

PENERAPAN PEMBANGKIT *HYBRID* SEBAGAI PENGGERAK KINCIR AIR PADA TAMBAK UDANG

Achmad Fahrur Rozi

S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
e-mail : achmadrozi16050874051@mhs.unesa.ac.id

Ir. Achmad Imam Agung, Mahendra Widyartono, Aditya Chandra Hermawan

S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
e-mail : achmadimam@unesa.go.id, mahendrawidyartono@unesa.ac.id, adityahermawan@unesa.ac.id

Abstrak

Udang termasuk salah satu hewan ordo *decapoda* yang banyak di budidayakan pada perairan buatan maupun alam tertutup yang membutuhkan perlakuan teknis untuk menyeimbangkan ekosistem perairan. Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah dengan menggunakan kincir air yang berfungsi sebagai aerasi. Dengan menggunakan pembangkit tenaga *hybrid* (surya-angin) sebagai sumber energi listrik yang dimanfaatkan untuk penggerak kincir air di tambak udang. Keunggulan pembangkit ini adalah ramah lingkungan, pembangkit ini dapat memanfaatkan sinar matahari pada saat kecepatan angin rendah dan sebaliknya memanfaatkan energi angin pada saat turun hujan. Penggunaan diesel pada kincir air tambak udang untuk saat ini bukan tidak mungkin akan memunculkan ancaman seperti cadangan bahan bakar minyak bumi yang akan semakin berkurang dan harganya terbilang semakin mahal. Masalah tersebut akan berdampak buruk bagi masa depan. Pemanfaatan energi alternatif menjadi salah satu cara untuk mengembangkan pembangkit yang tidak merusak lingkungan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengkaji kelayakan sumber energi surya yang dipadukan dengan energi angin untuk diterapkan pada kincir air tambak udang. Metode yang digunakan adalah studi literatur yaitu dengan mengambil beberapa referensi dari berbagai macam jurnal yang dibuat oleh peneliti-peneliti sebelumnya. Dari hasil studi literatur yang telah di dapatkan dan memanfaatkan data-data dari jurnal terdahulu maka didapat intensitas matahari rata-rata adalah 4,187 kWh/m² dengan kapasitas daya yang dihasilkan oleh panel surya sebesar 500 Wp. Untuk kecepatan angin rata-rata adalah 3,6 m/s. Dengan kecepatan ini dan dengan diameter turbin angin 3,2 meter maka energi listrik yang dapat dibangkitkan oleh turbin angin adalah 6,5 kW.

Kata kunci : pembangkit tenaga *hybrid*, panel surya, turbin angin, kincir air, aerasi

Abstract

Shrimp is one of many ordo *decapoda* animals cultivated in artificial waters and enclosed natural waters, which require technical treatment to balance aquatic ecosystems. One possible effort would be to use operational waterwheels for aeration. Using hybrid (solar-wind) power plants as an electric source of energy used to drive waterwheels in shrimp farms. Advantages of this plant are environmentally friendly, it can take advantage of sunlight at low wind speeds and instead harness wind energy during rainfall. Current use of diesel on shrimp farm waterwheel is not impossible to pose many threats, such as increasing pollution and fuel reserves of petroleum will be diminishing. That problem is bad for the future. Alternative energy use is one way to develop plants that do not harm the environment. Purpose of this study is to know the efficiency of hybrid power plants to apply to shrimp farm waterwheels. Method used was the study of literature by picking up referrals from various journals made by previous researchers. Of generated literacy studies and harnessed data from previous journals, average sun intensity lowest is 4,187 kWh/m² with power capacity generated by solar panels of 500 Wp. For average wind speed was 3,6 m/s. With this speed and of a wind turbine in diameter is 3,2 m, the electrical energy which wind turbines can generate is 6,5 kW.

Keywords : hybrid power plant, solar panel, wind turbines, waterwheel, aeration

PENDAHULUAN

Udang adalah salah satu hewan yang masuk kedalam ordo *decapoda* dan merupakan komoditas utama dalam industrialisasi budidaya perikanan,

budidaya udang dengan pola intensif menjadi salah satu pilihan budidaya masa depan yang mempunyai keunggulan tempat budidaya relatif kecil namun hasil yang diperoleh lebih maksimal, produktivitas

yang tinggi dan minim menghasilkan limbah. Dalam upaya budidaya pola ini peran kincir air sangat dibutuhkan mengingat pentingnya kincir air pada tambak udang (Makmur, dkk, 2018).

