

RANCANG BANGUN SISTEM PEMBANGKIT LISTRIK *HYBRID SOLAR CELL* DAN TURBIN ANGIN VERTIKAL MODEL *DARRIEUS* TIPE H DI PESISIR PANTAI TAMBAN KABUPATEN MALANG

Viky Ariamuda Maulana

S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
e-mail: vikymaulana@mhs.unesa.ac.id

Aris Ansori, S.Pd., M.T.

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
e-mail: arisansori@unesa.ac.id

Abstrak

Di Indonesia permasalahan pada listrik bukan hanya soal menipisnya sumber energi konvensional, tetapi juga soal pendistribusian listrik yang kurang merata dikarenakan sumber daya alamnya belum dimanfaatkan secara maksimal. Dengan adanya pengembangan pembangkit listrik energi baru terbarukan yang memiliki potensi besar, seperti tenaga matahari, angin, air, gelombang laut dll, sehingga dapat mengantisipasi keterbatasan energi konvensional dan permasalahan yang ada. Penelitian eksperimental ini akan merancang pembangkit listrik *hybrid* dengan mengkombinasikan turbin angin vertikal model *darrieus* tipe H dan *solar cell* kapasitas 50 WP berdasarkan variasi turbin 4 *blade* dan turbin 6 *blade* serta *solar-PV* tipe *monocrystalline* pada titik lokasi pemasangan yang berbeda sebagai pembangkit listrik *hybrid*. Waktu pengambilan data tiap 10 menit dari pukul 07.00 hingga 16.00 WIB. Model *hybrid* ini menghasilkan total (Pep) selama 1 hari (07.00 – 16.00) pada masing-masing wilayah pemasangan, yaitu pada turbin angin 4 *blade* menghasilkan energi listrik sebesar 523,77 Watt/0,53 KW per hari dan untuk turbin angin 6 *blade* menghasilkan energi listrik sebesar 323,22 Watt/0,32 KW per hari dan total (Psc), yaitu pada *solarcell* (turbin 4 *blade*) menghasilkan energi listrik sebesar 937,90 Watt/0,94 KW per hari dan untuk *solarcell* (turbin 6 *blade*) menghasilkan energi listrik sebesar 758,74 Watt/0,76 KW per hari. Performa dari pembangkit listrik *hybrid solarcell* dan turbin angin variasi 4 *blade*, yaitu menghasilkan efisiensi sebesar 52,01% dalam 1 hari (07.00 – 16.00) dan untuk performa dari pembangkit listrik *hybrid solarcell* dan turbin angin variasi 6 *blade* menghasilkan efisiensi sebesar 51,66% dalam 1 hari (07.00 – 16.00).

Kata kunci : Energi Terbarukan, *Hybrid*, Turbin Angin *darrieus* tipe H, *Solar Cell*.

Abstract

In Indonesian, the problem on electricity not only about the depletion of the source conventional energy, but also about the distribution of electricity is less prevalent due to the source of natural resources, it has not been utilized as a maximum. Premises the development of generating electrical energy new renewable having the potential is great, such as solar, wind, water, and sea waves, etc, So to anticipate the limitation problem of conventional energy and existing problems. Research and experimen will design the hybird electrical plant by clicking combine wind turbines vertical model of Darrieus type H and solar cell capacity of 50 WP is based on variation of the turbine 4 blade and 6 turbine blades and solar - pv type monocrystalline at the point of installation of different locations as hybird plant power. The time of data collection every 10 minutes from 07.00 until 16.00 WIB. The model hybrid is generating total electric power generator (Pep) ever one day (7am – 4pm) in each area of installation, namely the wind turbines 4 blade generating energy by 523.77 Watt / 0.53 KW one day and for wind turbines 6 The blade produces 323.22 Watt / 0.32 KW one day and the total solar cell (Psc) power, which is the solarcell (turbine 4 blade) produces 937.90 Watt / 0.94 KW one day and for solarcell (turbine 6 blade) generate of 758.74 Watt / 0.76 KW one day . Performance of electricity generation hybrid solarcell and 4 variations of wind turbine blade, which resulted in an efficiency of 52,01% in one day (7am – 4pm) and to the performance of the power generation hybrid solarcell and variations wind turbine blade 6 generates an efficiency of 51,66 % in one day (7am - 4pm).

Keywords : Renewable Energy, *Hybrid*, *Darrieus* Wind Turbine type H, *Solar Cell*.

PENDAHULUAN

Energi listrik adalah salah satu energi yang sangat dibutuhkan oleh manusia untuk kelangsungan hidupnya. Tingkat perkembangan suatu negara dalam sektor industri maupun masyarakat bisa digambarkan juga dari tingkat penggunaan listrik negaranya. Di Indonesia peningkatan konsumsi listrik setiap tahunnya diperkirakan meningkat.

Elektrifikasi perbandingan antara rumah tangga yang telah terlistriki dan rumah tangga yang belum tersambung listrik masih belum merata, karena masih adanya krisis listrik di bagian pelosok – pelosok Indonesia. Tidak terjamahnya seluruh wilayah Indonesia oleh listrik memiliki beragam alasan, selain masih bergantungnya Indonesia terhadap sumber energi konvensional, diantaranya : 1) wilayah yang jauh dari kota, sehingga sulit dibangun infrastruktur pendukung penyalur listrik, 2) tidak terdapatnya sumber energi listrik di daerah tersebut, 3) belum dimanfaatkannya secara maksimal sumber daya alam yang dimiliki Indonesia.

