

## Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid Berbasis Energi Surya dan Energi Angin Sepdian<sup>#</sup>

<sup>#</sup> Teknik Listrik, Politeknik Jambi, Jl. Lingkar Barat 2, Lrg Veteran, Alam Barajo, Jambi, 36129, Indonesia  
E-mail: [sepdian@politeknikjambi.ac.id](mailto:sepdian@politeknikjambi.ac.id)

---

*Abstract— One of the problems in the field of electrical energy is limited fossil energy resources are the main source of electrical energy producer in Indonesia. To reduce the impact of electricity dependence on the availability of this fossil, it needed a new source of electrical energy that can be renewed. Hybrid power is one source of electrical energy, which is sourced from the light and wind gusts that are environmentally friendly. Due to this hybrid power source of the sun and the wind is, the output voltage of electricity is not stable, because the change according to the circumstances surrounding nature. Batteries are one of the tools that can store electrical energy and can accommodate energy output from the hybrid power source. This research will be discussed rationing system is a hybrid of the capacity of the energy storage system, which includes the relationship between light intensity and the wind blowing against the current and the voltage is raised, and the efficiency increase of the energy storage system.*

*Keywords --- hybrid power systems, regulators, batteries, power conversion.*

*Abstrak—* Salah satu permasalahan dalam bidang energy listrik adalah keterbatasan sumber energi fosil yang merupakan sumber utama penghasil energi listrik di Indonesia. Untuk mengurangi dampak ketergantungan listrik terhadap ketersediaan fosil ini, maka dibutuhkan sumber energi listrik baru yang dapat diperbarui. Tenaga Hybrid merupakan salah satu sumber penghasil energi listrik, yang bersumber dari cahaya dan hembusan angin yang ramah lingkungan. Dikarenakan sumber dari tenaga hybrid ini adalah matahari dan hembusan angin, maka keluaran tegangan listriknya tidak stabil, karena berubah-ubah sesuai dengan keadaan alam sekitar. Baterai adalah salah satu peralatan yang dapat menyimpan energi listrik dan dapat menampung energi keluaran yang berasal dari sumber tenaga hybrid. Pada penelitian ini akan dibahas sistem pencatutan hybrid terhadap kapasitas sistem penyimpanan energi, yang meliputi hubungan antara intensitas cahaya dan hembusan angin terhadap arus dan tegangan yang dibangkitkan, serta efisiensi dari sistem penyimpanan energi ini.

*Kata Kunci --- sistem tenaga hybrid, charger, baterai, konversi daya.*

---

### I. PENDAHULUAN

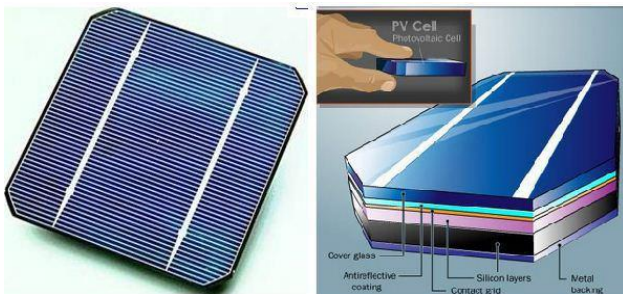
Saat ini kebutuhan energy, khususnya energy listrik (energy listrik adalah energy yang dapat mudah dikomversikan ke dalam bentuk energy yang lain) terus meningkat dengan pesat, bahkan diluar estimasi yang diperkirakan. Sehingga, kebutuhan manusia juga turut meningkat sehingga eksploitasi terhadap sumber-sumber energy berbasis fosil, seperti minyak bumi, batu bara, dan lain-lain terus-menerus dilakukan demi kelangsungan aktivitas-aktivitas hidup umat manusia. Sedangkan kita ketahui bahwa sumber-sumber energy berbasis fosil ini termasuk dalam kelompok sumber daya alam yang tidak dapat diperbarui, ketersediaannya semakin berkurang, sehingga cepat atau lambat akan habis pada suatu masa.

