

Analisa Perbandingan Daya Keluaran Solar Panel Dengan Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid (Surya – Angin)

Daniel Elgi Octavianto¹¹, Agung Fauzi Rahman¹, Alifian Firdaus Adji Arrazaq¹, Fildza Sondia¹. Andi Ulfiana¹, Arifia Ekayuliana¹

¹Program Studi Teknik Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

Abstrak

Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid merupakan pembangkit listrik yang menggunakan dua sumber energi. Pada pembangkit ini banyak menggunakan energi yang bersumber dari alam yaitu surya dan angin. Energi ini ramah lingkungan dan dapat diperbarui secara terus-menerus sehingga disebut sebagai energi terbarukan, penelitian yang terkait dengan pembangkit listrik tenaga hybrid belum banyak dilakukan oleh para peneliti dan sebagiannya masih dalam proses pengembangan lebih lanjut. sehingga dengan rancang bangun pembangkit hybrid ini diharapkan dapat meningkatkan penggunaan energi baru terbarukan mengingat ketersediaan energi ini melimpah dan tidak akan habis. Parameter yang akan diamati meliputi tegangan, arus, daya, intensitas cahaya dan kecepatan angin. Adapun pengujian dilakukan di cinere, depok. Hasil pengujian ini adalah perbandingan daya keluaran panel surya dengan pembangkit listrik hybrid surya dan angin. Kesimpulannya nilai daya yang dihasilkan dari gabungan dua pembangkit yakni surya dan angin dengan nilai tertinggi adalah pada jam 12.20 yang menghasilkan intensitas cahaya sebesar 71200 lux dan daya sebesar 25,492488 Watt dan daya generator turbin angin sebesar 0,00148 dan kecepatan angin 2,8 m/s hal ini disebabkan karena pembangkit bekerja optimal pada siang hari dimana intensitas cahaya matahari cukup tinggi, sehingga mempengaruhi daya keluaran yang dihasilkan oleh pembangkit hybrid.

Kata-kata kunci: Pembangkit listrik Hybrid, Energi Terbarukan, Daya keluaran

Abstract
The Hybrid Power plant is a power plant that uses two sources of energy .in this power plant many uses of the energy that comes from nature that solar and wind. This energy is environment friendly and can be updated continuously so called as renewable energy, research associated with the hybrid power plant has not been done by many researchers and some of them are still in the process of further development. so with a design power of this hybrid is expected to increase the use of renewable energy given the availability of energy is abundant and not be exhausted. the parameters to be observed include the voltage, current, power, light intensity and wind speed. as for the testing done in cinere, depok. The results of this test is a comparison of the power output of solar panels to hybrid power plant solar and wind. In conclusion, the power value generated from the combined two plants namely solar and wind with the highest value is at 12.20 hours which produces light intensity of 71200 lux and power of 25.492488 Watt and wind turbine generator power of 0.00148 and wind speed of 2.8 m / s this is because the plant works optimally during the day where the intensity of sunlight is high enough, thus affecting the output power produced by hybrid powerplant.

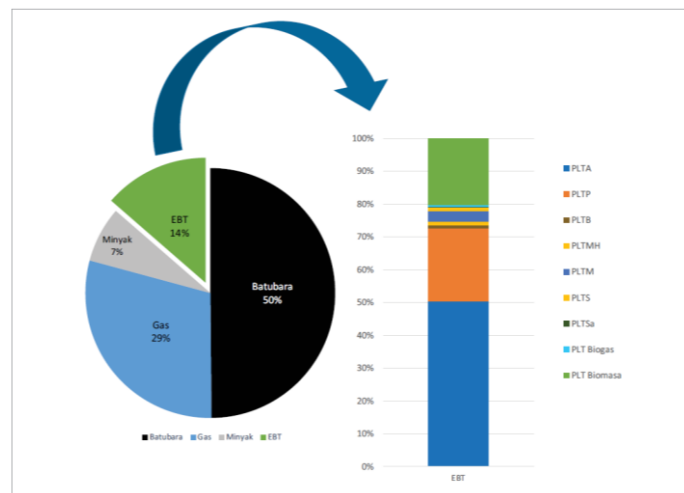
Keywords: Hybrid Power Plant, Renewable Energy, Power Output