Daerah yang belum terjamah listrik salah satunya adalah daerah pesisir. Letak wilayah pesisir yang berada di pinggir-pinggir pulau atau pantai, tentu jauh dari pusat kota. Kebutuhan listrik daerah pesisir akan jauh lebih baik apabila dilakukan dengan memanfaatkan potensi energi lokal. Mengingat pula, daerah pesisir memiliki potensi energi yang cukup banyak dan variatif, karena sebenarnya Indonesia mempunyai potensi besar mencapai 443 gigawatt (GW) dalam menerapkan Energi Baru Terbarukan (EBT). Namun sayang pemanfaatannya masih sangat kecil dari tahun 2017 baru sekitar 12% yang digunakan sebagai sumber energi listrik oleh perusahaan listrik negara (PLN). Maka perlu adanya pengembangan dan pembangunan pembangkit listrik Energi Baru Terbarukan (EBT) yang memiliki potensi besar, seperti tenaga matahari, angin, air, gelombang laut dll, guna mengantisipasi keterbatasan energi konvensional dan juga dapat membantu daerah-daerah pesisir yang sukar dijangkau oleh sistem pembangkit listrik dari PLN.

Prinsip pada penelitian ini penulis ingin membuat rancang bangun sistem pembangkit listrik *hybrid*. Mengingat sistem *hybrid* ini menggunakan *solar cell* dan turbin angin vertikal model *darrieus* tipe H dengan memanfaatkan sumber energi dari sinar *surya* dan angin. Nantinya bisa masuk ke jaringan distribusi untuk menyuplai kebutuhan energi listrik sebagai penerangan atau kebutuhan peralatan listrik lainnya.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Septian Dhimas (2018) hasil penelitian ini menunjukkan bahwa outputan berupa baterai berukuran 5Ah/12 V yang di suplai dari dua sumber energi angin dengan menggunakan generator dan panel surya. Menghasilkan arus beban 0,61 A, tegangan 12 V yang terhubung dengan beban lampu DC dan daya sebesar 7,32 Watt. Untuk lama pemakaian pada beban lampu 10 watt dapat menyala selama 12 jam tetapi

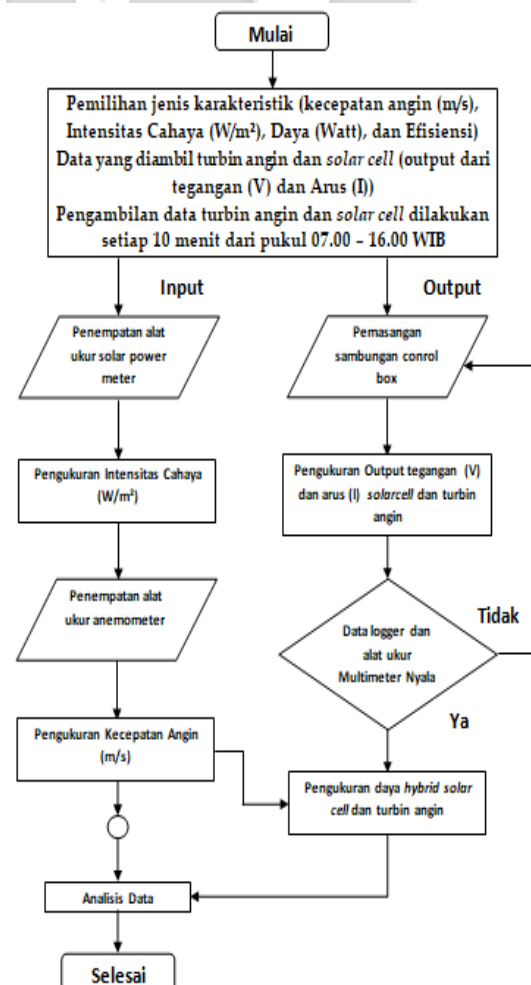
lampu menyala terang hanya bertahan sampai 8 jam.

Menurut penelitian yang telah dilakukan oleh Johny Custer dan Jefri Lianda (2018) menghasilkan pembangkit listrik tenaga angin sumbu vertikal dua sumbu yang menggerakkan generator listrik permanen dengan kecepatan angin 2,75 m/s dan menghasilkan tegangan sebesar 6,48 volt AC pada generator magnet permanen. Daya yang dihasilkan dari panel surya sebesar 491 watt.

Menurut penelitian yang telah dilakukan oleh Wismoyo Bayu kurnia Pramadi (2017), disimpulkan bahwa pengaruh perubahan beban pembangkit listrik *hybrid solar cell* menghasilkan daya listrik per hari (07.00 – 15.00) sebesar 175,35 W sedangkan turbin angin menghasilkan daya perhari (07.00 – 15.00) 32,30 W.

Tujuan penelitian ini adalah merancang sistem pembangkit listrik sistem *hybrid* yang efisien dan ramah lingkungan dan mengetahui performa meliputi daya dan efisiensi pembangkit listrik sistem *hybrid* dengan memanfaatkan *solarcell* dan turbin angin vertikal model *darrieus* tipe H.

