

PERANCANGAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA *HYBRIDE* (TENAGA SURYA DAN TENAGA ANGIN) DENGAN KAPASITAS 20 W

Yuda Agus Tri Sistiawan¹, Pamor Gunoto²

Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Riau Kepulauan

Jl. Batu Aji Baru No.99, Batam – Kepulauan Riau

Email: yudaagusts@gmail.com; pamorgunoto@ft.unrika.ac.id

ABSTRAK

Penggunaan energi fosil yang selama ini merupakan sumber *energy* utama ketersediaannya sangat terbatas dan sangat menipis bahan bakar tersebut. Oleh sebab itu perlu dicari energi alternatif sebagai pengganti energi fosil dimasa akan datang. Salah satu energi alternatif yang dapat digunakan tersebut adalah energi matahari dan energi angin. Dalam hal ini penggunaannya diperlukan suatu media yang dapat merubah kedua energi itu menjadi energi listrik. Perangkat ini menggunakan sebuah panel sel surya dan turbin angin untuk merancang pembangkit listrik tenaga *hybride* (tenaga surya dan tenaga angin). Dalam perancangan ini dihasilkan energi gabungan dengan tegangan 12 Volt dan daya sebesar 20 Watt yang digunakan untuk menghidupkan lampu LED sebesar 15 Watt.

Kata kunci — *Energi Alternatif, Pembangkit Listrik Tenaga Hybride, Panel sel surya, Turbin angin*

1. PENDAHULUAN

Kebutuhan energi listrik di Indonesia dan di dunia terus meningkat karena penambahan penduduk, pertumbuhan ekonomi dan pola konsumsi energi itu sendiri yang senantiasa meningkat. Sedangkan energi fosil yang selama ini merupakan sumber energi utama seperti bahan bakar ketersediaannya sangat terbatas dan terus mengalami deplesi atau menipisnya persediaan bahan. Dengan menipisnya bahan energi fosil pada saat ini menjadi salah satu penyebab terhambatnya peningkatan dalam memproduksi energi listrik. Sehingga perusahaan listrik di Indonesia khususnya PLN (Perusahaan Listrik Negara) menerapkan beberapa kebijakan diantaranya adalah menghimbau pada seluruh konsumennya agar melakukan penghematan listrik dari pukul 17.00 - 22.00 dan yang kedua dengan cara menaikkan tarif dasar listrik sehingga para konsumen secara otomatis akan menghemat penggunaan energi listrik. Dengan cara seperti ini diharapkan krisis energi listrik tidak terjadi karena pasokan bahan bakar utama seperti batu bara pada PLTU dan PLTGU pasokannya sudah mulai menipis karena sudah terlalu sering ditambang dari perut bumi. Saat ini banyak para ahli menemukan berbagai alat pembangkit

tenaga listrik, yang bekerja dengan mengubah suatu energi menjadi energi listrik.

Dengan keadaan geografis di Indonesia yang setiap tahun dapat sinar matahari, dan angin maka salah satu alat yang optimal di Indonesia adalah “Panel Surya (*solar cell*)” dan “Kincir Angin” dimana kecepatan angin dapat dimanfaatkan untuk memutar poros kincir angin dan menggerakkan generator sehingga membangkitkan tegangan. Dalam pemanfaatan gerak dan panas matahari merupakan satu diantara sumber energi yang dapat di manfaatkan untuk membangkitkan energi listrik. Selain tersedia secara gratis pemanfaatan energi gerak dan matahari sebagai salah satu upaya untuk mengurangi ketergantungan manusia terhadap energi batu bara, minyak bumi dan gas alam yang pada kenyataan sulit untuk diperbaharui.

2. LANDASAN TEORI

2.1 Sel Surya

Sel surya adalah sebuah komponen elektrik yang dapat mengubah energi cahaya gelombang pendek menjadi energi listrik, perubahan energi ini disebabkan sebuah proses yang disebut efek *photovoltaic*. Efek *photovoltaic* sendiri adalah

pelepasan muatan positif dan negatif dalam material padat melalui cahaya. Jadi secara tidak langsung *output* berupa arus dan tegangan dipengaruhi oleh besarnya intensitas cahaya.

Pada sel surya terdapat sambungan (*junction*) antara dua lapisan yang terbuat dari bahan semikonduktor jenis "P"(Positif) dan semikonduktor jenis "N"(Negatif).Silicon jenis P merupakan lapisan permukaan yang dibuat sangat tipis supaya cahaya matahari dapat menembus langsung mencapai *junction*.