¹ Corresponding author E-mail address: daniel.elgiocavianto.tm18@mhs.w.pnj.ac.id

1. PENDAHULUAN

Dalam rangka mengurangi penggunaan energi fosil dan mendukung program 35GW pemerintah, maka penggunaan energi terbarukan seperti angin, air, dan matahari terus dicanangkan. Energi terbarukan di Indonesia mempunyai potensi yang sangat baik kedepannya, karena energi terbarukan ini tidak akan habis dan akan terus tersedia sepanjang tahunnya. Berdasarkan peraturan pemerintah No. 79 tahun 2014 tentang kebijakan energi nasional, Indonesia memiliki target dalam penggunaan energi terbarukan sebesar 23% pada tahun 2025 dan 31% pada tahun 2050 [1].

Potensi energi terbarukan yaitu angin dan surya di Indonesia cukup besar, dalam Rencana Umum Energi Nasional (RUEN) menyebutkan bahwa potensi angin di Indonesia sebesar 60.647,0MW yg tersebar di berbagai provinsi di Indonesia. Pulau Nusa Tenggara Timur menjadi daerah yang memiliki potensi angin terbesar dibanding dengan daerah lain di Indonesia. Selain energi angin, Indonesia juga mempunyai potensi energi matahari yang sangat baik. Potensi energi matahari di Indonesia mencapai 207,8 GWP [1].



Gambar 1. Potensi Energi Terbarukan

Gambar 1. potensi Energi Terbarukan merupakan grafik yang dikeluarkan kementerian ESDM mengenai penggunaan energi yang di gunakan di Indonesia selama ini. Dari data tersebut diketahui bahwa EBT hanya menyumbang 14% dari seluruh pemanfaatan sumber energi di Indonesia, sedangkan 86% masih menggunakan bahan bakar fosil (Batubara, Minyak dan Gas). Dari seluruh EBT yang sudah dimanfaatkan, 50%-nya merupakan sumber energi air sedangkan energi angin dan surya masih dibawah 5%. Dengan kata lain pemanfaatan sumber energi surya dan angin masih dibawah 1% dari seluruh sumber energi yang telah dimanfaatkan di Indonesia. Oleh karena itu Indonesia harus memanfaatkan sumber energi terbarukan yang sifatnya dapat di perbaharui selain dari energi fosil yang sifatnya tidak terbarukan.

Indonesia sebagai negara yang beriklim tropis sangat diuntungkan karena memiliki energi surya dan angin yang cukup dalam setiap kondisi. Sehingga energi ini bisa jadi potensi sebagai pembangkit listrik energi Terbarukan, Namun kedua energi ini masih memiliki kelemahannya sendiri, salah satu cara untuk mengatasi masalah tersebut adalah dengan membuat sistem hybrid yang menggabungkan kedua energi tersebut. Pembangkit listrik hybrid adalah pembangkit listrik dengan dua sumber energi yang berbeda. Kedua sumber energi yang berbeda ini akan dimasukan dalam satu sistem yang sama.

Untuk memanfaatkan potensi energi tersebut, maka dibuatlah rancang bangun pembangkit listrik hybrid tenaga surya dan angin dengan menggunakan solar panel monocrystalline 60 wp dan turbin angin savonius dua tingkat yang akan menyuplai aki atau batrai sebagai beban dari pembangkit ini. Nantinya alat ini akan dilakukan pengujian untuk mengetahui dan menganalisa output yang dihasilkan alat ini .

➤ Tujuan rancang bangun alat ini

- Mengetahui dan mengambil data melalui parameter yang dihasilkan oleh alat ini yaitu intensitas Cahaya, Tegangan dan Arus yang dihasilkan solar panel, Kecepatan Angin, putaran turbin angin, Tegangan dan Arus yang dibangkitkan oleh generator dan Torsi yang dihasilkan poros turbin.
- Menganalisa dan membandingkan daya output solar panel dengan pembangkit listrik *hybrid* surya dan angin

2. TINJAUAN PUSTAKA

➤ Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid

Pembangkit Listrik Tenaga *Hybrid* (PLTH) merupakan pembangkit listrik yang menggunakan dua atau lebih sumber energi yang berbeda dan dipadukan dalam satu sistem yang sama. Misalnya seperti Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) yang dipadu dengan Pembangkit Listrik Tenaga Bayu/Angin (PLTB) atau disebut Hybrid PV-Bayu [2]. Pembangkit Listrik Tenaga *Hybrid* sebagai salah satu solusi yang ditawarkan dalam menyelesaikan permasalahan kelistrikan yang dipandang mampu meningkatkan rasio elektrifikasi di wilayah-wilayah terpencil sekaligus dapat mengurangi konsumsi BBM [3].