METODE



Gambar 1. Flowchart Pengujian

Tempat Penelitian

Pantai Tamban, Desa Tambakrejo Kecamatan Sumbermanjing wetan, Kabupaten Malang.

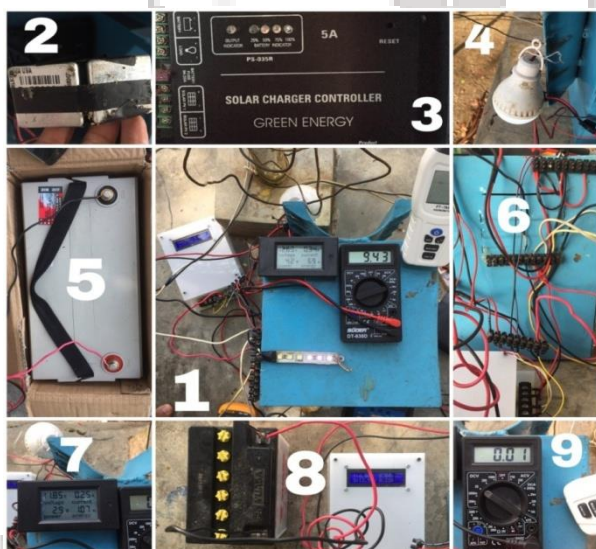
Alat dan Instrumen Penelitian



Gambar 2. Komponen Utama Pembangkit Listrik Hybrid

Komponen utama pembangkit listrik sistem *hybrid solarcell* dan turbin angin vertikal model *darrieus* Tipe H, yaitu :

- Tiang Penyangga
- Turbin Angin Model Darrieus Tipe H (*Blade 6 dan Blade 4*)
- *Solar Cell* 50 WP
- *Control Box* / Sistem Kontrol
- Battery Lithium dan Rangkaian Sistem Kontrol



Gambar 3. Komponen Instrumen Pembangkit Listrik Hybrid

Instrumen penelitian pembangkit listrik sistem *hybrid solarcell* dan turbin angin vertikal model *darrieus* Tipe H, yaitu :

- Rangkaian Sistem Kontrol / *Control Box*
- *Inverter*
- *Solar Charger Contoller*
- Lampu
- Battery Lithium

- Rangkain Kabel
- Multimeter Digital
- Data Logger
- Multimeter
- Anemometer
- Solar Power Meter

Prosedur Penelitian

• Tahap Persiapan

- Desain model sistem pembangkit listrik *hybrid solarcell* dan turbin angin vertikal model *darrieus* tipe H
- Survey lokasi yang akan digunakan untuk mendirikan pembangkit listrik tenaga *hybrid*.
- Membeli perlengkapan dan alat yang digunakan.
- Menyiapkan instrumen dan alat ukur.

• Tahap Pelaksanaan

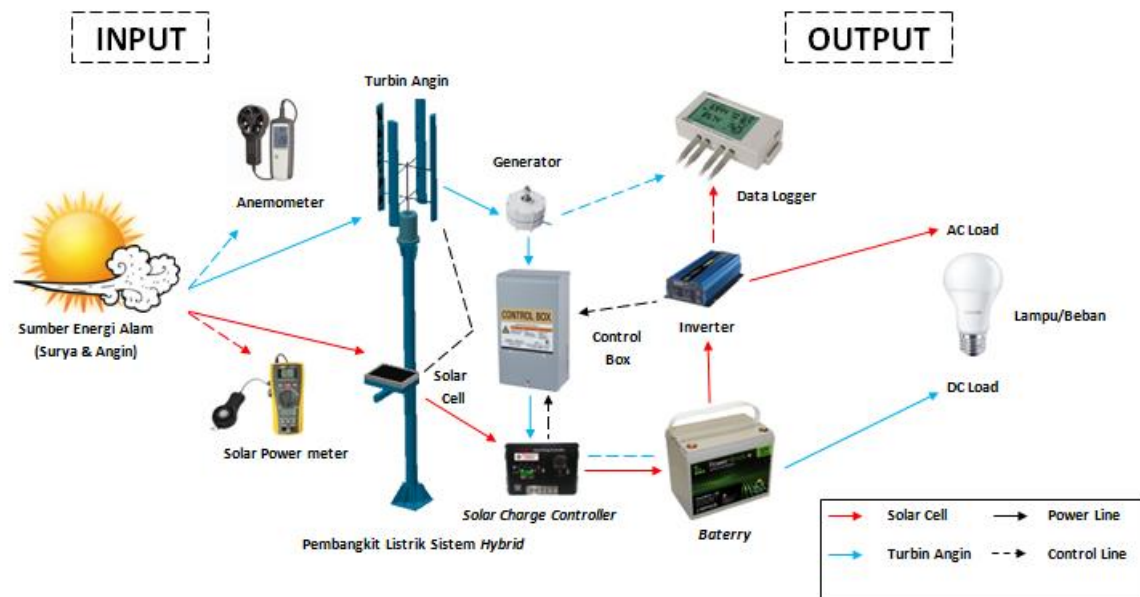
- Pengambilan data dilakukan pada pukul 07.00 – 16.00 WIB.
- Saat mulai *running*, *solar power meter* akan menangkap posisi intensitas energi cahaya yang terbesar.
- Ukur arus, voltase keluaran, dan intensitas energi surya dengan menggunakan multimeter, dan *solar power meter* tiap 10 menit dari pukul 07.00 – 16.00 WIB.
- Saat mulai *running* turbin angin akan menangkap angin dan akan berputar.
- Ukur arus, voltase keluaran, kecepatan angin, temperatur angin dengan menggunakan multimeter dan anemometer tiap 10 menit dari pukul 07.00 – 16.00 WIB.