Bagian P ini diberi lapisan nikel yang berbentuk cincin, sebagai terminal keluaran positif. Dibawah bagian P terdapat bagian jenis N yang dilapisi dengan nikel juga sebagai terminal keluaran negatif. Ketika cahaya mengenai permukaan sel surya, beberapa foton dari cahaya diserap oleh atom semikonduktor untuk membebaskan elektron dari ikatan atomnya, sehingga menyebabkan terjadinya arus listrik.



Gambar 2.1 Panel Sel Surya 20 WP [2]

Sebuah sel surya dapat beroperasi secara maximum jika temperatur sel tetap normal (pada 25° celcius), berikut tabel spesifikasi panel *solar cell* :

Tabel 2.1 Spesifikasi Panel Sel Surya[4]

Nama	Spesifikasi
<i>Peak Power (P max)</i>	20 W

<i>Production Tolerance</i>	0 - +3 %
<i>Maximum Power Current (Imp)</i>	1,08 A
<i>Maximum Power Voltage (Vmp)</i>	18,5 V
<i>Short Circuit Current (Isc)</i>	1,16 A
<i>Open Circuit Voltage (Voc)</i>	22,14 V

2.2 Turbin Angin

Turbin angin atau *wind turbine* adalah kincir angin yang digunakan untuk memutar generator listrik dan menghasilkan energi listrik. Prinsip kerja dari turbin angin ini menggunakan prinsip konversi energi angin menjadi energi listrik. Energi angin bisa ditangkap dengan dua atau tiga buah bilah sudu yang didesain seperti sayap pesawat terbang, dimana apabila ada aliran udara yang sangat kuat maka baling-baling akan memutar. Ketika angin bertiup melalui bilah tersebut, maka akan timbul udara bertekanan rendah di bagian bawah dari sudu, Tekanan udara yang rendah akan menarik sudu bergerak ke area tersebut. Gaya yang ditimbulkan dinamakan gaya angkat. Besarnya gaya angkat biasanya lebih kuat dari tekanan pada sisi depan bilah, atau yang biasa disebut tarik. Kombinasi antara gaya angkat dan tarik menyebabkan *rotor* berputar seperti propeler dan memutar *generator*.



Gambar 2.2 Turbin Angin [6]

2.3 Converter Step Up DC to DC

Converter step up DC-DC berfungsi untuk mengubah tegangan sumber atau input catu daya dari baterai atau dari power suplai lain yang tegangan nya di bawah 5 vol menjadi output nya 12 volt. sehingga dapat digunakan untuk mencharger baterai yang berukuran di atas 5 volt.



Gambar 2.3 Rangkaian converter step up dc to dc

2.4 Relai

Relai adalah saklar (switch) otomatis yang dijalankan secara otomatis dengan mengandalkan trigger atau mendapatkan sinyal tegangan pada salah satu kutub coil. Relai menggunakan prinsip elektromagnetik untuk menggerakkan kontak saklar sehingga dengan arus listrik yang kecil dapat menghantarkan listrik yang bertegangan lebih tinggi.



Gambar 2.4 Rangkaian relay[11]

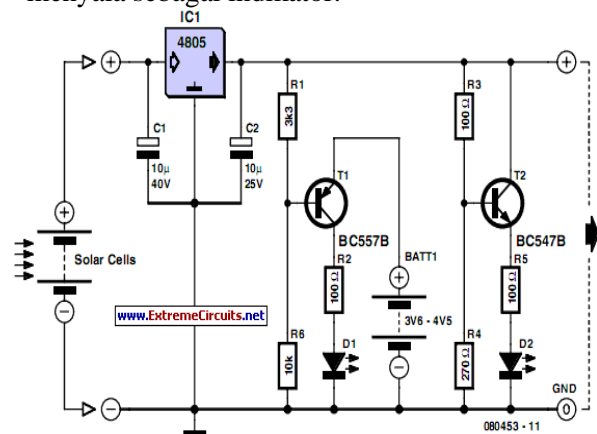
Relai terdiri dari coil dan contactor. Coil adalah gulungan gulungan kawat yang mendapat arus listrik, sedangkan contac adalah saklar yang pergerakannya tergantung dari ada atau tidaknya arus pada coil. Contac ada dua jenis yaitu NO (normally open) dan NC (normally close). Keuntungan dalam menggunakan relai adalah :

1. Bisa melakukan switch pada banyak kontak secara bersamaan dengan menggunakan satu pemicu.
2. Mudah diadaptasi untu tegangan yang berbeda.