● Sel Surya

Sel surya merupakan sebuah device semikonduktor yang memiliki permukaan luas dan terdiri dari rangkaian diode tipe “p” dan “n”, yang mampu merubah energi matahari menjadi energi listrik. Sel surya sangat bergantung pada efek fotovoltaiik atau sinar matahari untuk menghasilkan energi listrik, sinar matahari inilah yang diserap oleh sel surya dan menyebabkan arus mengalir diantara dua lapisan bermuatan yang berlawanan. Cahaya matahari terdiri dari partikel-partikel yang disebut sebagai “*photons*” yang mempunyai sejumlah energi yang besarnya tergantung dari panjang gelombang pada spektrum cahaya. Pada saat photon mengenai sel surya maka photon tersebut akan dipantulkan atau diserap atau dapat juga hanya diteruskan. Cahaya yang diserap akan membangkitkan listrik.

➤ *Battrey Charge Controller*

Battery Charge Controller adalah suatu peralatan elektronik yang biasa digunakan untuk mengatur arus searah yang diisi ke batrai dan diambil dari baterai ke beban [2]. Daya output dari panel surya dan generator turbin angin tidaklah stabil, besarnya tegangan yang dihasilkan oleh masing-masing pembangkit ini sangat bergantung kepada cuaca di daerah tersebut jika cuaca di daerah tersebut cerah dan berangin maka daya yang dihasilkan oleh panel surya dan generator turbin angin akan besar, begitu juga sebaliknya.

➤ Aki (battery)

Aki adalah alat penyimpan energi yang di isi aliran DC dari panel surya, di samping menyimpan tenaga DC, aki juga berfungsi mengubah energi kimia menjadi energi listrik [2]. Pada saat siang hari panel surya dan turbin angin memproduksi listrik, aki akan melakukan proses charge dimana proses ini merupakan proses pengisian listrik didalam aki.

Ketika malam hari, aki tidak mendapat supply listrik dari panel surya, maka aki akan melakukan proses discharge dimana listrik yang tersimpan didalam aki akan digunakan sebagai sumber tegangan untuk menyuplai suatu beban listrik.

● Turbin Angin Savonius

Turbin angin savonius merupakan salah satu jenis turbin angin sumbu vertical. Turbin Angin jenis ini merupakan jenis turbin angin yang cocok untuk dipasang di daerah yang memiliki kecepatan angin yang rendah[4]. Turbin angin savonius memanfaatkan energi kinetic dari angin untuk memutar sudu-sudu dari turbin.

● Generator DC

Generator merupakan salah satu komponen terpenting yang ada di dalam pembuatan sistem turbin angin. Generator ini dapat mengubah energi gerak menjadi energi listrik. Prinsipnya adalah tegangan diinduksikan di konduktor apabila konduktor digerakan atau berputar pada medan magnet maka akan memotong garis gaya[5].

● Parameter Kinerja Solar Panel

➤ Menghitung nilai daya yang diterima solar panel dengan menggunakan rumus:

P_{in} = intensitas radiasi matahari x luas Penampang panel surya, seperti persamaan rumus dibawah ini.

$$P_{in} = I_r \times A$$

Keterangan :

P_{in} = Daya input akibat arradiance matahari (watt)

I_r = Intensitas radiasi matahari (Watt/m²)

A = Luas area permukaan panel (m²)

A = P x L

Keterangan :

P = Panjang sell surya

L = Lebar sell surya

➤ Menghitung nilai daya yang dihasilkan solar panel dengan menggunakan rumus:

$$P_{max} = V_{oc} \cdot I_{sc} \cdot FF$$

Keterangan:

P_{max}: Daya maksimal pada modul solar panel[7]

V_{oc}= *Open-Circuit Voltage*(V_{oc})

I_{sc}= *Short-Circuit Current* (I_{sc})

FF: *Fill Factor*(factor pengisi)

$$FF = \frac{V_{mp} \cdot I_{mp}}{V_{oc} \cdot I_{sc}}$$

➤ Menghitung Effisiensi solar panel dengan menggunakan rumus:

$$\eta = \frac{P_{max}}{P_{in}} \times 100\%$$

Keterangan:

P_{max} = Daya maksimal pada modul solar panel (watt)

P_{in} = Daya input akibat arradiance matahari (watt)[8]

- Parameter Kinerja Turbin Angin

➤ Effisiensi Turbin angin savonius bergantung pada nilai dari daya yang dihasilkan oleh generator dan juga daya yang dihasilkan oleh turbin angin. Untuk mencari effisiensi tersebut dapat menggunakan rumus berikut:

$$\eta = \frac{P_{generator}}{P_{Turbin\ angin}} \times 100\%$$

P generator = Daya output generator (watt)

P turbin Angin = Daya turbin angin savonius (watt)

- Parameter Effisiensi Pembangkit Listrik *Hybrid*

Daya beban (baterai) atau daya keluaran ini diperoleh dari perkalian antara tegangan dan arus, yang dirumuskan berdasarkan Hukum Kekekalan Energi sebagai berikut:

Keterangan :

P_{beban} = daya pada beban (W)

V_b = tegangan beban (V)

I_b = arus beban (A)

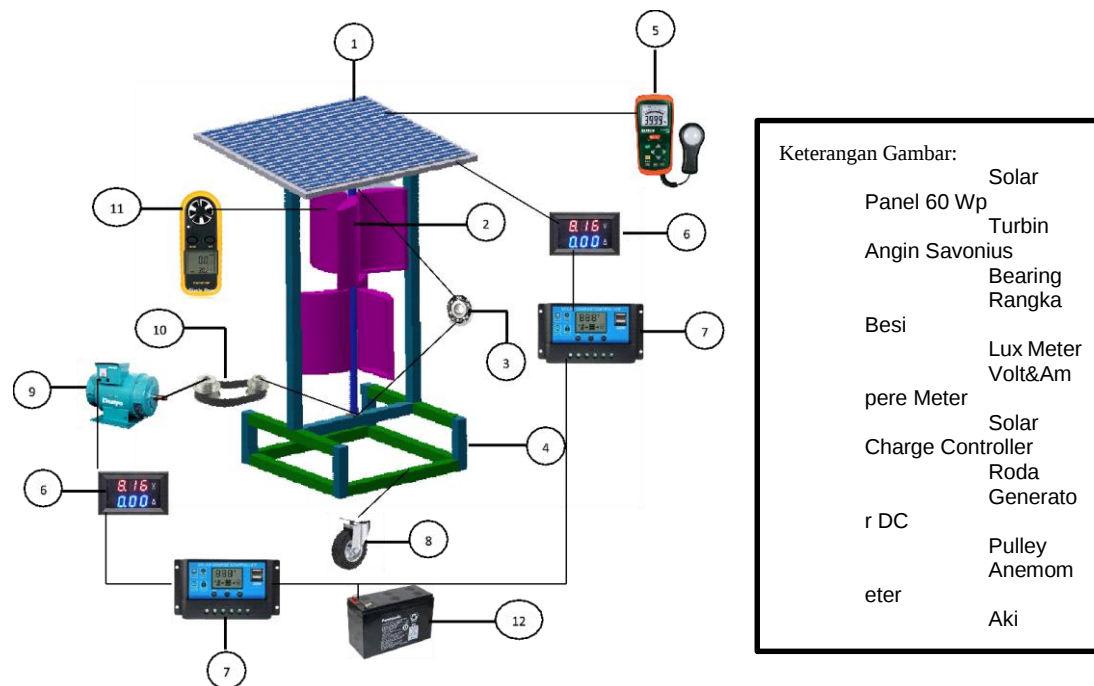
Cosφ= faktor daya

Sistem PLTH ini dengan demikian dapat dihitung nilai efisiensinya yang dirumuskan

berdasarkan Hukum Termodinamika II yaitu sebagai berikut :[9]

$$\eta_{PLTH} = \frac{P_{beban}}{P_{turbin\ angin} + P_{solar\ panel}} \times 100\%$$

3. METODE



• Tahapan Rancang Bangun

meliputi langkah-langkah sebagai berikut.