• Tahap Analisis Data

Analisis data adalah menganalisis semua data yang diperoleh. Data yang diperoleh antara lain :

- Daya yang dihasilkan pada pembangkit listrik *hybrid*.
- Efisiensi yang dihasilkan pada pembangkit listrik *hybrid*.

HASIL DAN PEMBAHASAN



Gambar 4. Skema Rancangan Sistem Pembangkit Hybrid



Gambar 5. Pembangkit Listrik Hybrid Solar Cell dan Turbin Angin Vertikal Model Darrieus Tipe H Variasi 4 Blade dan 6 Blade

$$\begin{aligned}
 P_w &= \frac{1}{2} \rho A V^3 \\
 &= \frac{1}{2} \times 1,225 \times 1 \times 2,9^3 \\
 &= \frac{1}{2} \times 1,225 \times 24,389 \\
 &= 14,94 \text{ Watt}
 \end{aligned}$$

- Perhitungan Daya Elektrik Generator (Pep) Turbin Angin 6 Blade

Diketahui :

Tegangan (V) = 3,94 Volt

Kuat Arus (A) = 1,04 A

$$\begin{aligned}
 P_{ep} &= V \times I \\
 &= 3,94 \times 1,04 \\
 &= 4,10 \text{ Watt}
 \end{aligned}$$

- Perhitungan Daya Solar Cell (Psc) pada Turbin Angin 4 Blade

Diketahui :

Tegangan (V) = 13,10 V

Kuat Arus (A) = 2,31 A

Filling Factor (FF) =

$$\begin{aligned}
 FF &= \frac{V - \ln(V + 0,72)}{V + 1} \\
 &= \frac{13,10 - \ln(13,10 + 0,72)}{13,10 + 1}
 \end{aligned}$$

$$= 0,74$$

Perhitungan daya solar cell (Psc) :

$$\begin{aligned}
 P_{sc} &= V \times I \times FF \\
 &= 13,10 \times 2,31 \times 0,74 \\
 &= 22,48 \text{ Watt}
 \end{aligned}$$

Hasil Uji

- Perhitungan Daya Angin (Pw) Turbin Angin 4 Blade
Diketahui :
Densitas udara (ρ) = 1,225 kg/m³
Luas area sapuan rotor (m²) = 1 m²
Kecepatan angin (m/s) = 2,9 m/s

- Perhitungan Performa Efisiensi *Solar Cell* pada Turbin Angin 6 Blade

Diketahui :

P_{sc} = Daya *Solar Cell* (Watt)

G = Intensitas Cahaya (Watt/m²)

A = Luas Penampang (m²)

= 70 cm x 54 cm

= 3780 cm = 0,378 m²

$$\eta = \frac{\text{Output}}{\text{Input}} \times 100\%$$

$$\eta = \frac{P_{sc}}{G \times A} \times 100\%$$

$$\eta = \frac{12,78}{811 \times 0,378} \times 100\%$$

$$\eta = 4,17 \%$$

- Perhitungan Performa Efisiensi Turbin Angin 4 Blade

Diketahui :

P_{ep} = Daya Elektrik Generator (Watt)

P_w = Daya Angin (Watt)

$$\eta = \frac{\text{Output}}{\text{Input}} \times 100\%$$

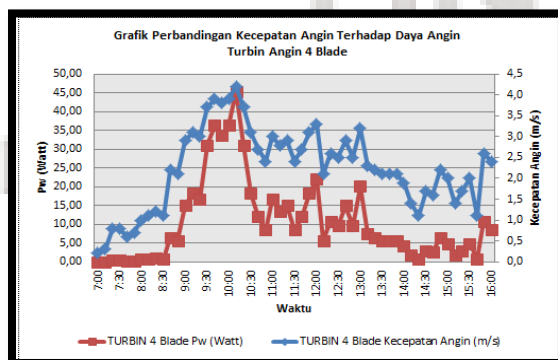
$$\eta = \frac{P_{ep}}{P_w} \times 100\%$$

$$\eta = \frac{0,62}{14,94} \times 100\%$$

$$\eta = 4,18 \%$$

Analisis dan Pembahasan

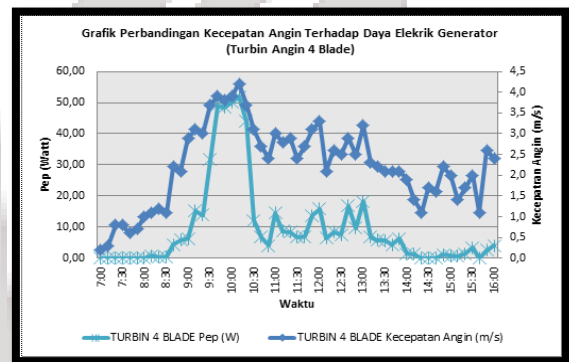
- Perbandingan Kecepatan Angin Terhadap Daya Angin (P_w) Pada Masing-Masing Variasi