Tenaga surya mempunyai arti mengubah sinar matahari secara langsung menjadi panas atau energi listrik untuk keperluan rumah tangga, industri, bahkan transportasi. Tipe tenaga matahari yaitu photovoltaic (*Photo*=cahaya. *Voltaic*=tegangan) yang memberdayakan pembangkit listrik dari cahaya. Teknologinya yaitu dengan penggunaan bahan semi konduktor disesuaikan untuk melepas elektron. Pertikel bermuatan negative yang membentuk dasar listrik. Masalah utama dari kedua jenis energi tersebut adalah tidak tersedia terus menerus [1]

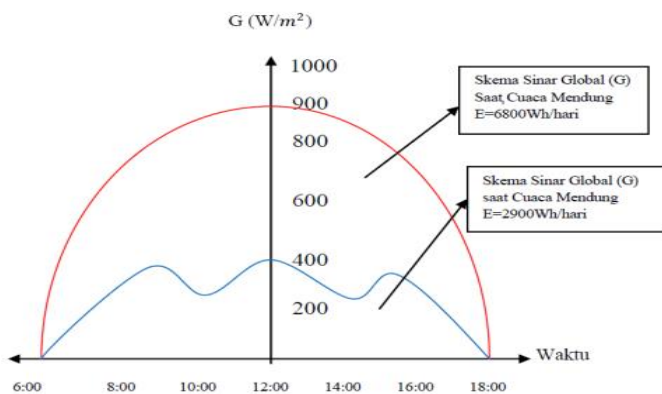
II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Pembangkit Listrik Tenaga Surya

Potensi tenaga surya Indonesia secara umum ada pada tingkat satisfy (cukup). Hal ini tentunya dapat menjadi salah satu patokan kita dalam menyusun perencanaan energy di masa depan. Selain itu potensi ini setidaknya dapat menjadi penyejuk di tengah panasnya isu krisis listrik yang selama ini menghantui Indonesia. Suplai energy surya dari matahari yang di terima oleh permukaan bumi sangat luar biasa besarnya yaitu mencapai 3 X 10<sup>24</sup> joule pertahun, energy ini setara dengan 2 X 10<sup>17</sup> Watt. Jumlah energy sebesar itu setara dengan menutup 0,1 persen saja permukaan bumi dengan divais solar sel yang memiliki efesiensi 10% sudah mampu untuk menutupi kekurangan kebutuhan energy diseluruh dunia saat ini. [1]



Gambar 1. Sel surya (Size 10 x 10mm)



Gambar 2. Skema sinar global

Tenaga matahari dapat diubah menjadi tenaga listrik dengan dua cara yakni:

1) *Photovoltaic (PV device)*: atau solar cell, yaitu mengubah cahaya matahari langsung menjadi listrik. Cara ini umumnya digunakan di daerah terpencil yang belum ada jaringan listrik konvensional. Penggunaan photovoltaic banyak digunakan untuk kakulator, jam tangan, rambu-rambu jalan, lampu penerangan taman, dan sebagainya.

2) *Solar panel plant*: sistem ini tidak secara langsung menghasilkan listrik yaitu panas yang dihasilkan alat pengumpul panas matahari digunakan untuk memanaskan suatu cairan sehingga menghasilkan tenaga uap untuk tenaga generator.

B. Pembangkit Listrik Tenaga Angin

Energi angin adalah sama halnya dengan energi surya, yaitu merupakan salah satu dari energi alternatif non fosil yang bersifat renewable dimana ketersediaanya di alam ini sangat berlimpah. Syarat-syarat dan kondisi angin yang dapat digunakan untuk menghasilkan energi listrik dapat dilihat pada tabel berikut:

TABEL I.  
KONDISI IDEAL ANGIN UNTUK PLTA [1]