- Mempersiapkan literatur berupa jurnal, artikel, buku maupun hasil diskusi sebagai rujukan untuk membuat rancang bangun turbin angin savonius dua tingkat dan solar panel sebagai pembangkit hybrid,
- Merancang turbin angin savonius dan juga rangka solar panel dan turbin angin savonius dengan menggunakan *software Autodesk Inventor*.
- Mempersiapkan alat ukur yang berstandar SNI agar pengambilan data dapat diperoleh secara maksimal dan tidak terdapat kesalahan alat ukur.
- Pengujian alat dilakukan setelah semua alat terpasang dengan benar dan alat ukur telah dipersiapkan. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui perbandingan daya output solar panel dengan daya output hybrid solar panel dan turbin angin. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan sinar matahari untuk solar panel serta media Air Cooler untuk turbin angin sebagai pengganti angin alami dan secara bertahap dinaikan kecepatannya dengan merubah kecepatan Air Cooler.
- Pengambilan data meliputi data tegangan dan arus, intensitas cahaya matahari untuk solar panel serta tegangan, arus generator, kecepatan angin dan jumlah putaran turbin angin savonius. Pengambilan data diatas menggunakan alat ukur voltmeter, ampere meter, tachometer, lux meter dan anemometer.
- Data hasil pengukuran tersebut diolah agar mendapatkan parameter Daya dan Effisiensi Solar Panel dan Turbin Angin Savonius. Kemudian disajikan dalam bentuk grafik yang berisi tentang pengaruh parameter pengujian terhadap daya dan effisiensi solar panel dan turbin angin.

• Lokasi Pengujian alat

Penelitian ini dilakukan semenjak bulan Januari – Agustus 2021 di perumahan Cinere Hijau 1, Depok Jawa Barat. Dimana pada daerah tersebut memiliki Intensitas Cahaya Matahari rata rata 538,213 Lux dan Air Cooler yang digunakan diatur kecepatan angin nya 0,8-5 m/s

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan memperlihatkan dan membahas beberapa contoh hasil pengukuran yang telah dilakukan pada solar panel dan turbin angin savonius untuk mengetahui data-data apa saja yang dihasilkan dari alat yang telah dibuat dan mebandingkan kedua data tersebut.



Gambar SEQ Gambar * ARABIC 3. Proses pengujian dan pengambilan data

- Data Solar Panel

Tabel 1 Data Hasil Pengukuran Solar Panel

Jam	Volt (V)	Ampere (A)	Lux	P Out
9.00	12,593 V	1,203 A	42733 lux	15,278 W
9.20	12,866 V	1,25 A	45766 lux	16,102 W
9.40	12,9 V	1,266 A	45466 lux	16,338 W
10.00	12,966 V	1,25 A	50800 lux	16,237 W
10.20	12,933 V	1,303 A	53566 lux	16,838 W
10.40	13,1 V	1,226 A	54166 lux	16,089 W
11.00	13,1 V	1,423 A	70300 lux	18,618 W
11.20	13,166 V	1,503 A	76733 lux	19,793 W
11.40	13,166 V	1,303 A	44266 lux	17,092 W
12.00	13 V	1,796 A	68666 lux	23,355 W
12.20	12,9 V	1,973 A	71200 lux	25,491 W
12.40	13,133 V	1,863 A	73966 lux	24,237 W
13.00	12,933 V	1,243 A	50266 lux	16,073 W
13.20	12,9 V	1,753 A	67166 lux	22,578 W
13.40	13,166 V	1,74 A	63533 lux	22,615 W
14.00	12,8 V	1,77 A	67566 lux	22,656 W
14.20	12,9 V	1,566 A	80533 lux	20,222 W
14.40	13,033 V	1,493 A	61266 lux	19,386 W
15.00	12,9 V	1,33 A	54633 lux	17,114 W
15.20	12,933 V	1,526 A	57000 lux	19,666 W
15.40	12,9 V	1,023 A	39433 lux	13,201 W
16.00	13,033 V	1,05 A	32166 lux	13,626 W
16.20	13,133 V	1,116 A	29500 lux	14,519 W
16.40	13,233 V	0,863 A	23900 lux	11,259 W
17.00	13 V	0,796 A	20933 lux	10,288 W
Rata-rata	12,987 V	1,385 A	53821 lux	17,947 W