Gambar 6. Grafik Daya Angin Turbin Angin 4 Blade

Berdasarkan gambar 4, kecepatan angin sebanding dengan daya yang dihasilkan angin. Jika kecepatan angin semakin tinggi maka daya yang dihasilkan juga semakin besar. Perbandingan daya angin (P_w) yang dihasilkan antara turbin angin 4 blade dan 6 blade di bedakan pada daya angin (P_w) tertinggi yang di hasilkan, yaitu pada turbin angin 4 blade sebesar 45,38 Watt pada kecepatan angin 4,2 m/s terjadi pada pukul 10.10 WIB dan pada turbin angin 6 blade sebesar 36,33 Watt pada kecepatan angin 3,9 m/s terjadi pada pukul 10.00 WIB. Berdasarkan hasil perbandingan diatas menunjukkan bahwa wilayah penempatan pemasangan berpengaruh dengan kecepatan angin dan daya angin yang dihasilkan dalam lapangan/*real*, semakin strategis wilayah semakin besar kecepatan angin dan daya angin yang dihasilkan.

- Perbandingan Kecepatan Angin Terhadap Daya Elektrik Generator (P_{ep}) Pada Masing-Masing Variasi



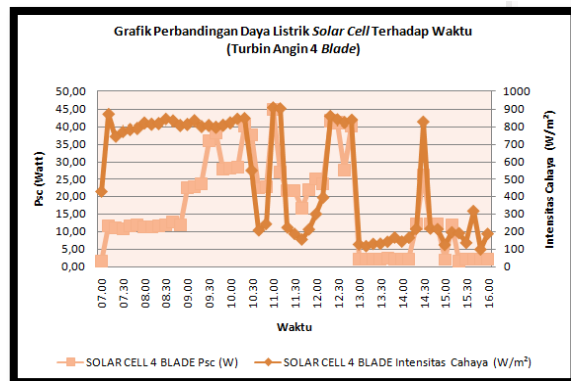
Gambar 7. Grafik Daya Generator Turbin Angin 4 Blade

Berdasarkan gambar 5, tingginya kecepatan angin mempengaruhi putaran generator untuk menghasilkan tegangan listrik (V) dan kuat arus listrik (I). Hal tersebut menunjukkan bahwa kecepatan angin berbanding lurus dengan tegangan (V) dan kuat Arus (I). Besarnya daya elektrik generator (P_{ep}) yang dihasilkan oleh generator juga berbanding lurus dengan kecepatan angin.

Perbandingan daya elektrik generator (P_{ep}) yang dihasilkan antara turbin angin 4 blade dan 6 blade di bedakan pada persamaan kecepatan angin yang dihasilkan, yaitu pada turbin angin 4 blade sebesar 50,03 Watt dengan tegangan 17,68 V dan kuat arus 2,83 A pada kecepatan angin 3,9 m/s dan pada turbin angin 6 blade sebesar 28,08 Watt dengan tegangan 10,44 dan kuat arus 2,69 A pada kecepatan angin 3,9 m/s. Berdasarkan hasil perbandingan diatas menunjukkan daya output generator yang di hasilkan turbin angin 4 blade lebih besar daripada turbin angin 6 blade, faktor ini dipengaruhi oleh daya pada generator dan juga pengaruh putaran turbin dari

masing-masing *blade*. Pada turbin angin 4 *blade* menggunakan kapasitas generator lebih besar yaitu 500 Watt dan membutuhkan kecepatan angin yang tinggi untuk menggerakkan putaran awal turbin, sedangkan pada turbin angin 6 *blade* menggunakan kapasitas generator lebih kecil yaitu 300 Watt dan membutuhkan angin yang lebih rendah untuk menggerakkan putaran awal turbin.

- Perbandingan Daya Listrik Solar Cell Terhadap Waktu Pada Masing-Masing Variasi

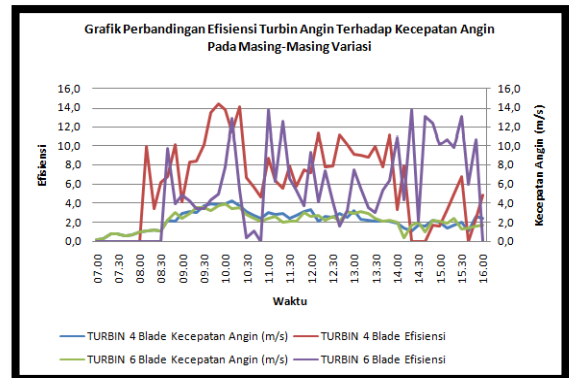


Gambar 8. Grafik Daya Listrik Solar Cell Pada Turbin Angin 4 Blade

Berdasarkan gambar 6, tingginya intensitas cahaya mempengaruhi output daya yang di hasilkan oleh *solarcell* untuk menghasilkan tegangan listrik (V) dan kuat arus listrik (I). Hal tersebut menunjukkan bahwa Intensitas cahaya berbanding lurus dengan tegangan (V) dan kuat Arus (I). Besarnya daya listrik *solarcell* (Psc) yang dihasilkan juga berbanding lurus dengan Intensitas cahaya.

