kerja sel surya. Pengertian semikonduktor tipe-p, tipe-n, dan juga prinsip p-n junction dan sel surya dibahas pada bagian “cara kerja sel surya”.

d. Kontak metal atau *contact grid*

Substrat sebagai kontak positif, dan sebagian material semi konduktor biasanya dilapiskan material metal dan material konduktif transparan sebagai kontak negatif.

e. Lapisan anti *reflektif*

Refleksi cahaya matahari harus diminimalkan agar mengoptimalkan cahaya yang terserap oleh semi konduktor. Oleh sebab itu biasanya sel surya dilapisi oleh lapisan anti refleksi. Material anti refleksi yaitu lapisan tipis material dengan besar indeks refraktif optik antara semi konduktor dan udara yang menyebabkan cahaya dibelokkan ke arah semi konduktor sehingga meminimalkan cahaya yang dipantulkan kembali.

f. Enkapsulasi atau *cover glass*

cover glass berfungsi untuk enkapsulasi atau melindungi modul sel surya dari hujan atau kotoran. Jika kotoran dan panel rusak tentu akan mengurangi daya serap energi sinar matahari yang akan didapatkan untuk penyimpanan energy listrik.

g. Cara Kerja *Solar Cell*

Kepingan *Solar Cell* terdiri atas kristal silikon yang memiliki dua lapisan, yaitu lapisan solar sel yang menghadap

ke arah cahaya matahari mempunyai doped negatif dengan lapisan fosfor, lalu lapisan dibawah terdiri dari doped positif dengan lapisan borium. diantara kedua lapisan dibatasi oleh penghubung p-n. Jika pada permukaan sel *photovoltaic* terkena sinar cahaya matahari maka sel bagian atas menjadi terbentuk muatan-muatan negatif yang bersatu pada lapisan fosfor. Sedangkan pada bagian bawah lapisannya sel photovoltaic akan membentuk muatan arus positif pada lapisan borium. Kedua permukaan ini saling mengerucut muatan masing-masing jika sel surya terkena sinar matahari. Sehingga pada kedua sisi sel *photovoltaic* menghasilkan beda potensial menjadi tegangan listrik. Kristal silikon tunggal dengan luas permukaan 100 cm² akan mampu menghasilkan lebih kurang 1,5 watt dengan tegangan 0,5 volt atau tegangan searah (0,5 Vdc) dan arus sekitar 2 Ampere di bawah cahaya matahari dengan panas penuh (intensitas sekitar 1000W/m²) kecuali dalam keadaan cuaca mendung berkepanjangan tentu intensitas cahaya juga akan berkurang.

III. METODE PENELITIAN

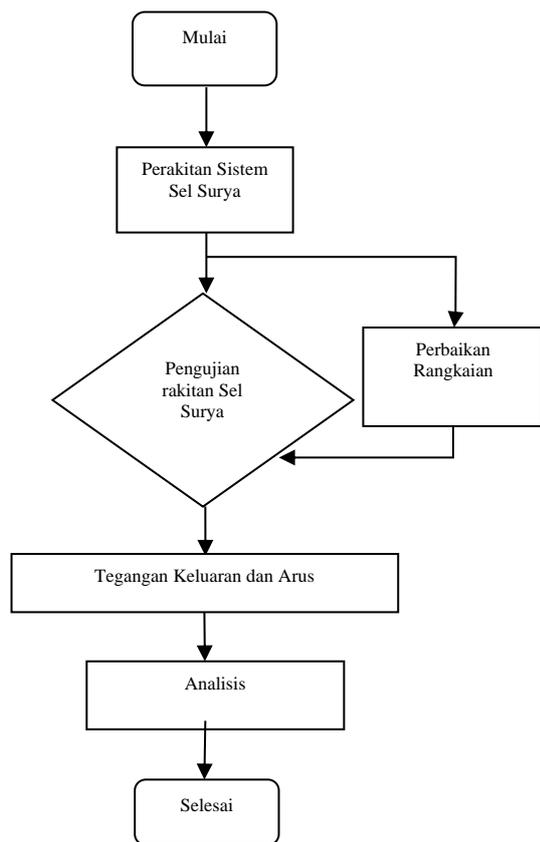
Dalam penelitian ini menggunakan metode rancang bangun dan juga pengukuran dan pengamatan langsung dengan langkah-langkah diantaranya perancangan, pembuatan, pengujian lalu analisis. Pada perancangan alat ini perlu adanya identifikasi kebutuhan alat yang akan dibuat, antara lain:

1. *Solar Cell* untuk menghasilkan energi listrik sebagai komponen utama dalam penelitian yang dilaksanakan.
2. *Solar Charge Controller* untuk pengatur penyimpan dan pemakai energi listrik ke baterai.
3. *Battery* untuk menyimpan dan mensuplay energi listrik ke beban yang didapatkan dari solar cell ataupun sinar matahari.
4. Inverter untuk mengkonversikan arus DC 12 volt menjadi tegangan AC 220 Volt dengan frekuensi 50 Hz. Dikarenakan pada umumnya beban listrik menggunakan tegangan AC maka perlu dilakukan pengubah arus.
5. Peralatan Elektronik untuk beban (*Output*). Untuk pengetesan maksimal beban dan mengetahui kemampuan daya yang dikeluarkan oleh perancangan.