Bisa diaplikasikan sebagai change switch pada suatu rangkaian pembangkit atau biasa disebut sebagai ATS (Automatic Transfer Switch).

2.5 Solar Charge Controller

Pada waktu sel surya mendapatkan energi dari cahaya matahari, rangkaian charger controller ini otomatis bekerja dan mengisi (charger) baterai atau aki dan menjaga tegangan baterai agar tetap stabil. Dan akan memutus tegangan apabila tegangan di baterai sudah penuh. Rangkaian ini sangat bagus dan cocok menggunakan regulator tegangan variable IC tk 517 untuk mengolah tegangan inputoutput agar stabil sekitar 15 volt. Pada saat tegangan sangat besar 19 vol, maka dioda zener akan bekerja dan menstabilkan tegangan menjadi 14 vol untuk pengisian. Ketika melakukan pengisian LED warna hijau akan menyala sebagai indikator.



Gambar 2.5 Rangkaian *solar charger controller*

2.6 BATERAI

Definisi aki atau *storage battery* adalah sebuah sel atau elemen sekunder dan merupakan sumber arus listrik searah yang dapat mengubah energi kimia menjadi energi listrik. Baterai termasuk elemen elektrokimia atau yang dapat mempengaruhi zat pereaksinya, sehingga disebut elemen sekunder. Kutub positif baterai menggunakan lempeng oksida dan kutub negatifnya menggunakan lempeng *timbale* sedangkan larutan elektrolidnya adalah larutan asam sulfat. Ketika baterai dipakai, terjadi reaksi kimia yang mengakibatkan endapan pada *anode* (reduksi) dan *katode* (oksidasi) menyebabkan dapat berkurangnya muatan atau arus listrik dari baterai tersebut.



Gambar 2.6 Baterai

Supaya baterai dapat dipakai lagi, baterai harus diisi dengan cara mengalirkan arus listrik ke arah yang berlawanan dengan arus listrik yang dikeluarkan baterai itu.

3. METODOOGI PENELITIAN

3.1 Rancangan Penelitian

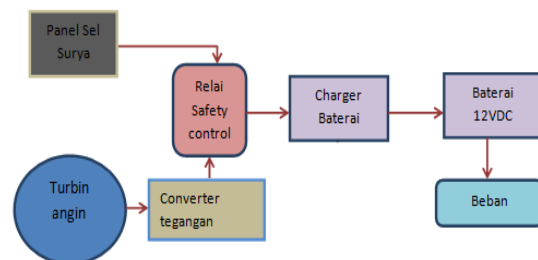
Adapun dalam perancangan pembangkit listrik tenaga hybrid ini menggunakan bahan-bahan sebagai berikut :

Tabel 3.1 Bahan-bahan yang digunakan.

No.	Nama	Jumlah
1	Panel selsurya 20 Wp	1
2	Baterai /aki 7,5 Ah	1
3	Motor DC 12 Volt	1
4	Rangkaian <i>converter step</i>	2
5	Modul <i>charger controller</i>	1
6	Relai	1
7	<i>Fuse</i>	1
8	Baut mur	10
9	Kabel	10 meter
10	Pipa	3 meter

3.2 Perancangan Alat

Perancangan perangkat keras disini akan menjelaskan diagram blok dan skema perancangan pembangkit listrik tenaga surya yang dikombinasikan dengan pembangkit listrik tenaga angin. Adapun diagram blok dan *flow chart* serta skema perancangan dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 3.1 Diagram Blok Perancangan Sistem

Berdasarkan diagram blok diagram yang dirancang (Gambar 3.1) maka prinsip kerja dari simulasi perancangan pembangkit listrik tenaga

surya yang dikombinasikan dengan pembangkit listrik tenaga angin yang dibuat adalah sebagai berikut : Matahari bersinar, radiasi yang dihasilkan dari cahaya matahari ini kemudian ditangkap oleh panel surya fotovoltaik. Panel surya ini merupakan suatu pengkombinasian dari beberapa sel surya yang ukurannya sangat kecil dan tipis baik secara seri, parallel ataupun campuran (seri dan paralel), sehingga menjadi sebuah panel surya yang cukup besar dan dapat menghasilkan arus dan tegangan yang besar.