Tabel 1 menunjukkan data hasil pengukuran pada solar panel. Pada data tersebut menunjukkan intensitas cahaya matahari, tegangan, arus dan Efisiensi yang dihasilkan oleh solar panel sehingga ditemukan hasil yang optimal. Dimana pada gambar ini terlihat rata rata dari parameter yang telah di dapat dan disini terlihat bahwa pada jam **12.20** daya yang dikeluarkan terbesar yaitu **25,491Watt**.

- Data Turbin Angin

Tabel 2. Hasil pengukuran turbin angin savonius

No .	Pa Daya Angin (watt)	T (Nm)	Pt Daya Turbin (watt)	P Generator (watt)
1	0,06	0	0	0
2	0.12	0.082	0.23	0.000109
3	0.21	0.104	0.37	0.000205
4	0.34	0.174	1.04	0.000459
5	0.50	0.174	1.04	0.000573
6	0.71	0.186	1.19	0.000798
7	0.98	0.226	1.75	0.001117
8	1.30	0.222	1.70	0.001101
9	1.69	0.244	2.04	0.001288
10	2.15	0.259	2.31	0.001368
11	2.69	0.265	2.42	0.001488
12	3.30	0.286	2.82	0.001702
13	4.01	0.317	3.45	0.001883
14	4.81	0.347	4.15	0.002179
15	5.71	0.347	4.15	0.002179
16	6.72	0.375	4.83	0.002351
17	7.83	0.378	4.91	0.002619
18	9.07	0.396	5.39	0.002877
19	10.43	0.402	5.56	0.003054
20	11.91	0.439	6.62	0.003476
21	13.54	0.466	7.47	0.003847
22	15.30	0.482	7.97	0.004132

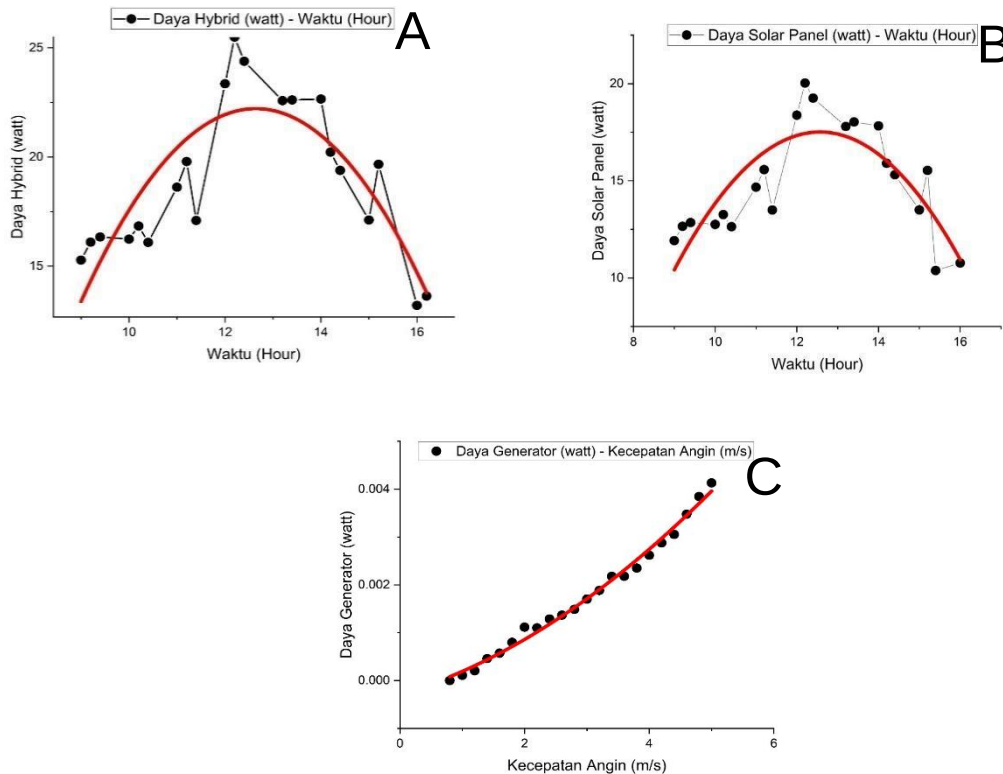
Tabel 2 Menunjukkan data hasil pengukuran turbin angin savonius, Pada data tersebut menunjukkan arus,tegangan,daya generator,torsi,daya turbin dan efisiensi yang dihasilkan oleh turbin angin sehingga ditemukan hasil yang optimal.Dimana gambar ini terlihat daya Turbin dan generator yang dihasilkan paling besar adalah **7.97** dan **0,004132 Watt**.

