

## SISTEM HYBRID PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA DENGAN TENAGA ANGIN

I Ketut Parti <sup>1)</sup>, I Noman Mudiana <sup>2)</sup>, Ni wayan Rasmini<sup>3)</sup>

<sup>1,2,3)</sup>Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bali, Jimbaran, Bali , 80361

Email: [partigen@pnb.ac.id](mailto:partigen@pnb.ac.id)

### *Abstract*

*The current energy crisis once again teaches us, the Indonesian people that serious and systematic efforts to develop and implement renewable energy sources to reduce dependence on fossil fuels need to be done immediately. The use of renewable energy sources that are environmentally friendly, especially those that can reduce the various adverse impacts caused by the use of fossil fuels. The urge to leave petroleum as a source of national energy procurement is currently being rolled out by various parties, including from the government itself. These steps are needed so that Indonesia emerges from a sustainable energy crisis. To optimize the need for a merger (Hybrid) of two generators namely PLTS with PLTB. The purpose of this study is to determine the merging of electric power generation systems produced by a set of wind power plants with Vertical type windmills with solar power with hybrid systems are expected to optimize the system electricity generation between the two plants.*

**Keywords:** *Hybrid, generator, wind power, solar power.*

### **Abstrak**

Krisis energi saat ini sekali lagi mengajarkan kepada kita, bangsa Indonesia bahwa usaha serius dan sistematis untuk mengembangkan dan menerapkan sumber energi terbarukan untuk mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar fosil perlu segera dilakukan. Penggunaan sumber energi terbarukan yang ramah lingkungan, terutama yang dapat mengurangi berbagai dampak buruk yang ditimbulkan akibat penggunaan bahan bakar fosil. Desakan untuk meninggalkan minyak bumi sebagai sumber pengadaan energi nasional saat ini terus digulirkan oleh berbagai pihak, termasuk dari pemerintah sendiri. Langkah tersebut diperlukan agar Indonesia keluar dari krisis energi yang berkelanjutan. Untuk mengoptimalkan perlu adanya penggabungan ( Hybrid) dua buah pembangkit yaitu PLTS dengan PLTB. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui penggabungan system pembangkit energi listrik yang dihasilkan oleh seperangkat pembangkit listrik tenaga angin dengan kincir tipe Vertikal dengan dengan tenaga surya dengan system hybrid diharapkan dapat mengoptimalkan system pembangkitan energi listrik antara dua pembangkit tersebut.

**Kata kunci:** *Hybrid , pembangkit, tenaga angin , tenaga surya .*

## **PENDAHULUAN**

Keterbatasan energi listrik dan tingginya ketergantungan terhadap bahan bakar fosil yang sudah mulai menipis, membuat pemerintah harus mencari alternatif lain sebagai sumber energi. Potensi Sumber Daya Alam yang berlimpah, baik air, angin, maupun matahari merupakan alternatif peluang yang seharusnya dimanfaatkan sebaik-baiknya oleh pemerintah.

Salah satu cara adalah dengan menggabungkan kedua sumber energi tersebut yang biasa disebut dengan sistem hybrid. "Apabila salah satu sumber energi tidak bisa menghasilkan energi maka sumber energi lain yang akan mensuplay energi ke beban" *Harmini, Titik Nurhayati (2018)*. Angin merupakan salah satu sumber daya alam yang dapat dimanfaatkan untuk membangkitkan listrik dan tidak dapat habis untuk diperbaharui kembali, oleh karena itu energi angin adalah energi alternatif yang memiliki prospek baik untuk memenuhi kekurangan energi listrik selain keberadaannya yang selalu tersedia, energi angin juga merupakan energi yang ramah lingkungan.