Prinsip kerja dari panel surya adalah jika cahaya matahari mengenai panel surya, maka elektron – elektron yang ada pada sel surya akan bergerak dari N ke P, sehingga pada terminal keluaran dari panel surya akan menghasilkan energy listrik. Besarnya energy listrik yang dihasilkan oleh panel surya berbeda – beda tergantung dari jumlah sel surya yang dikombinasikan didalam panel surya tersebut. Keluaran dari panel surya ini adalah berupa listrik arus searah (DC) yang besar tegangan keluarannya tergantung dengan jumlah sel surya yang dipasang di dalam panel surya dan banyaknya sinar matahari yang menyinari panel surya tersebut.

Sedangkan pada pembangkit listrik tenaga kincir angin bersifat membantu ketika panel surya kurang mendapat sinar matahari atau langit sedang mendung atau malam tiba dan matahari lenyap, pembangkit listrik akan digerakana oleh kincir angin jadi listrikpun tetap mengalir.

Sebaliknya, ketika angin sedang lemah berhembus, panel-panel sel surya penangkap sinar matahari bisa terus memasok listrik. Pembangkit listrik ini cocok untuk daerah yang cuacanya sering berubah-ubah seperti di pesisir pantai. Pembangkit Listrik Tenaga Angin (PLTA) dikombinasikan dengan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) atau yang disebut hibrid lebih unggul, karena pembangkit listrik hibrida ini dapat memanfaatkan sinar matahari pada saat kecepatan angin rendah dan sebaliknya memanfaatkan energi angin pada saat mendung.

Keluaran dari panel surya dan pembangkit listrik tenaga kincir angin ini sudah dapat

digunakan langsung ke beban yang memerlukan sumber tegangan DC dengan konsumsi arus yang kecil. Agar energi listrik yang dihasilkan juga dapat digunakan pada kondisi – kondisi seperti pada malam hari (kondisi saat panel surya tidak disinari cahaya matahari), maka keluaran dari panel surya ini harus di hubungkan ke sebuah media penyimpanan (*storage*). Dalam hal ini adalah baterai. Tetapi ini tidak langsung dihubungkan begitu saja dari panel surya ke baterai, tetapi harus dihubungkan kerangkaian Regulator, dimana di dalam rangkaian tersebut terdapat rangkaian pengisi batere otomatis (*Automatic charger*). Fungsi dari Regulator ini adalah untuk meregulasi tegangan keluaran dari panel surya dan mengatur arus yang masuk ke batere secara otomatis. Selain itu Regulator berfungsi untuk menghubungkan dan memutuskan arus dari pembangkit (Panel Surya dan pembangkit listrik tenaga angin) ke baterai secara otomatis dan juga berfungsi untuk memutuskan aliran arus dari baterai ke beban bila terjadi hubung singkat ataupun beban yang berlebihan. Tipe regulator yang dirancang disini adalah tipe modifikasi atau gabungan antara seri dan paralel.

3.3 Pengukuran

Pada tahap ini, dilakukan pengukuran langsung pada pane surya untuk mendapatkan nilai rata-rata daya terkecil dari panel surya secara nyata atau berdasarkan kondisi lapangan. Ini dimaksudkan untuk mengantisipasi penyinaran matahari yang lemah, yangn mana sistem panel surya dan kincir angin masih mampu mengisi baterai. Pengukuran ini dilakukan pada parameter tegangan (*volt*), kuat arus (*amper*), dan rentang waktu pengukuran (*jam*) untuk mendapatkan jumlah energi listrik yang dihasilkan panel surya.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian pada alat pembannngkit dapat dilihat pada tabel 4.1 di bawah ini, yang meliputi pengujian pada *output solar cell*, generator kincir angin, *converter stepup dc to dc*, tegangan kerja *charger controller* dan *output* dari baterai sebagai berikut.

Keterangan hasil pengujian tabel 4.1 adalah data berupa tegangan yang dihasilkan dari perancangan *pembangkit listrik tenaga surya dengan kombinasi pembangkit listrik tenaga angin*. Dari hasil pengujian diatas alat bekerja dengan baik. Cahaya matahari dan energi angin dapat dirubah ke energi listrik yang dipakai untuk mengisi *accumulator* untuk menyalakan lampu.