Kelas Angin	Kondisi Angin		
	Kecepatan Angin (m/d)	Kecepatan Angin (Km/Jam)	Kecepatan Angin (Knot/Jam)
1	0,3-1,5	1,0-5,4	0,58-2,92
2	1,6-3,3	5,5-11,9	3,11-6,42
3	3,4-5,4	12,0-19,5	6,61-10,5
4	5,5-7,9	19,6-28,5	10,7-15,4
5	8,0-10,7	28,6-38,5	15,6-20,8
6	10,8-13,8	38,6-49,7	21,0-26,8
7	13,9-17,1	49,8-61,5	27,0-33,3
8	17,2-20,7	61,6-74,5	33,5-40,3
9	20,8-24,4	74,6-87,9	40,5-47,5
10	24,5-28,4	88,0-102,3	47,7-55,3

III. METODEOE PENELITIAN

A. Perencanaan Pembuatan Modul Surya

Tegangan yang dihasilkan sel surya adalah sebesar 0,5 volt sampai 0,6 volt ( ukuran sel 10 X 10 cm ). Jadi untuk mendapatkan tegangan dan daya yang besar maka kita perlu banyak sel surya yang disambung satu sama lain dalam modul yang disebut modul surya.

B. Hubungan Seri - Paralel Modul Surya



Gambar 3. Rancangan sel-sel surya seri – paralel

Dengan memparalel beberapa sel/modul surya, dapat menghasilkan tegangan yang lebih besar dan arus

yang lebih besar pula. Memparalel string-string modul surya dapat ditunjukkan pada gambar di bawah ini.

Dari contoh gambar diatas dapat diperhitungkan karakteristik hubungan seri – paralel sebagai berikut: Tegangan keluaran U total:

$$U_{total} = (U_1 + U_2 + U_3 + U_4 + U_5 + U_6 + U_7 + U_8 + U_9) = \dots volt \tag{1}$$

$$I_{string\ 1} = \frac{P_1}{U_1} = \frac{P_2}{U_2} = \frac{P_3}{U_3} \sim \frac{P_9}{U_9} \tag{2}$$

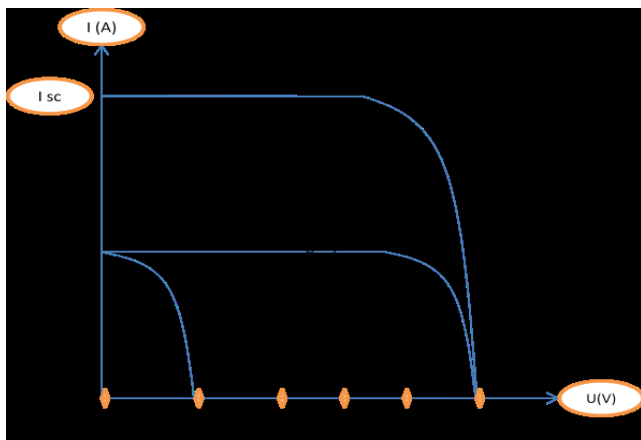
I string 2~ 4 = sama perhitungan dengan I string 1

$$I_{total} = I_{string\ 1} + I_{string\ 2} + I_{string\ 3} + I_{string\ 4} = \dots ampere \tag{3}$$

$$P_{total} = U_{total} \times I_{total} = \dots watt \tag{4}$$

Atau :

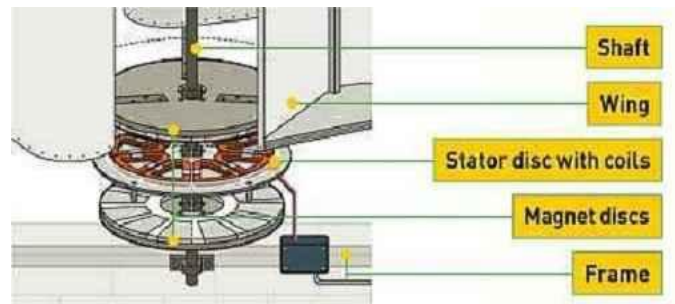
$$P_{total} = Daya\ setiap\ modul\ (W) \times Jumlah\ modul = \dots watt \tag{5}$$