## **TINJAUAN PUSTAKA**

Pada dasarnya angin terjadi karena adanya perbedaan suhu antara udara panas dan dingin. Di daerah Khatulistiwa yang panas, udaranya menjadi panas, mengembang dan menjadi ringan, menaik ke atas dan bergerak  $30^\circ$  hingga  $60^\circ$  ke daerah yang lebih dingin misalnya daerah Kutub. Sebaliknya di daerah Kutub yang dingin, udaranya menjadi dingin dan turun ke bawah dengan demikian terjadi suatu perputaran udara berupa perpindahan udara dari Kutub Utara ke Garis Khatulistiwa menyusuri permukaan bumi sekitar  $30^\circ$  hingga  $60^\circ$ , dan sebaliknya suatu perpindahan udara dari Garis Khatulistiwa kembali ke Kutub Utara, melalui lapisan udara yang lebih tinggi

### **1. Pembangkit Listrik Tenaga Angin (Bayu)**

"Untuk mengkonversikan energi kinetik dari angin menjadi listrik perlu adanya turbin angin. Fungsi dari kecepatan angin dan luas dari baling-baling turbin merupakan total daya yang dapat ditangkap oleh turbin angin" *Roihan Abdullah dan Subiyanto (2018)* Pembangkit listrik tenaga angin adalah suatu pembangkit listrik yang menggunakan angin sebagai sumber energi untuk menghasilkan energi listrik. Pembangkit ini dapat mengkonversikan energi angin menjadi energi listrik dengan menggunakan turbin angin atau kincir angin. Sistem pembangkitan listrik menggunakan angin sebagai sumber energi merupakan sistem alternatif yang sangat berkembang pesat, mengingat angin merupakan salah satu energi yang tidak terbatas di alam sepanjang masa.

Turbin angin terbagi dalam dua kelompok yaitu turbin sumbu horisontal, turbin angin sumbu horisontal biasanya baik memiliki dua atau tiga modul. Jenis lain yaitu turbin sumbu vertikal. Turbin ini berbilah tiga dioperasikan melawan angin, dengan modul menghadap ke angin.

## 2. Turbin Angin Sumbu Vertikal

Kendala penggunaan turbin angin adalah kecepatan angin dan arah angin yang berubah-ubah sepanjang waktu. Oleh karena itu, turbin angin yang baik adalah turbin yang dapat menerima angin dari segala arah selain itu juga mampu bekerja pada angin dalam kecepatan yang rendah salah satunya Turbin Angin Sumbu Vertikal (TASV). Turbin ini memiliki efisiensi yang lebih kecil dibandingkan dengan turbin angin sumbu horizontal.

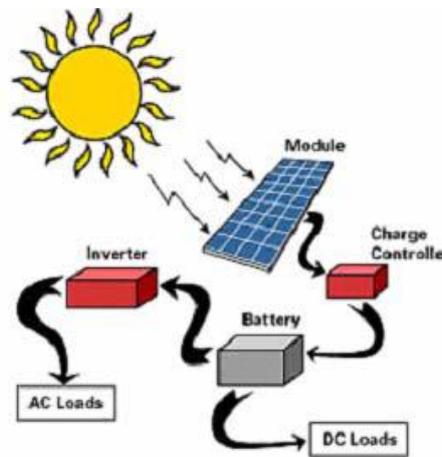
Ada berbagai type TASV yang sering digunakan diantaranya adalah Tipe Savonius, Tipe Darrieus, dan Tipe H-Rotor.

a. Tipe Savonius TASV seperti yang ditunjukkan pada gambar dibawah, diciptakan oleh seorang insinyur Finlandia SJ Savonius pada tahun 1929. Kincir TASV ini merupakan jenis yang paling sederhana dan menjadi versi besar dari anemometer. Kincir Savonius dapat berputar karena adanya gaya dorong dari angin, sehingga putaran rotorpun tidak akan melebihi kecepatan angin. “Meskipun daya koefisien untuk jenis turbin angin bervariasi antara 30% sampai 45%, menurut banyak peneliti untuk jenis Savonius biasanya tidak lebih dari 25%. Jenis turbin ini cocok untuk aplikasi daya yang rendah dan biasanya digunakan pada kecepatan angin yang berbeda.” *I Ketut Parti (2019)*