Fungsi kincir air sendiri di perairan buatan adalah untuk menciptakan aerasi. Aerasi merupakan upaya proses peningkatan kandungan oksigen di area air, yang bertujuan membuat organisme hidup di dalamnya tumbuh lebih sehat dan cepat. Nutrisi atau pakan yang diberikan ke kolam menyebabkan meningkatnya kebutuhan oksigen di dalam air, terutama pada cuaca panas dimana tingkat O₂ (oksigen terlarut) lebih rendah, dan dapat menyebabkan kondisi yang dapat membunuh pertumbuhan udang dan pertumbuhan alga semakin meningkat.

Penurunan kadar oksigen didalam air pada tambak sendiri sewaktu-waktu dapat terjadi sehingga pemberian udara buatan sangat diperlukan dalam upaya meningkatkan kadar oksigen didalam air, penambahan O₂ (oksigen terlarut) bisa dilakukan dengan memakai kincir air, fungsi dari kincir air sendiri yaitu :

1. Meningkatkan kadar oksigen (O₂) secara menyeluruh ke dalam air tambak udang.
2. Menyebarkan air yang sudah teraerasi pada area sekitarnya sehingga area yang belum teraerasi dapat ikut teraerasi secara menyeluruh
3. Dengan lapisan sendimen organik yang ada didalam kolam akan menciptakan permukaan yang teroksidasi gas-gas dan cairan beracun seperti *hydrogen sulfidae* (H₂S) dan *ammonia* (NH₃) tidak dapat masuk ke air (Fiyanti, 2017).

Kebanyakan cara yang dipilih oleh para petani perikanan khususnya udang dalam menggerakkan kincir air untuk aerasi tambak ialah menggunakan mesin diesel dengan bahan bakar dasar solar. Mesin diesel diperlukan untuk menggerakkan kincir air proses ini bertujuan untuk menciptakan aerasi dalam tambak dan diharapkan dengan menggunakan cara ini kadar oksigen dapat semakin tinggi.

Namun Pemakaian diesel masih mempunyai beberapa permasalahan, diantaranya ketersediaan bahan bakar minyak bumi yang semakin berkurang dan harga yang terbilang semakin mahal, berangkat dari estimasi keekonomisan yang berhubungan dengan bidang usaha diversifikasi energi ke sumber energi terbarukan maka penulis berusaha untuk mencari jalan keluar bagi permasalahan yang

tengah dihadapi para petani udang dengan melakukan studi penerapan yang memanfaatkan tenaga surya dan angin sebagai pembangkit *hybrid* yang kemudian diaplikasikan sebagai sistem aerasi di tambak udang

Tenaga surya dan tenaga angin dipilih karena area tambak udang yang terletak pada alam terbuka dan berdekatan dengan pesisir pantai sehingga sinar matahari dapat diserap secara penuh dan juga diketahui kecepatan angin darat dan laut sangat melimpah yang nantinya juga dapat digunakan sebagai pelapis energi yang akan menutupi kekurangan dari masing-masing sumber energi surya dan angin. Pembangkit ini dapat memanfaatkan sinar matahari pada saat kecepatan angin rendah dan sebaliknya memanfaatkan energi angin pada saat turun hujan

Diharapkan studi mengenai pembangkit *hybrid* dengan memanfaatkan sumber tenaga surya dan angin ini dapat menjadi salah satu literatur dalam pengaplikasian untuk sistem aerasi dan sangat besar kemungkinan terwujudnya sistem aerasi tambak udang yang lebih hemat dalam segi biaya dan lebih bijak dalam pemanfaatan energi alam.