Tabel 4.1 Pengujian pada alat

NO	Jenis pengujian	Hasil	Pengukuran
1	Pengujian pada <i>solar cell</i>	Panel mengeluarkan tegangan dc	17 volt
2	Pengujian pada generator kincir angin	Alat dapat mengeluarkan tegangan	2,7 volt
3	Pengujian pada <i>converter stepup dc to dc</i>	Alat dapat menegeluarkan tegangan	14 volt
4	Pengetesan <i>charger controller</i>	Alat dapat mengisi accumulator	13,75 volt
5	Pengetesan pada <i>accumulator</i>	<i>Accumulator</i> dapat terisi	12,3 volt
6	Pengetesan pada beban	Lampu LED menyala	12 volt

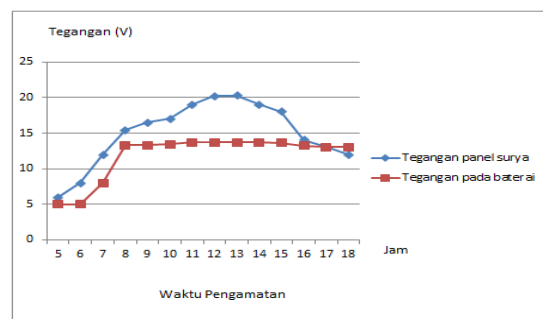
4.1 Pengujian Panel Surya

Dari tabel 4.2 dibawah ini akan dijabarkan data hasil pengukuran pada tegangan yang dihasilkan dari *solar cell* dari jam 08.00 sampai jam 18.00 yang kemudian di bandingkan dengan berapa lama waktu yang di butuhkan panel surya untuk mengisi baterai. Adapun tabelnya adalah sebagai berikut :

Waktu Pengamatan	Tegangan pada panel surya (VDC)	Tegangan pada baterai (VDC)	ARUS
05.00	6	5	0
06.00	8	5	0
07.00	12	8	0.1
08.00	15,4	13.3	0.8
09.00	16,5	13.3	0.9
10.00	17	13.4	0.9
11.00	19	13.7	1
12.00	20,2	13.7	1,08
13.00	20,3	13.7	1.08
14.00	19	13.7	1
15.00	18	13.6	1
16.00	14	13.2	0.6
17.00	13	13	0.5
18.00	12	13	0.1

Tabel 4.2 Pengujian pada panel surya

Dan dari tabel pengukuran pada sel surya dapat dibuat grafik sebagai berikut:



Gambar 4.1 Grafik hubungan antara waktu dan tegangan

Berdasarkan Tabel 4.2 dan Gambar 4.1 maka dapat dikatakan bahwa:

1. *Charger controller* mulai bekerjasaat jam 07.00, ini berarti sel surya melakukan pengisian dari jam 07.00 samapai dengan 18.00 = 12 jam pengisian. Presentase keberhasilan pengisian dalam setengah hari (kurang lebih 12 jam) = 100 %.
2. Dalam satu hari, panel sel surya mampu menghasilkan listrik selama 12 jam (non-stop), apabila cuaca cerah (tidak mendung atau hujan).
3. Tegangan 12 volt pada baterai tercapai setelah sel surya melakukan pengisian efektif selama 1 jam dengan kondisi cuaca cerah.

4.2 Pengujian Generator Angin

Hasil pengujian pada pembangkit listrik kincir angin seperti tabel 4.3 dibawah akan dijelaskan setelah generator kincir angin mendapat aliran energi angin. Adapun tabelnya adalah sebagai berikut :

Tabel 4.3 Pengujian pada pembangkit listrik kincir angin

No.	Kecepatan angin m/s	Pengukuran Output PLTA Tegangan (V)
1	3,4	0,9 Volt
2	3,8	1,5 Volt
3	4,2	2,3 Volt
4	4	2,7 Volt

Berikut adalah tabel *output* yang dikeluarkan *generator* pembangkit listrik tenaga kincir angin. Tabel diatas diukur berdasarkan kecepatan angin yang digunakan untuk memutar kincir angin.

4.3 Pengujian Converter Step Up

Pada pengujian rangkaian *converter step up* ini, *input* rangkaian diberi tegangan dari *generator* kincir angin. Kemudian pengukuran tegangan dilakukan pada *output* rangkaian apakah berfungsi dengan baik atau tidak.