Perbandingan daya listrik *solarcell* (Psc) yang dihasilkan antara *solarcell* pada turbin angin 4 *blade* dan *solarcell* pada turbin angin 6 *blade* di bedakan pada daya *solarcell* (Psc) tertinggi yang dihasilkan, yaitu pada *solarcell* turbin angin 4 *blade* menghasilkan sebesar 44,67 Watt dengan intensitas cahaya 903 W/m² pada pukul 11.00 WIB dan pada *solarcell* turbin angin 6 *blade* menghasilkan sebesar 39,81 Watt dengan intensitas cahaya 838 W/m² pada pukul 12.30 WIB. Berdasarkan hasil perbandingan diatas menunjukkan bahwa wilayah penempatan pemasangan *solarcell* dan sudut kemiringan berpengaruh dengan intensitas cahaya dan daya maksimal yang dihasilkan dalam lapangan/*real*, semakin strategis wilayah semakin maksimal intensitas cahaya dan daya yang akan dihasilkan.

- Perbandingan Performa Turbin Angin Pada Masing-Masing Variasi

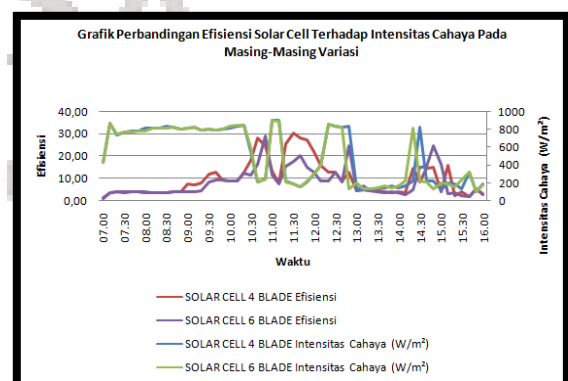


Gambar 9. Grafik Perbandingan Efisiensi Turbin Angin 4 Blade dan Turbin Angin 6 Blade

Berdasarkan gambar 7, besarnya efisiensi yang dihasilkan generator cenderung tidak stabil dengan kecepatan angin dikarenakan kecepatan angin di lapangan/*real* cenderung tidak konstan, sedangkan pada turbin angin 4 *blade* dibutuhkan kecepatan angin lebih tinggi untuk mendorong putaran awal turbin rata2 antara 2-3 m/s dan pada turbin angin 6 *blade* dibutuhkan kecepatan angin lebih rendah untuk mendorong putaran awal turbin antara 1-2 m/s.

Efisiensi tertinggi pada turbin angin 4 *blade* sebesar 14,42% dengan kecepatan angin 3,8 m/s pada pukul 09.50 WIB dan pada turbin angin 6 *blade* sebesar 13,68% dengan kecepatan angin 2,4 m/s pada pukul 11.00 WIB. Berdasarkan hasil perbandingan diatas menunjukkan bahwa kecepatan angin dan kapasitas generator mempengaruhi efisiensi yang di hasilkan turbin angin, pada turbin angin 4 *blade* dibutuhkan kecepatan angin yang lebih tinggi untuk menggerakkan generator berkapasitas lebih besar daripada turbin angin 6 *blade* untuk menghasilkan efisiensi yang maksimal.

- Perbandingan Performa Solar Cell Pada Masing - Masing Variasi



Gambar 10. Grafik Perbandingan Efisiensi Solar Cell Pada Turbin Angin 4 Blade dan Solar Cell Pada Turbin Angin 6 Blade

Berdasarkan gambar 7, hasil efisiensi yang dihasilkan *solar cell* cenderung berbanding terbalik dengan intensitas cahaya dikarenakan jumlah energi yang dihasilkan tidak bergantung kepada intensitas cahaya tetapi pada frekuensi cahaya. Menurut Cheegar M, et al (2013) dalam penelitiannya menyebutkan bahwa efisiensi dari sel solar bergantung pada intensitas cahaya yang diberikan. Apabila intensitas cahaya yang diberikan di bawah 400 W/m^2 efisiensi akan meningkat, tetapi intensitas cahaya yang lebih dari 400 W/m^2 efisiensi cenderung menurun atau konstan.

Efisiensi tertinggi *solar cell* pada turbin angin 4 blade sebesar 30,38% dengan intensitas cahaya 189 W/m^2 pada pukul 11.30 WIB dan *solar cell* pada turbin angin 6 blade sebesar 28,87% dengan intensitas cahaya 242 W/m^2 pada pukul 10.50 WIB. Berdasarkan hasil perbandingan diatas menunjukkan bahwa wilayah penempatan pemasangan *solarcell* mempengaruhi intensitas cahaya, temperatur suhu, dan frekuensi cahaya, semakin strategis wilayah dan daya serap *solar cell* semakin tinggi akan menghasilkan efisiensi yang semakin maksimal.