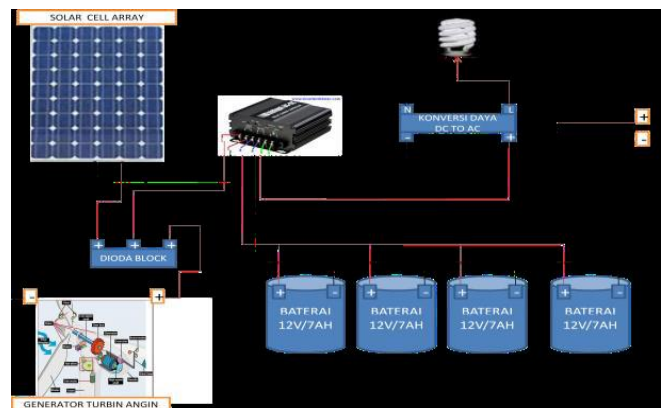
Gambar 4. Karakteristik Seri – Paralel

**C. Perencanaan Pembuatan Pembangkit Energi Angin**

Efisiensi angin dipengaruhi oleh kecepatan angin dan jenis angin tersebut, serta titik rancangan dan jenis kincir yang digunakan. Pengambilan data yang diperlukan untuk pengamatan dilakukan dengan menggunakan kincir angin dengan peralatan pendukung sebagai berikut :



Gambar 5. Skema turbin angin (vertical axis wind turbine)



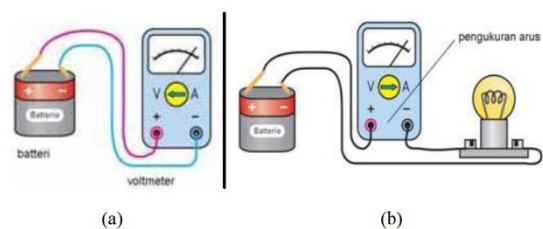
Gambar 6. Rangkaian percobaan

Pada gambar diatas terdapat DC *direct load* (beban DC), rangkain bias jadi begitu tetapi karena kita ingin menginginkan daya yang masuk ke baterai bernilai optimum, maka dalam percobaan ini beban DC tersebut tidak dimasukkan.

**D. Pengujian yang Dilakukan**

Selain mengukur tegangan dan arus yang masuk ke baterai selama charging, diukur pula arus dan tegangan selama didischarging dari baterai ke beban. Beban yang dipakai adalah kipas angin dan lampu. Dimana sebelum ke AC, rangkain *solar cell power supply* melewati rangkaian diode block dan inverter, lalu daru ke AC. Karena tegangan aki pada saat discharging berbeda dengan kondisi normalnya, karena setelah beban dilepas dari aki, tegangan aki akan naik, maka perlu dipehatikan bahwa tegangan akhir setelah discharging bukan tegangan akhir aki yang stabil, tetapi harus beberapa saat hingga stabil.

**E. Ampermeter dan Voltmeter**



Gambar 7. Pengukuran (a) arus dan (b) tegangan.

F. Sistem Penyimpanan Energi ( Accumulator )

Baterai yang digunakan adalah jenis *accumulator* yang biasa dipakai pada kendaraan atau UPS. *Accumulator* ini merupakan jenis baterai lead acid dan adalah jenis aki kering. Tegangan nominalnya sebesar 12 V, terdiri dari 6 sel yang masing –masing mempunyai nominal tegangan 2 Volt, yang dihubungkan secara seri. Kapasitas dari aki ini sebesar 7 Ah dengan merek Roket. Apabila membutuhkan arus yang besar dapat diparalelkan lebih dari satu aki.

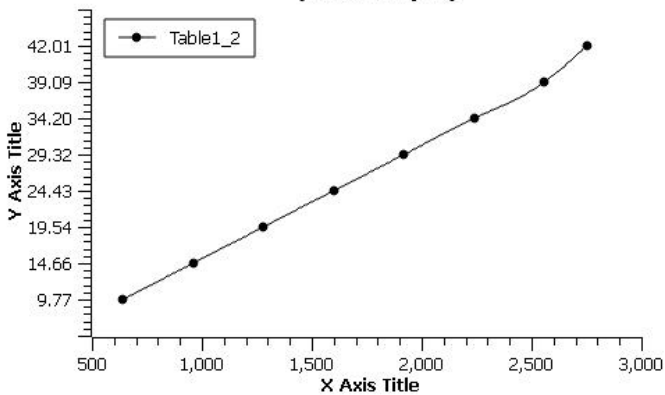
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Simulasi Pengujian dan Analisa Energi Angin