- Data Pembangkit Hybrid

Tabel 3 Data Hasil Pengukuran Pembangkit Hybrid

Daya Pembangkit Listrik Hybrid				
JAM	P Solar panel (W)	Kecepatan Angin Air Cooler(m/s)	P Generator Turbin(W)	P Hybrid (W)
09.00	15,278	0.8	0	15,278
09.20	16,102	1	0.000109	16,102109
09.40	16,338	1,2	0.000205	16,338205
10.00	16,237	1,4	0.000459	16,237459
10.20	16,838	1,6	0.000573	16,838573
10.40	16,089	1,8	0.000798	16,089798
11.00	18,618	2	0.001117	18,619117
11.20	19,793	2,2	0.001101	19,794101
11.40	17,092	2,4	0.001288	17,093288
12.00	23,355	2,6	0.001368	23,356368
12.20	25,491	2,8	0.001488	25,492488
12.40	24,237	3	0.001702	24, 38702
13.00	16,073	3,2	0.001883	16,074883
13.20	22,578	3,4	0.002179	22,580179
13.40	22,615	3,6	0.002179	22,617179
14.00	22,656	3,8	0.002351	22.658351
14.20	20,222	4	0.002619	20,224619
14.40	19,386	4,2	0.002877	19,388877
15.00	17,114	4,4	0.003054	17,117054
15.20	19,666	4,6	0.003476	19,669476
16.00	13,201	4,8	0.003847	13,204847
16.20	13,626	5	0.004132	13,630132
Rata-rata	18,754	3	0,071060818	16,76327832

Tabel 3 Menunjukkan data hasil pengukuran daya keluaran pembangkit listrik hybrid. Pada data tersebut menunjukkan daya solar panel, turbin angin serta gabungan keduanya. Dimana pada data tersebut diketahui bahwa gabungan Kedua pembangkit tersebut Menghasilkan Daya Yang lebih besar Yaitu **25,492488 Watt** Pada Jam **12.20**.



Gambar SEQ Gambar * ARABIC 4 Grafik Daya Keluaran hybrid terhadap waktu (a),Daya keluaran Panel surya terhadap waktu (b),Kecepatan angin terhadap daya generator angin (c).

Pada Gambar 4 adalah grafik daya yang di keluarkan oleh dua macam pembangkit sebelah kiri, adalah gabungan dua macam pembangkit surya dan angin sedangkan sebelah kanan, hanya salah satu pembangkit saja yaitu panel surya, dan yang dibawah adalah grafik kecepatan angin terhadap daya generator angin. Dari grafik tersebut dapat diketahui bahwa daya yang dihasilkan lebih besar terjadi pada gabungan dua pembangkit walau tidak terlalu terlihat signifikan dikarenakan beberapa factor yang mempengaruhi pembangkit tersebut bisa dari factor eksternal yaitu cuaca yang kurang baik maupun internal dari pembangkit yaitu kegagalan komponen dari pembangkit.

dan daya yang dihasilkan berbanding lurus dengan energi matahari yang diserap dari waktu ke waktu dimana pada pagi hari energi yang diserap panel surya tidak terlalu baik namun ketika siang hari energi yang diserap semakin besar begitu pula ketika sore hari energi yang ditangkap kembali berkurang sehingga daya yang dihasilkan berkurang. Sedangkan pada daya generator turbin angin daya yang dihasilkan semakin besar seiring dengan bertambahnya kecepatan angin. Akan tetapi penggunaan dua pembangkit ini bisa menjadi sebuah terobosan yang baik untuk kelangsungan renewable energy di Indonesia kedepannya.