Tabel 4.4 pengujian pada *converter step up*

No.	Tegangan InputVDC	Tegangan OutputVDC
1	1,5	14
2	1,5	14
3	1,5	14
4	1,5	14
5	1,5	14

Dari hasil pengukuran pada tabel 4.4 diatas , dilakukan pengukuran sebanyak 5 kali. Dan didapat tegangan rata-rata 14 Volt dc, maka dapat disimpulkan bahwa rangkaian *converter* ini berfungsi dengan baik. Rangkaian *converter* inilah yang nanti akan *disupply* langsung dari generator kincir angin. Dan *output* dari rangkaian *converter* inilah yang akan diteruskan kerangkaian *charger* untuk *supply* tegangan.

4.4 Pengujian Charge Controller

Untuk pengujian rangkaian ini diberikan *input* tegangan langsung dari panel surya dan *generator* kincir angin, dan dimana pada *output* dari rangkaian ini akan diukur tegangan yang dihasilkan oleh rangkaian ini :

Tabel 4.5 Pengujian pada *output charger controller*

Tegangan Input (V)	Tegangan Output (V)	Amper
20	13,7	1,4
20	13,7	1,4
18	13,6	1,3
16	13,6	1,3
16	13,6	1,3

Dari hasil pengukuran pada 4.5 diatas didapat tegangan *output* pada rangkaian ini adalah 13,6 Volt dan arus yang dikeluarkan adalah 1,3 Amper. Maka dari data diatas dapat kita dapat mengetahui berapa lama kita membutuhkan waktu untuk *charger* baterai hingga penuh adalah sebagai berikut :

Dari tabel 4.5 diatas, untuk menghitung berapa lama pengisian pada baterai dapat menggunakan rumus pada persamaan 2.4 yaitu :

$$T = \frac{I_{BATERAI}}{I_{SOLAR CELL}}$$

$$T = 7,5 \text{ A} / 1,3 \text{ A}$$

$$T = 5,7 = 5 \text{ jam } 7 \text{ menit.}$$

Dimana: h = waktu yang diperlukan (jam)

$$I_{\text{Baterai}} = 7,5 \text{ AH}$$

$$I_{\text{solar cell}} = 1,32 \text{ A/jam}$$

Dari data perhitungan diatas dapat disimpulkan bahwa kapasitas rangkaian *charger* baterai dengan keadaan kosong dan dari daya yang dihasilkan rangkaian *charger* ini membutuhkan waktu sekitar 5 jam 7 menit

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Hasil dari penelitian mengenai perancangan pembangkit listrik tenaga *hybride* (tenaga surya dan tenaga angin). Maka kesimpulan yang penulis dapatkan dari alat ini adalah:

1. Untuk merancang sebuah pembangkit listrik tenaga *hybride*, maka harus menentukan berapa daya atau watt yang akan digunakan.
2. Dari hasil pengujian alat daya yang dihasilkan dari pembangkit listrik tenaga *hybride* ini adalah 20 watt.

5.2 Saran

Untuk menghidupkan beban dengan kapasitas daya yang besar dan waktu pemakaian lebih lama dalam pemakaian, bisa menggunakan panel surya dengan daya diatas 20 Wp dan baterai dengan kapasitas lebih besar dari 7,5 Ah.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Budiono, Chayun. 2001, *Tantangan dan Peluang Usaha Pengembangan Sistem Energi Fotovoltaik di Indonesia*, Seminar Nasional Sel Surya I dan Workshop, Surabaya, 19 – 20 September 2001.
- [2] Daryanto. 2011. *Pengetahuan Baterai Mobil*. Bandung: Penerbit Bumi Aksara.
- [3] Hamid, Raka. "Pengertian Energi Alternatif" <http://www.indoenergi.com/2012/04>
- [4] Naibaho, 1994, *Teknik Tenaga Listrik Tenaga Surya*, Malang, PPPGT VEDC
- [5] Syahrul (2008). "Prospek Pemanfaatan Energi Angin Sebagai Energi Alternatif di Daerah Pedesaan". *Jurnal Media Elektrik*.
- [6] Sigalingging, Karmon. 1994, *PLTSurya*, Bandung, Tarsito
- [7] Wibowo R.A., 2008, *Melihat prinsip kerja sel surya lebih dekat*.