Perakitan awal di mulai dengan perakitan sistem sel surya lalu pengujian system jika diperlukan dilakukan perbaikan rangkaian dan diukur tegangan keluaran dan arus yang terpakai dan lalu dilakukan analisis.

Pengamatan dalam keadaan berbagai cuaca yang berbeda sangat diperlukan apakah daya dan kemampuan system menjadi lebih baik untuk keakuratan data.

Adapun *flowchart* penelitian pada perakitan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Flowchart Penelitian

Pada umumnya Deskripsi Perancangan, sistem yang dirancang dalam perancangan ini adalah suatu energi listrik yang berasal dari sumber sinar matahari dapat digunakan untuk Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). Dengan energi listrik yang sudah dikonversikan melalui inverter 12volt DC sampai 220volt AC. Alat yang akan dikembangkan pada prinsipnya terdiri dari *solar cell* berfungsi sebagai penyerap energy surya dan sebagai pembangkit tenaga sel surya yang memberikan sebuah energi listrik tegangan maksimal berkisar 19,2 Volt pada saat siang hari, energi listrik dari *solar cell* dapat disimpan ke baterai dan proses penyimpanan dan pemakaian energi listrik diatur dengan menggunakan *Solar Charge Controller*. lalu energi listrik yang sudah disimpan di baterai digunakan untuk beban seperti menggerakkan motor listrik, motor listrik yang seperti pompa air yang membutuhkan tegangan 220 Volt AC frekuensi 50 Hz maka dari itu perlu ditambahkan inverter untuk mengkonversi tegangan DC menjadi tegangan AC.

Rancangan suatu sistem yang akan diimplementasikan dalam bentuk perangkat keras dapat dibuat melalui proses berikut ini:

1. Pembuatan desain (*Design Entry*). Desain dibuat dalam bentuk gambar atau dalam bentuk teks dengan bantuan perangkat lunak komputer atau PC.
2. Pembuatan desain untuk penahan atau sebagai tempat dudukan solar cell.

3. Perakitan jalur-jalur instalasi untuk proses wiring dari *solar cell* ke panel, panel ke baterai, baterai ke inverter dan inverter ke beban.
4. Implementasi desain, yaitu mengimplementasikan rancangan dalam bentuk perangkat keras.

Secara umum besar aplikasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya digunakan untuk *Back Up* energi listrik apabila terjadi pemadaman pada PLN tersusun atas beberapa rangkaian utama, yaitu: *solar cell* sebagai penyerap energi surya yang dapat difungsikan menjadi energi listrik, pengontrol penyimpanan dan pemakaian energi listrik melalui *Solar Charge Controller*, baterai sebagai tempat *charger* energi listrik dan mensuplai energi listrik ke beban, Inverter sebagai pengubah arus DC ke tegangan AC.

Pada umumnya panel surya dipasang permanen dengan sudut elevasi yang tetap (*fixedelevating angles*). Dalam perancangan sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya ini, ada beberapa komponen yang digunakan dalam perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya ini dibagi menjadi 4 bagian, yang meliputi Panel sel Surya yang digunakan dalam perancangan yaitu panel surya dengan daya 50 Wattpeak jenis Polikristal (*Poly-crystalline*). *Solar Charge Controller*, *Solar Charge Controller* yaitu peralatan elektronik yang digunakan untuk mengatur arus searah DC yang diisi ke baterai dan diambil dari baterai ke beban. *Battery*, pada *Solar Power System*, *battery* yang digunakan yaitu aki, digunakan sebagai sumber energi ketika tidak tersedianya atau terputusnya sumber listrik utama dari PLN. Biasanya untuk penggunaan *battery* dengan kapasitas besar >105AH, umumnya orang menggunakan tipe *battery deep cycle*. Baterai *charge* berfungsi sebagai tempat penyimpanan energi listrik DC. *Inverter* adalah rangkaian yang mengubah tegangan DC menjadi AC. Atau inverter memindahkan tegangan dari sumber DC ke beban AC. *Inverter* digunakan pada aplikasi seperti *uninterruptible power supplies* (UPS), *adjustable speed AC motor drives*, dan aplikasi AC yang dijalankan oleh baterai.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sistem sel surya yang dipakai terdiri dari panel surya, rangkaian *kontroller* pengisian (*Charge Controller*), dan aki (*Battery*) 12 Volt. Panel surya adalah modul yang terdiri dari beberapa sel surya yang dihubungkan dalam hubungan seri dan paralel tergantung ukuran dan kapasitas yang dibutuhkan. Modul yang selalu digunakan adalah modul sel surya 20 watt dan 30 watt. Modul sel surya itu menghasilkan energi listrik dengan luas permukaan panel yang terkena sinar matahari. Rangkaian kontroler pengisian aki (*Charger Controller*) dalam sistem sel surya adalah rangkaian elektronik yang mengatur proses pengisian aki. Kontroler ini dapat mengatur tegangan aki dalam selang tegangan 12 volt plus minus 10 persen. Jika tegangan turun sampai 10,8 volt, maka kontroler akan mengisi aki dengan panel surya sebagai sumber dayanya. Tentu saja proses pengisian terjadi bila berlangsung pada saat ada cahaya matahari. Bila penurunan tegangan itu terjadi pada malam hari, maka kontroler akan memutus aliran energi listrik. Setelah proses pengisian berlangsung selama beberapa jam, tegangan