PEMBAHASAN

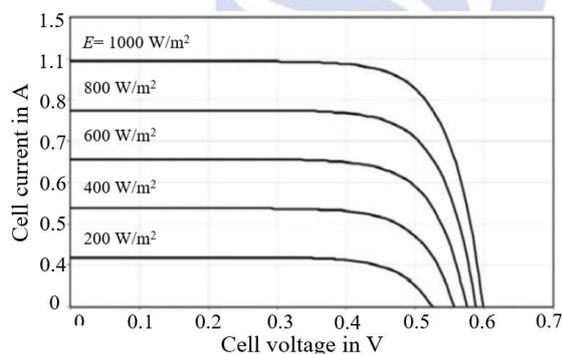
Sistem pembangkit *hybrid* merupakan sistem yang mengkombinasikan dua sumber energi atau bahkan lebih yang akan menyuplai daya kepada beban. Energi angin dan matahari memiliki efisiensi tinggi, kehandalan yang tinggi, dan tidak menimbulkan polusi pada lingkungan sekitar (Harmini & Nurhayati, 2018).

Pembangkit listrik tenaga *hybrid* atau PLTH merupakan suatu pembangkit yang memadukan dua sumber energi yang saling mendukung satu sama lain, biasanya pembangkit jenis ini dipergunakan sebagai *isolated grid*, sehingga memperoleh sinergi yang saling memberikan keuntungan ekonomis dan teknis bagi masing-masing pembangkit (Halasa & Asumadu, 2016). Sedangkan menurut (Hayu, Dkk, 2018). Pembangkit listrik yang mengabungkan dari beberapa sumber energi terbarukan dan saling terintegrasi biasa disebut sebagai pembangkit listrik tenaga *hybrid*. Pembangkit dengan jenis *hybrid* ini terbilang lebih efisien jika dibandingkan dengan pembangkit lain yang hanya mengandalkan satu jenis sumber energi saja.

Contohnya apabila menggunakan tenaga bayu atau angin, seperti yang kita ketahui kecepatan

angin seringkali berubah-ubah dan tidak stabil hal ini akan menyebabkan daya keluaran yang dihasilkan akan naik turun tidak konstan, ditambah dengan daya yang dihasilkan akan bergantung pada energi angin saja. Namun jika dipadukan dengan jenis pembangkit lain misalnya tenaga surya, akan dipastikan bahwa daya yang dikeluarkan akan lebih maksimal karena diketahui negara Indonesia dilalui oleh garis katulistiwa yang mengakibatkan iklim di Indonesia menjadi iklim tropis maka energi matahari cukup melimpah sehingga dapat dimanfaatkan dengan cuma-cuma (Hayu, Dkk, 2018).

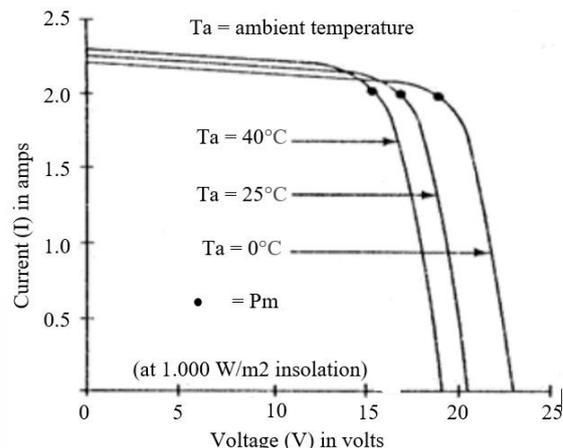
Pembangkit listrik tenaga surya ialah pembangkit yang sumber energinya didapatkan dari pancaran radiasi matahari, *solar cell* menyerap cahaya matahari kemudian mengubahnya menjadi energi listrik. Sel fotovoltaik sendiri berbahan dasar semi konduktor yang bila sel ini terkena cahaya matahari maka akan melepaskan elektron yang terkandung dalam sambungan semi konduktor yang nantinya akan menghasilkan tegangan listrik arus searah (Hayu, Dkk, 2018).



Gambar 1. Kurva arus dengan tegangan sel surya terhadap intensitas cahaya matahari (Sumber: Kurniadi & Naibaho, 2015)

Jika intensitas cahaya melemah atau energi matahari yang mengenai permukaan *solar cell* semakin berkurang maka tegangan dan arus yang dihasilkan juga akan semakin menurun, tegangan yang turun cenderung lebih kecil dibandingkan dengan arus listriknya seperti yang terdapat pada gambar 1 (Kurniadi & Naibaho 2015).