## 3. Sistem PLTS

Komponen utama yang membangun PLTS yaitu *solar module*. yang berfungsi sebagai perubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik. Komponen ini mengkonversikan energi dari cahaya matahari menjadi energi listrik. *Solar cell* merupakan komponen vital yang umumnya terbuat dari bahan semikonduktor. *multicrystallinesilicon* adalah bahan yang paling banyak dipakai dalam industri *solar cell*. *Multicrystalline* dan *monocrystallinesilicon* menghasilkan efisiensi yang relatif lebih tinggi dari pada *amorphoussilicon*.” Energi listrik yang dihasilkan oleh solar sel tunggal sangat kecil sehingga dibutuhkan beberapa solar sel yang digabungkan menjadi sebuah panel yang disebut dengan panel surya atau panel solar photovoltaic” *Harmini (2018)*  
“Pada prinsipnya pemanfaatan energi suryasebagai tenaga pembangkit energi listrikbertumpu pada sebuah elemen fotolistrikyang berfungsi sebagai pengubah energy cahaya menjadi energi listrik yang biasadisebut sel surya atau solar cell. *Gordon Arifin Sinaga (2019)*

Komponen lain adalah: inverter yang berfungsi untuk merubah tegangan DC yang dihasilkan oleh modul sel surya menjadi tegangan AC untuk mensuplai beban AC. Baterai difungsikan sebagai penyimpan energy listrik yang akan di isi oleh tenaga listrik yang berasal dari sistem sel surya. Pada saat pelepasan muatan, arus searah yang berasal dari baterai akan dirubah menjadi arus bolak-balik oleh inverter dan kemudian dialirkan menuju beban. Untuk menjaga agar baterai tidak mengalami kelebihan muatan (over charge) dan kekurangan muatan (under charge) maka pengoperasian baterai dan inverter perlu dikontrol oleh suatu sistem control.



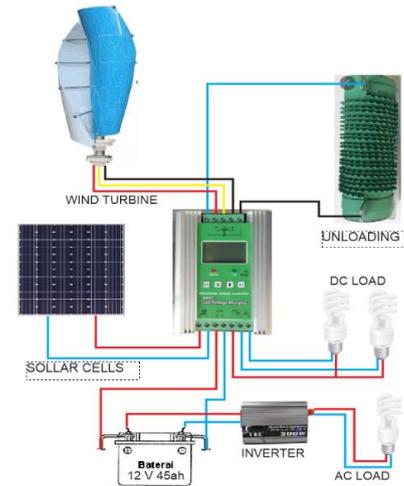
Gambar 2. System pembangkit listrik tenaga surya

## METODELOGI

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah panel surya yang digunakan tipe multikristalin dan kincir angina vertikal dengan spesifikasi sebagai berikut :

1. Panel surya 100wp
2. MPPT
3. Kincir angin 12v. 200w
4. anemometer
5. Avo meter digital

Pengambilan data pada pembangkit hybrid dilakukan dengan mengukur tegangan yang dihasilkan oleh pembangkit tersebut dengan volt meter. dan kecepatan angina akan diukur dengan anemometer.



Daya pengenal turbin  
 angin 200 w  
 Dinilai voltase baterai 24  
 V Tegangan rem 30 V  
 Recovery tegangan 27 V

Gambar 3. System hybrid pembangkit listrik tenaga surya degan tenaga angin kincir vertikal