5. KESIMPULAN

1. Nilai daya yang dihasilkan dari gabungan dua pembangkit yakni surya dan angin dengan nilai tertinggi adalah pada jam 12.20 yang menghasilkan daya sebesar 25,492488 Watt. hal ini disebabkan karena pembangkit bekerja optimal pada siang hari dimana intensitas cahaya matahari cukup tinggi. sehingga mempengaruhi daya yang dihasilkan oleh pembangkit hybrid.
2. Nilai daya terbesar yang dihasilkan dari ketiga pembangkit ini antara lain solar panel sebesar 25,941 Watt. Daya turbin angin 0.004131 Watt dan daya hybrid surya dan angin sebesar 25,492488 Watt.

6. Saran

1. Gunakan generator putaran rendah dan berdaya besar agar mendapatkan daya generator yang lebih optimal.
2. Lakukan pengambilan data pada cuaca yang baik sehingga mendapatkan data yang optimal.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kelompok Tugas Akhir atas dukungan finansialnya pada penelitian ini dan PT Fast Indonesia atau dukungannya dalam keikutsertaan dalam kegiatan ilmiah ini. Penulis juga berterima kasih kepada Pembimbing TA atas dikusinya yang bermanfaat.

REFERENSI

1. Suharyati, S. H. Pambudi, J. L. Wibowo and N. I. Pratiwi, Outlook Energi Indonesia, Jakarta, 2019.
2. Rusman, "Pengaruh Variasi Beban Terhadap Effisiensi Solar Cell 50 Wp.," 21 Februari 2021. [Online]. Available: <http://repository.ums.ac.id/>.
3. A. Purnomo, "Perancangan dan Pembuatan Struktur Mekanik Sistem," *Jurnal FEMA*, 2014.
4. Aryanto, Firman, I. M. Mara and M. Nuarsa, "PENGARUH KECEPATAN ANGIN DAN VARIASI JUMLAH SUDU TERHADAP UNJUK KERJA TURBIN ANGIN POROS HORIZONTAL.," *Jurnal Dinamika Teknik Mesin*, pp. 50-59, 2013.
5. D. Hidayanti, G. Dewangga, P. Yoreniko, I. Sarita, F. G. Sumarno and W. Purwati, "Rancang Bangun Pembangkit Hybrid Tenaga Angin Dan Surya Dengan Penggerak Otomatis Pada Panel Surya," *EKSERGI Jurnal Teknik Energi Vol 15 No.3*, 2019.
6. F.T. Akbar dan B.E. Gunara, *The well-posedness of the AdS-sliced domain walls solution for fake N=1 supergravity in d+1 dimensions*, THE 5TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON MATHEMATICS AND NATURAL SCIENCES, At Bandung, Indonesia, Volume: AIP Conf. Proc. 1677, 030001 (2015)
7. M. Syukri, "Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Terpadu Menggunakan Software PVSYST Pada Komplek Perumahan di Banda Aceh," *Jurnal Rekayasa Elektrika*, vol. 9, no. 2, pp. 77-80, 2010.
8. Y. M. S. M. Darno, "Studi Perencanaan Modul Praktikum Pembangkit Listrik Tenaga Surya (Plts)," *Jurnal Untan*, 2017.
9. D. Hidayanti, G. Dewangga, P. Yoreniko, I. Sarita, F. G. Sumarno and W. Purwati, "Rancang Bangun Pembangkit Hybrid Tenaga Angin Dan Surya Dengan Penggerak Otomatis Pada Panel Surya," *EKSERGI Jurnal Teknik Energi Vol 15 No.3*, 2019