TABEL II.  
ENERGI YANG DIHASILKAN TERHADAP RPM

No.	RPM Turbin	RPM Generator	Volt	Watt
1	10	640	6,98	9,77
2	15	960	10,47	14,66
3	20	1280	13,96	19,54
4	25	1600	17,67	24,43
5	30	1920	20,94	29,32
6	35	2240	24,67	34,20
7	40	2560	27,98	39,09
8	43	2752	30,01	42,01

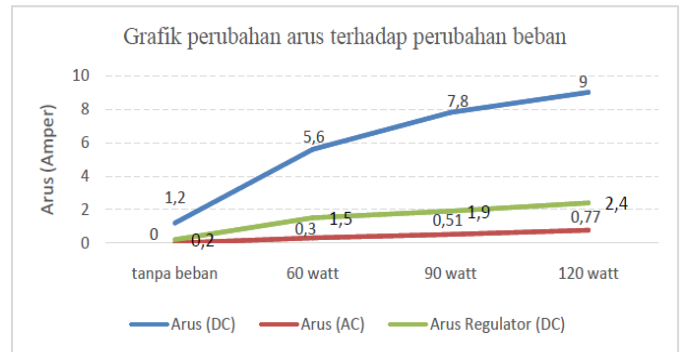
Grafik Daya Listrik dari Angin  
(watt vs rpm)



Gambar 8. Grafik daya listrik dihasilkan angin

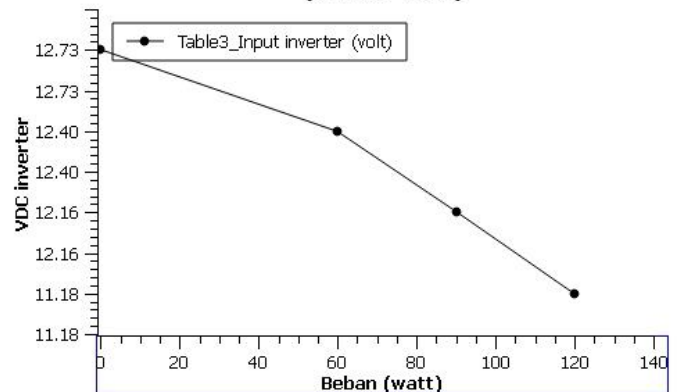
TABEL III.  
PENGUKURAN TEGANGAN DAN ARUS INVERTER

Beban (Watt)	Masukan Regulator (DC)		Masukan Inverter (DC)		Keluaran Inverter (AC)	
	Tegangan (V)	Arus (A)	Tegangan (V)	Arus (A)	Tegangan (V)	Arus (A)
Tanpa Beban	> 13,50 < 13,50	0,2 0	12,73	1,2	225	0
60	> 13,50	1,5	12,40	5,6	200	0,3
90	> 13,50	1,9	12,16	7,8	175	0,51
120	> 13,50	2,4	11,18	9	155	0,77

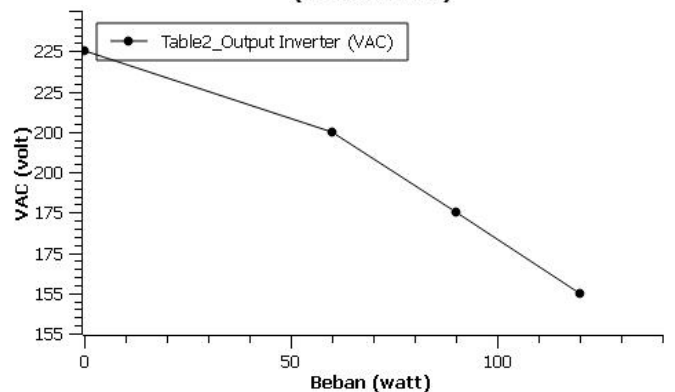


Gambar 9. Grafik perubahan arus terhadap perubahan beban

Grafik perubahan Vin inverter terhadap beban  
(volt vs watt)