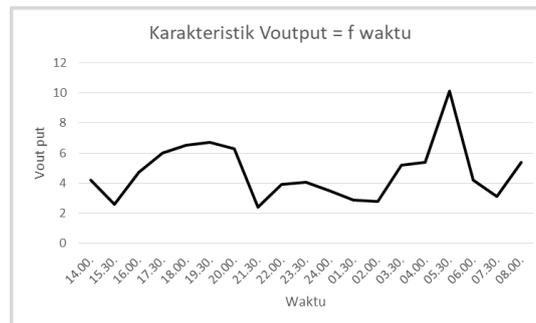
Tegangan yang dihasilkan dari dua buah pembangkit tenaga surya maupu tenaga angin akan masuk ke MPPT, dimana fungsi MPPT disini adalah sebagai charger controller yang akan mengisi aki, dimana disini dapat di kotrol berapa besarnya tegangan pengisian juga disini dapat diatur berapa tegangan minimum aki sehingga sehingga akki tidak sampai kosong, yang dc menjadi mengakibatkan aki akan rusak. Dari aki arus listrik dapat di alirkan ke inverter jika untuk mengubah tngangan dc menjadi ac kembali dan lansung di alirkan ke beban.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Tabel 1.  
 Pengukuran Besarnya Tegangan 6 juni 2020

No	Jam	Kec angin	V out
1	14.00.	4.07	4.2
2	15.30.	1.4	2.6
3	16.00.	3.6	4.7
4	17.30.	4	6
5	18.00.	4.67	6.5
6	19.30.	4.73	6.7
7	20.00.	3.1	6.3
8	21.30.	1.45	2.4
9	22.00.	2.29	3.9
10	23.30.	2.45	4.05
11	24.00.	1.77	3.5

No	Jam	Kec angin	V out
12	01.30.	2.08	2.9
13	02.00.	2.04	2.8
14	03.30.	2.65	5.2
15	04.00.	3.23	5.4
16	05.30.	6.53	10.1
17	06.00.	3.13	4.2
18	07.30.	2.14	3.1
19	08.00.	3.23	5.4



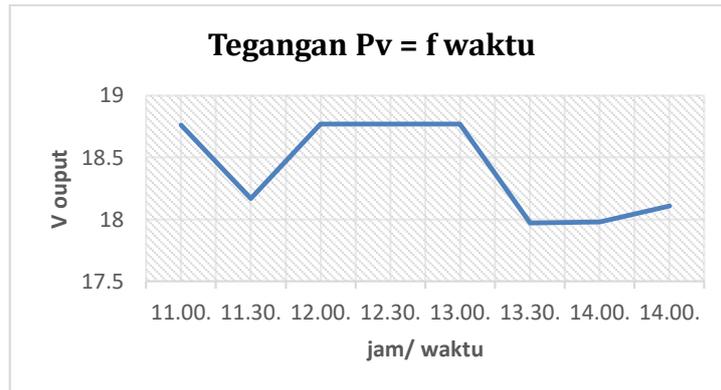
Gambar 1. Karateristik tegangan ouputb = f ( waktu)

Pengujian pembangkit listrik tenaga angin siang atau malam tegangan ac tanpa beban adalah: untuk mengetahui energi yang dihasilkan kincir angin serta untuk mengetahui berapa besar tegangan yang mengalir baik tegangan minimal, maupun tegangan keluaran tanpa beban maksimalnya. Pengujian ini dilakukan besarnya tegangan terhadap kecepatan angin.

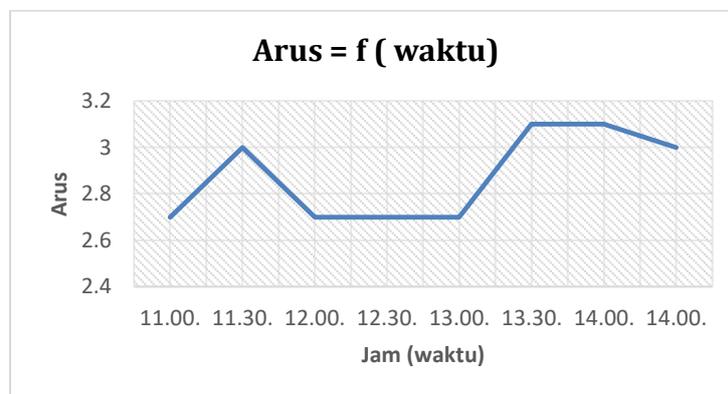
Pada karakteristik tegangan ac = fungsi kecepatan angin , saat kecepatan angin 1.4 sampai 6.0m/dt maka tegangan yang dihasilkan pembangkit listrik tenaga angin yaitu naik linier dari 6 sampai 10.1volt