Sedangkan gambar 2 menunjukkan bahwa perubahan arus akibat dari perubahan suhu tidak terlalu signifikan, namun arus tetap akan bertambah besar saat suhu semakin meningkat. Sedangkan yang terjadi dengan tegangan akan menurun saat suhu semakin meningkat (Kurniadi & Naibaho, 2015).



Gambar 2. Kurva arus dengan tegangan pada sel surya terhadap perubahan temperatur (Sumber : Kurniadi & Naibaho, 2015)

Efisiensi dari panel surya merupakan perbandingan daya output yang dihasilkan panel surya dengan daya intensitas matahari. Untuk menentukan efisiensi panel surya dapat digunakan rumus seperti berikut:

$$\eta = \frac{P_{out}}{G \times A} \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan:

- η = Efisiensi panel surya
- A = Luas Penampang panel surya (m^2)
- G = Intensitas Matahari ($watt/m^2$)
- P_{out} = Daya output yang di dapatkan dari hasil kali V_{oc} , I_{sc} , dan FF (watt)

Persamaan 1 merupakan persamaan dalam menentukan efisiensi dari panel surya, yaitu daya maksimum yang telah didapat dari hasil kali V_{oc} / *open circuit voltage*, I_{sc} / *Short circuit current*, dan *fill factor* dibagi dengan intensitas matahari dalam satuan $watt/m^2$ kemudian dikalikan luas penampang dan dikalikan 100% (Kurniadi & Naibaho, 2015).

Pembangkit listrik tenaga bayu merupakan salah satu energi terbarukan yang bersumber dari tenaga angin, pembangkit ini mempunyai efisiensi yang cukup baik dan tergolong ramah lingkungan (Prasetyo, Dkk, 2019).

Indonesia adalah suatu negara yang dikaruniai potensi sumber daya alam yang begitu besar, salah satunya yaitu angin. Potensi angin yang dapat dimanfaatkan menjadi sumber energi mempunyai kecepatan diatas 5 m/detik dan itu berada pada 120 lokasi dan tersebar di wilayah Nusa Tenggara Timur, Nusa Tenggara Barat, Sulawesi Selatan, dan Pantai Selatan Jawa (Bachtiar & Hayattul, 2018).

Turbin angin atau yang sering pula disebut dengan kincir angin adalah suatu alat yang

dipergunakan untuk menangkap energi angin yang berupa gerak translasi untuk diubah menjadi gerak rotasi dan merupakan sarana pengubah energi kinetik menjadi energi mekanik (Prasetyo, Dkk, 2019).

Untuk menentukan daya pembangkit listrik tenaga angin dapat digunakan rumus dari persamaan berikut :

$$P_a = \frac{1}{2} \rho A v^3 \quad (2)$$

Keterangan :

P_a = Daya pembangkit listrik tenaga angin (Watt)

ρ = Massa jenis udara (kg/m³)

v^3 = Kecepatan angin (m/s)

A = Luas penampang blade (m²)

Pada persamaan 2 untuk daya pembangkit didapatkan dengan masa jenis udara dengan rata-rata 1,2 kg/m³ dikali luas penampang *blade* dan kecepatan angin dalam satuan m/s.

Studi PLT Hybrid Angin-Matahari-Diesel Untuk Penghematan Biaya Aerasi Tambak Di Muara Gembong-Bekasi

Berdasarkan hasil studi yang dilakukan oleh (Dangkua, 2011) dengan judul “Studi PLT Hybrid Angin-Matahari-Diesel Untuk Penghematan Biaya Aerasi Tambak Di Muara Gembong-Bekasi”, Peneliti melakukan studi mengenai pembangkit *hybrid* yang dimanfaatkan sebagai erasi ditambah udng dengan harapan supaya memangkas biaya menjadi lebih hemat. Berikut data yang diperoleh dari peneliti ditunjukkan pada tabel 1 dan 2 :

Tabel 1. Data Kecepatan Rata-rata Angin Perbulan di Muara Gembong Bekasi

Bulan	Kecepatan Angin Rata-rata (m/s)
Januari	3,9
Februari	3,3
Maret	4
April	3,7
Mei	4,2
Juni	4,05
Juli	4,1
Agustus	3,7
September	3,05
Oktober	3,3
November	2,65
Desember	4,15

(Sumber : Dangkua, 2011)

Kawasan pemukiman di muara gembong bekasi ini sebagian besar didominasi berupa lahan pertambakan dan sebagian dipergunakan sebagai lahan pertanian, kawasan ini berbatasan langsung dengan laut jawa sehingga potensi sumber energi angin tergolong melimpah karena adanya angin dari laut dan darat, berdasarkan data pada tabel 1 dapat diketahui kecepatan angin rata-rata tertinggi di muara gembong bekasi didapatkan paada bulan desember yaitu 4,15 m/s, sedangkan untuk data terendah diperoleh pada bulan november dengan kecepatan angin hanya 2,65 m/s.