Grafik perubahan Vout inverter terhadap bebar  
(volt vs watt)



Gambar 10. Grafik perubahan tegangan terhadap beban pada inverter

Perhitungan daya pada aki yang dipengaruhi oleh tanpa dan dengan pembebanan pada inverter:

TABEL IV.  
PERHITUNGAN DAYA MASUKAN INVERTER

Tanpa Beban	Tegangan (V) V	Arus (A) I	Daya (Watt) $P = V \cdot I$
	12,73	1,2	15,27
60	12,40	5,6	69,44
90	12,16	7,8	98,2
120	11,18	9	100,62

TABEL V.  
HASIL PERHITUNGAN DAYA INVERTER

Beban (Watt)	Masukan Inverter (DC)		Daya (W)	Keluaran Inverter (AC)		Daya (W)
	Tegangan (V)	Arus (A)		Tegangan (V)	Arus (A)	
Tanpa Beban	12,73	1,2	15,27	225	0	0
60	12,40	5,6	69,44	200	0,3	60
90	12,16	7,8	98,2	175	0,51	89,25
120	11,18	9	100,6	155	0,77	119,35

#### V. KESIMPULAN

Teknologi hybrid berbasis energi surya dan angin merupakan teknologi yang menggunakan energi surya dan angin sekaligus sebagai sumber energinya untuk mencapai efisiensi penggunaan sumber energi itu sendiri. Jika teknologi hybrid berbasis energi surya atau angin, teknologi hybrid energi surya dan angin ini memiliki kelebihan dan kekurangan.

pada saat hujan berangin, meskipun sel surya tidak dapat berfungsi tetapi kincir angin masih dapat berfungsi untuk menghasilkan energi listrik.

pada saat musim panas, meskipun kincir angin tidak berfungsi tetapi sel surya masih dapat berfungsi untuk menghasilkan listrik, dan usia dari photovoltaic dapat lebih dari 25 th. 3. Mekanisme kerja dari teknologi hybrid berbasis energi surya dan angin adalah, saat angin bertiup bilah-bilah kincir akan bergerak memutar dinamo (*dynamo*) yang membangkitkan arus listrik. Listrik ini kemudian disalurkan ke bagian

penyimpanan yang berupa sejumlah aki mobil, motor ataupun yang digunakan di peralatan UPS. Pada saat yang sama, ketika matahari bersinar panel sel surya akan menangkap sinar untuk diubah juga menjadi listrik

#### NOMENKLATUR

I	arus listrik	ampere
V	tegangan listrik	volt
P	daya listrik	watt

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Soetejo, A. Lomi, A Nakhoda, Y.I, Pembangkit Listrik Hybrid Angin Dan Surya. 2006. Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional (ITN). Malang 31.
- [2] Markus Nanda, Rancang Bangun Kincir Angin Sumbu Horizontal, 2008, Skripsi Fakultas Sains Dan Teknologi Sanata Dharma Yogyakarta.
- [3] Siswoyo, Buku Teknik Listrik Industri, 2008, Departement Pendidikan Nasional.
- [4] Eki Adittyawan, Studi Karakteristik Pencatuan Solar Cell Terhadap Kapasitas System Penyimpanan Energy Baterai, 2010, Skripsi Fakultas Teknik Elektro Universitas Indonesia Depok
- [5] Triyas Ika Wulandari. Rancang Bangun System Penggerak Pintu Air Dengan Memanfaatkan Energy Alternative Matahari (Hardware/ Software). 2010. Proyek Akhir, Jurusan Teknik Electro Industri Politeknik Elektronika Surabaya.
- [6] Wasana Saputra, Rancang Bangun Solar Tracking System Untuk Mengoptimalkan Penyerapan Energy Matahari Pada Solar Cell. 2008. Skripsi Fakultas Teknik Elektro Universitas Indonesia Jakarta.