aki akan naik. Jika tegangan aki itu mencapai 13,2 Volt, maka kontroler akan menghentikan proses pengisian aki tersebut.

Adapun hasil penelitian atau pengamatan dan pengukuran dapat ditunjukkan pada Tabel 1 dibawah ini berikut ini:

TABEL I. HASIL PENELITIAN PADA PLTS

No.	Tegangan akhir Baterai (V)	Tegangan saat pengecasan (volt)		Beban (watt)	Kondisi Cuaca	Waktu (menit)		Output Inverter (V)
		Solar cell	Baterai			Pengecasan	Pemakaian	
1	12	15-19	13	20	Cerah	60	128	185
2	12	13-15	12,3	65	Mendung	60	75	185
3	12	18.5-20	12.5	20	Cerah	15	43	185
4	11.8	12-12,5	12.3	75	Mendung	60	160	185
5	11.8	12-12.8	12.2	120	Cerah	60	70	185
6	12	12-12.5	12.2	220	Berawan	60	80	185
7	12	12-12.5	12.3	100	Berawan	60	65	185
8	12	12-12.6	12.3	55	Cerah	60	85	185
9	12	12-12.5	12.2	250	Cerah	60	70	185
10	11.9	12-12.4	12.3	350	Cerah	60	105	185

Pada baterai atau Aki sebuah sel listrik yang mana didalamnya terjadi proses elektro kimia yang *reversible* dengan efesiansinya yang tinggi. Adapun maksud dengan proses elektro kimia *reversible* adalah di dalam baterai dapat terjadi proses pengubahan kimia menjadi tenaga listrik atau proses pengosongan, dan sebaliknya dari tenaga listrik menjadi tenaga kimia. Pengisian kembali dengan cara regenerasi dari elektroda-elektroda yang dipakai, yaitu dengan melewati arus listrik dalam arah dari polaritas yang berlawanan didalam sel.

Fungsi utama dari Baterai atau Aki untuk menyimpan energi listrik yang didapat dari panel solar sel dalam bentuk energi kimia, yang akan dimanfaatkan untuk mensuplai listrik ke beban atau sistem starter, sistem pengapian, lampu-lampu dan komponen kelistrikan lainnya ataupun yang dikenal dengan beban atau load dari kelistrikan.

Didalam baterai rectifier yang digunakan pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) terdapat elektrolit asam sulfat, elektroda positif dan elektroda negatif dalam bentuk plat. Plat-plat tersebut dibuat dari bahan timah. Ruangan didalam baterai dibagi menjadi beberapa sel biasanya 6 sel, untuk baterai mobil dan di dalam masing-masing sel terdapat beberapa elemen yang terendam didalam elektrolit. Pada solar sel baterai sangat berperan penting untuk menyuplai energi listrik yang sumbernya berasal dari matahari. Berdasarkan hasil analisis pengukuran yang telah dilaksanakan dari pagi hari hingga menjelang sore hari untuk mendapatkan hasil analisa data *output* tegangan dan arus dari panel sel surya, maka didapat data-data seperti yang dijelaskan pada masing-masing diperlihatkan pada Tabel 2. Pengukuran pencatuan daya dengan menggunakan *solar cell 50 wattpeak* ini dilakukan selama 1 hari. Selama hari itu dilakukan pencatuan daya dari *solar cell* ke aki, dengan mengukur intensitas cahaya yang

masuk dengan suhunya, dan juga yang terpenting adalah mengukur arus dan tegangan dari *solar cell* ketika sedang mencatu aki atau baterai yang digunakan. Adapun hasil yang diperoleh dari pengambilan data bisa terlihat pada Table II dibawah ini:

TABEL II. DATA PENGUKURAN TEGANGAN PADA PANEL SURYA

No.	Waktu	Output Panel Surya		Output Charger Controller	
		V (Volt)	I (Ampere)	V (volt)	I (ampere)
1	06.00	16,2	1	13,8	1
2	07.00	17	3,5	13,5	3,5
3	08.00	17,2	4	13,5	4
4	09.00	17,2	4	13,5	4
5	10.00	17	3,5	13,7	3,5
6	11.00	17,2	4,5	13,7	4,5
7	12.00	17,2	4,5	13,7	4,5
8	13.00	17,3	5	13,5	5
9	14.00	17	3,5	13,5	3,5
10	15.00	16,9	3	13,5	3
11	16.00	16,4	1	13,5	1
12	17.00	15,8	0,5	13,5	0,5

Setelah dilakukan pengambilan data atau pengukuran pada tegangan yang dihasilkan pada Solar Sel. Maka, selanjutnya pengamatan selanjutnya melakukan pengukuran pada pemakaian baterai atau aki dengan menggunakan beban AC 325 watt yang ditunjukkan pada Tabel III.

TABEL III. PEMAKAIAN BATERAI DENGAN BEBAN AC 325 WATT

No.	Waktu/ Jam	Tegangan (V)		Arus (ampere)	Beban (watt)
		DC Baterai	AC Inverter		
1	1	12	220	0,6	325
2	2	9	165	0,5	325
3	3	6	110	0,3	325
4	4	3	55	0,1	325
5	5	0	0	0	325

Dari hasil dapat dilihat bahwa pemakaian beban dengan daya diatas besaran daya sebanding dengan peralatan inveter yang digunakan, bisa dilihat kemampuan inverter jga disesuaikan dengan besaran arus yang dipakai.

V. KESIMPULAN

Waktu pemakaian baterai pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya dipengaruhi oleh jumlah beban yang kita gunakan. Semakin besar beban yang kita gunakan maka semakin cepat pula baterai mengalami kelemahan (*Low*). Begitu juga jika beban kecil yang kita gunakan, maka semakin lama waktu pemakaian pada baterai tersebut, serta faktor yang mempengaruhi cepat atau lambatnya pengisian pada baterai ditentukan oleh cuaca di daerah tempat dimana kita menggunakan Pembangkit Listrik Tenaga Surya. Semakin

cerah cuaca maka semakin baik energi listrik yang bisa tersimpan pada baterai.

REFERENSI

- Andi Julisman, Ira Devi Sara, dan Ramdhan Halid Siregar (2017). *Prototipe Pemanfaatan Panel Surya Sebagai Sumber Energi Pada Sistem Otomasi Atap Stadion Bola*. Jurnal Online Teknik Elektro. Volume 2.
- Asy'ari, Hasyim & Rozaq, Abdul. (2014). *Pemanfaatan Solar Cell dengan PLN Sebagai Sumber Energi Listrik Rumah Tinggal*. Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Catra Indra Cahyadi (2019). *Improvement Controlling Closed Loop Solar Cell Based on Pic and IoT*. *International Journal in Physical and Applied Sciences*. Volume 6.
- Purnomo, Wahyu (2010). *Pengisi Baterai Otomatis Dengan Menggunakan Solar Cell*. Fakultas Teknologi Industri, Universitas Gunadarma.
- Syafrialdi, Roni & Wildian (2015). *Rancang Bangun Solar Tracker Berbasis Mikrokontroler Atmega8535 dengan Sensor LDR dan Penampil LCD*. Fisika FMIPA Universitas Andalas Kampus Unand.
- Syafriwel, AH Rambe, D Ramdan (2018). *Analisis Peramalan Kebutuhan Energi Listrik Provinsi Sumatera Utara Menggunakan Metode Peramalan Kuantitatif Sektoral*. Jurnal Teknovasi: Jurnal Teknik dan Inovasi 3 (1), 51-65
- Subandi dan Hani, Slamet (2015). *Pembangkit Listrik Energi Matahari Sebagai Penggerak Pompa Air dengan Menggunakan Solar Cell*. Teknik Elektro Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta.
- Taqwan Thamrin, Erlangga, Wiwin Susanty (2017) Design Implementation of a Photovoltaic for Solar Home System. *The 4th International Conference of Engineering and Technology Development (ICETD)*.
- Taqwan Thamrin, Erlangga, Wiwin Susanty (2018) *Implementasi Rumah Listrik Berbasis Solar Cell*. Jurnal Sistem Informasi dan Telematika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Bandar Lampung. Volume 9