Pada tabel 2 terlihat bahwa semarang mempunyai intensitas radiasi matahari paling tinggi, sedangkan bogor mempunyai intensitas radiasi matahari paling rendah di indonesia. Untuk intensitas radiasi matahari di muara gembong bekasi, karena letaknya yang sangat berdekatan dengan wilayah Jakarta Utara, maka intensitas radiasi matahari dapat mengacu pada intensitas radiasi cahaya matahari dari Jakarta Utara yang memiliki nilai 4,187 kWh/m², disini alasan menggunakan kWh/m² dikarenakan nilai dibawah menjelaskan berapa daya yang dibangkitkan dalam satu harinya yang nantinya digunakan sebagai penyuplai beban berupa motor induksi pada tambak.

Tabel 2. Data Intensitas Radiasi Cahaya Matahari di Indonesia

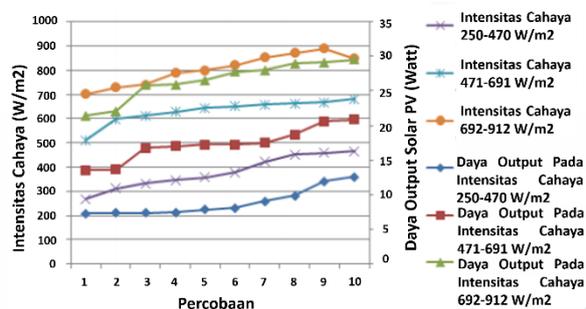
Provinsi	Lokasi	Intensitas Radiasi Matahari (kWh/m ²)
DKI Jakarta	Jakarta Utara	4,187
Banten	Tangerang	4,324
	Lebak	4,446
Jawa Barat	Bogor	2,558
	Bandung	4,149
Jawa Tengah	Semarang	5,488
DI Yogyakarta	Yogyakarta	4,500
Jawa Timur	Pacitan	4,300

(Sumber : Dangkua, 2011)

Uji Performa Turbin Angin Darrieus 6 Blade dan Solar PV Sebagai Sumber Pembangkit Listrik Hybrid di Pantai Tamban Kabupaten Malang

Berdasarkan hasil studi yang dilakukan oleh (Pratiwi & Ansori, 2020) bahwa peneliti merancang model pembangkit listrik tenaga *hybrid* di pesisir pantai yang dimanfaatkan sebagai

sumber pembangkit listrik dengan menggunakan model sistem *solar cel* sebagai sumber pembangkit utama dan turbin angin *darrieus 6 blade* sebagai sumber pembangkit sekunder pada sistem *hybrid* ini



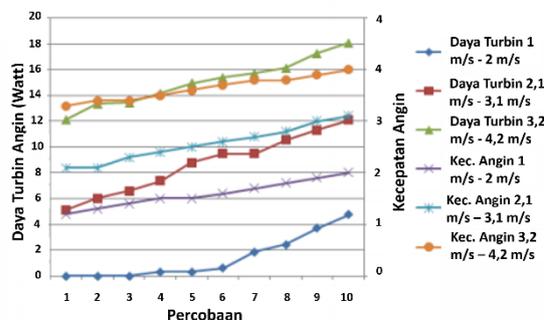
Gambar 3. Perbandingan Intensitas Cahaya dengan Daya out solar PV Pada Hari Ketiga (Sumber : Pratiwi & Ansori, 2020)

Dari penjabaran data pada gambar 3 dapat diketahui bahwa semakin tinggi intensitas matahari maka semakin tinggi juga daya keluaran yang dihasilkan oleh solar PV (*photovoltaic*), dan semakin rendah intensitas matahari maka semakin rendah juga daya keluaran yang dihasilkan oleh solar PV. Pada intensitas 250 – 470 W/m² daya keluaran solar PV mengalami peningkatan yang cukup lambat dikarenakan intensitas cahaya yang dihasilkan matahari di saat pagi hari masih cukup rendah.