- Perbandingan Hasil Total Energi Listrik dan Performa yang Dihasilkan Pembangkit Listrik Hybrid Pada Masing - Masing Variasi

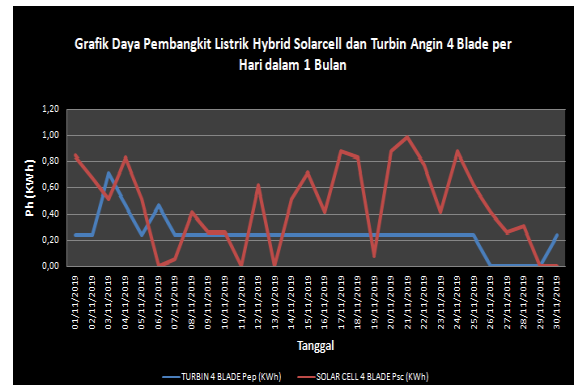
Berdasarkan gambar 5, diperoleh hasil total daya elektrik generator (Pep) dari variasi turbin angin 4 blade selama 1 hari (07.00 – 16.00) pada masing-masing wilayah pemasangan, yaitu pada turbin angin 4 blade menghasilkan energi listrik sebesar 523,77 Watt / 0,53 KW per hari dengan rata-rata kecepatan angin *real* 2,2 m/s.

Berdasarkan gambar 6, diperoleh hasil total daya listrik *solar cell* (Psc) pada wilayah pemasangan yang berbeda, yaitu pada *solarcell* dengan turbin angin 4 blade menghasilkan energi listrik sebesar 937,90 Watt / 0,94 KW per hari dengan rata-rata intensitas cahaya $511,75 \text{ W/m}^2$.

Berdasarkan gambar 7, diperoleh hasil rata - rata performa dari turbin angin, yaitu untuk turbin angin variasi 4 blade menghasilkan rata - rata efisiensi sebesar 6,23% dan untuk turbin angin variasi 6 blade menghasilkan rata - rata efisiensi sebesar 5,31% dalam 1 hari (07.00 – 16.00). Berdasarkan gambar 8 diperoleh hasil rata – rata performa dari *solar cell*, yaitu untuk *solarcell* pada turbin angin 4 blade menghasilkan rata - rata efisiensi sebesar 9,85% dan untuk *solar cell* pada turbin angin 6 blade menghasilkan rata – rata efisiensi sebesar 8,41% dalam 1 hari (07.00 – 16.00).

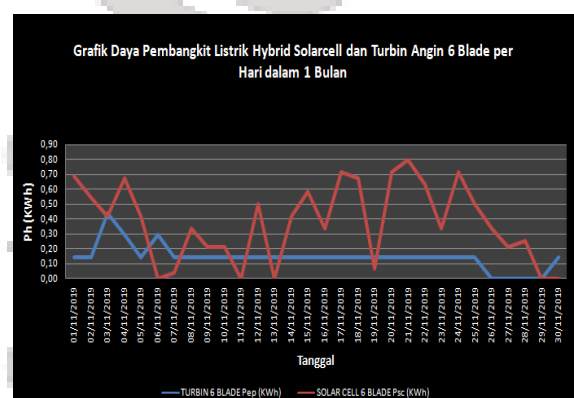
Hasil total performa dari pembangkit listrik *hybrid solarcell* dan turbin angin variasi 4 blade,

yaitu menghasilkan efisiensi sebesar 52,01% dalam 1 hari (07.00 – 16.00) dan untuk performa dari pembangkit listrik *hybrid solarcell* dan turbin angin variasi 6 blade menghasilkan efisiensi sebesar 51,66% dalam 1 hari (07.00 – 16.00).



Gambar 11. Grafik Daya Pembangkit Listrik Hybrid Solarcell dan Turbin Angin 4 Blade dalam 1 Bulan

Berdasarkan gambar 9, perkiraan data atau data sekunder dari daya output yang dihasilkan pembangkit listrik *hybrid solar cell* dan turbin angin 4 blade selama 1 bulan pada bulan November 2018 yang diambil dari data primer total daya pada tabel 4.7 dan 4.9 dengan data kecepatan angin rata-rata (m/s) dan lamanya penyinaran matahari (jam) dari BMKG Stasiun Geofisika karang kates (pada lampiran data) menghasilkan energi listrik pada *solar cell* sebesar 14068,50 Watt/14,07 KW per hari selama 1 bulan dan energi listrik pada turbin angin 4 blade sebesar 7142,3 Watt/7,14 KW per hari selama 1 bulan.



Gambar 12. Grafik Daya Pembangkit Listrik Hybrid Solarcell dan Turbin Angin 6 Blade dalam 1 Bulan

Berdasarkan gambar 10, perkiraan data atau data sekunder dari daya output yang dihasilkan pembangkit listrik *hybrid solarcell* dan turbin angin 6 blade selama 1 bulan pada bulan November 2018 yang diambil dari data primer total daya pada tabel 4.8 dan 4.10 dengan data kecepatan angin rata-rata

(m/s) dan lamanya penyinaran matahari (jam) dari BMKG Stasiun Geofisika karang kates (pada lampiran data) menghasilkan energi listrik pada *solarcell* sebesar 11380,50 Watt/11,38 KW per hari selama 1 bulan dan energi listrik pada turbin angin 4 *blade* sebesar 4394 Watt/4,39 KW per hari selama 1 bulan.