Tabel 3.  
 Pengukuran Besarnya Tegangan dc = f (waktu) 10 juni 2020

No	Jam	Tegangan PV (V)	Arus (I)
1	11.00.	18.76	2.7
2	11.30.	18.17	3
3	12.00.	18.77	2.7
4	12.30.	18.77	2.7
5	13.00.	18.70	2.7
6	13.30.	17.97	3.1
7	14.00.	17.98	3.1
8	14.00.	18.11	3



Gambar 3. Karakteristik  $V_{\text{output}} = F(\text{waktu})$



Gambar 4. Karakteristik  $\text{Arus} = F(\text{waktu})$

Pengujian pembangkit listrik tenaga surya tegangan dc tanpa beban adalah: untuk mengetahui energi yang dihasilkan sell surya serta untuk mengetahui berapa besar tegangan dc yang mengalir baik tegangan minimal, maupun tegangan keluaran tanpa beban maksimalnya. Pengujian ini dilakukan besarnya tegangan terhadap waktu solar yang disinari matahari.

## KESIMPULAN

System hybrid pada pembangkit listrik tenaga angin vertical dengan pembangkit listrik tenaga surya harus memenuhi pembangkitan energi:

1. Pada System hybrid kedua pembangkit tersebut harus dapat bekerja bersama-sama atau juga dapat bekerja secara bergantian sehingga dapat mengoptimal pembangkitkan nergi yang dihasilkan
2. Pada siang hari kedua pembangkit akan bekerja secara bersama, baik pembangkit energy surya maupun pembangkit energi angin ( PLTB)

3. Pada malam hari pembangkit energy angin akan dapat mebangkitkan energy sehingga kontinyuitas energi yang dihasilkan untuk menggantikan energi yang tidak dapat dihasilkan oleh solar panel.

## DAFTAR PUSTAKA

- Antonov Bachtiar, Wahyudi Hayattul. (2018). *Jurnal Teknik Elektro ITP*. Vol. 7, No. 1, Januari.
- Gordon Arifin Sinaga<sup>1</sup>, I Made Mataram<sup>2</sup>, Tjok Gede Indra Partha. (2018). Analisis Pembangkit listrik Sistem Hybrid Grid Connected Di Villa Perumahan Saba, Gianyar – Bali. *Jurnal SPEKTRUM* Vol. 6,
- Harmini, Titik Nurhayati. (2018). Pemodelan Sistem Pembangkit Hybrid Energi solar dan Angin, *eLEKTRIKAL*, Vol. 10 No.2 hal 28-32
- I Ketut Parti, IN Mudiana, N.W Rasmini. (2019). Analysis of wind speed effect on voltage in wind power plant performance, *Journal of Physics: Conference Series, Volume 1450, International Conference on Applied Science and Technology (iCAST on Engineering Science)* 24–25 October , Bali, Indonesia
- I Ketut Parti, I Wayan Raka Ardana, I Nyoman Mudiana. (2018). Pengaruh Teperatur PV Solar Sel Terhadap Karakteristik I-V dengan menggunakan Aplikasi Software GT Solar Teknologi. *JURNAL SIMETRIK VOL.8, NO.2*,
- Muhammad Rizal Fachri, Hendrayana. (2017). *Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro*, Vol.1, No.1, Februari , hal. 1-8.
- Roihan Abdullah dan Subiyanto. (2018). Sistem Hibrida Pembangkit Listrik Energi Tebarukan Terhubung dengan Grid dengan Kerangka Refrensi Natural. *JETri*, Vol. 16, No. 1