SIMPULAN

Model pembangkit listrik sistem *hybrid* dapat menghasilkan total daya elektrik generator (Pep) dari variasi turbin angin 4 *blade* dan 6 *blade* selama 1 hari (07.00 – 16.00) yaitu, pada turbin angin 4 *blade* menghasilkan energi listrik sebesar 523,77 Watt/0,53 KW per hari dengan rata-rata kecepatan angin *real* 2,2 m/s dan untuk turbin angin 6 *blade* menghasilkan energi listrik sebesar 323,22 Watt/0,32 KW per hari dengan rata-rata kecepatan angin *real* 2,2 m/s dan total daya listrik *solar cell* (Psc) pada wilayah pemasangan yang berbeda, yaitu pada *solarcell* dengan turbin angin 4 *blade* menghasilkan energi listrik sebesar 937,90 Watt/0,94 KW per hari dengan rata-rata intensitas cahaya 511,75 W/m² dan untuk *solarcell* dengan turbin 6 *blade* menghasilkan energi listrik sebesar 758,74 Watt/0,76 KW per hari dengan rata-rata intensitas cahaya 501,51 W/m².

Model *hybrid* ini dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan listrik per rumah tangga rata-rata untuk penerangan sebesar 1 KWh / hari di daerah pesisir pantai tamban dengan performa dari pembangkit listrik *hybrid solarcell* dan turbin angin variasi 4 *blade*, yaitu menghasilkan efisiensi sebesar 52,01% dalam 1 hari (07.00 – 16.00) dan untuk performa dari pembangkit listrik *hybrid solarcell* dan turbin angin variasi 6 *blade* menghasilkan efisiensi sebesar 51,66% dalam 1 hari (07.00 – 16.00).

SARAN

Perlu dilakukan penelitian dan pengujian lebih lanjut mengenai pembangkit listrik sistem *hybrid solar cell* dan turbin angin vertikal model *darrieus* tipe H dalam hal karakteristik *solar cell* pada sudut kemiringan serta kapasitasnya dan turbin angin pada daya *overall* turbin angin (Pwt) serta efisiensinya.

Dalam penelitian lebih lanjut dapat dikembangkan untuk sistem pembangkit listrik *hybrid* dengan memanfaatkan potensi lainnya pada pesisir pantai.

REFERENSI

Aklis N, Syafi'i H, dkk. (2016). STUDI EKSPERIMEN PENGARUH SUDUT PITCH TERHADAP PERFORMA TURBIN ANGIN DARRIEUS-H SUMBU VERTIKAL NACA 0012.

Burton, Tony, dkk. (2001). *Wind Energy Handbook*. United Kingdom : John Wiley & Sons, Ltd.

Custer J, Lianda J. (2018). Rancang Bangun

Pembangkit Listrik *Hybrid* Angin Dan Surya di Pulau Bengkalis. Vol 05, No 2. Hal :67-71.

De Coste, Josh. (2005). *Vertical Axis Wind Turbine*. Departement of Mechanical Engineering Dalhousie University.

Dedisukma, Sunanda W. (2015). PEMODELAN SISTEM PEMBANGKIT LISTRIK HYBRID DIESEL GENERATOR DIESEL GENERATOR DAN PHOTOVOLTAIC ARRAY MENGGUNAKAN PERANGKAT LUNAK HOMER (Studi Kasus di Pulau Semujur Kabupaten Bangka Tengah).

D.R. Virgiawan Rachman, Wati R. (2017). Perancangan Sistem *Hybrid* Pembangkit Listrik Tenaga Angin dan Pembangkit Listrik Tenaga Matahari Untuk Penerangan Lampu Jalan di Dusun Taipa Desa Soreang Kabupaten Takalar.

Effendi, Asnal dan Yuana, Arfita. (2016). Pembangkit Listrik Sistem Hibrida Sel Surya Dengan Energi Angin. JTE-ITP, ISSN, hlm 2252-3472.

Girsang ME, Pramana R. (2017). Prototipe Hibrid Panel Surya Dan Turbin Angin Untuk Menyediakan Daya Kamera Pemantauan Bawah Laut Di Kepulauan Riau.

Harmini, Nurhayati T. (2018). Pemodelan Sistem Pembangkit *Hybrid* Energi Solar dan Angin. Hal 28-32.

Herlamba I, Anshori A. (2015). Karakteristik Model Turbin Angin Sumbu Vertikal Dua Tingkat *Darrieus* Tipe-H dengan Bilah *Hybrid* Profil *Modified* NACA 0018 dan Kurva S. 1800.

Pramadi, Wismoyo Bayukurnia. (2017). Pengaruh Perubahan Beban Terhadap Performa Pembangkit Listrik Solar Cell dan Turbin Angin Skala Rumah Tangga. JTM, Vol. 05, No. 01.

Prasetyo SD. (2018). Rancang Bangun Pembangkit *Hybrid* Tenaga Angin dan Sel Surya Untuk Penerangan Jalan.

Suhartanto T. (2014). Tenaga Hibrid (Angin dan Surya) di Pantai Baru Pandansimo Bantul Yogyakarta. Vol 4, No 1. Hal :76-82.