Sementara pada intensitas 471 – 691 W/m² daya keluaran solar PV mulai mengalami peningkatan yang signifikan seiring dengan peningkatan intensitas cahaya matahari pada siang hari yang dapat meningkatkan intensitas. Kemudian pada intensitas 692 – 912 W/m² terjadi peningkatan yang signifikan pada daya keluaran solar PV dikarenakan pada siang hari solar PV mengalami puncaknya saat posisi matahari tepat menghadap solar PV, maka solar PV dapat menangkap intensitas cahaya yang maksimal pada siang hari.

Dari data yang dijabarkan gambar 4 dapat diketahui apabila semakin tinggi kecepatan angin maka semakin besar pula daya turbin angin, dimana bila kecepatan angin yang dihasilkan rendah maka daya turbin angin juga rendah. Dapat dilihat dari kecepatan angin 1 – 2 m/s turbin angin mulai dapat menghasilkan daya pada kecepatan 1,5 m/s, seiring meningkatnya kecepatan angin semakin tinggi pula daya yang dihasilkan turbin angin. Pada kecepatan angin rentang 2,1 – 3,1 m/s daya yang dihasilkan oleh

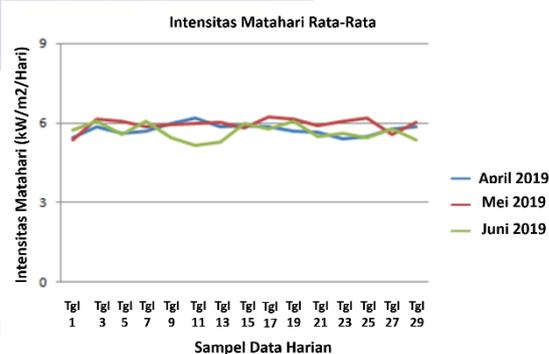
turbin angin cenderung meningkat sejalan dengan peningkatan kecepatan angin. Kemudian pada kecepatan angin rentang 3,2 – 4,2 m/s terjadi peningkatan daya turbin yang sangat signifikan diakibatkan oleh kecepatan angin yang sangat tinggi di daerah pantai tamban kabupaten Malang.



Gambar 4. Perbandingan Kecepatan Angin dengan Daya Turbin Angin Pada Hari Ketiga (Sumber : Pratiwi & Ansori, 2020)

Studi Literatur Kelayakan Energi Matahari-Angin (*Hybrid*) sebagai Sumber Daya Pompa Air untuk Sistem Pengairan di Kawasan Aceh Besar

Berdasarkan hasil studi yang dilakukan oleh (Zulfadli & Mulkan, 2019). Penguji melakukan pemantauan potensi energi angin dan matahari selama 3 bulan dengan harapan mendapat hasil rata-rata yang maksimal dan didapatkan data seperti pada gambar 5,6,7 dan 8 :



Gambar 5. Grafik Hasil Pengukuran Rata-Rata Intensitas Matahari Harian (Sumber : Zulfadli & Mulkan, 2019)

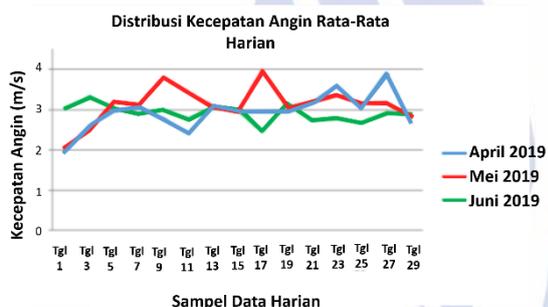
Dari data pada gambar 5 dengan lama penyinaran 10 jam dalam satu hari didapatkan bahwa rata-rata intensitas cahaya matahari pada bulan April yaitu 577,36 W/m², Mei 596,10 W/m² dan Juni adalah 567,27 W/m² dengan suhu rata-rata 32,7°C.

Terlihat bahwa peneliti mendapatkan hasil intensitas cahaya matahari tertinggi diperoleh

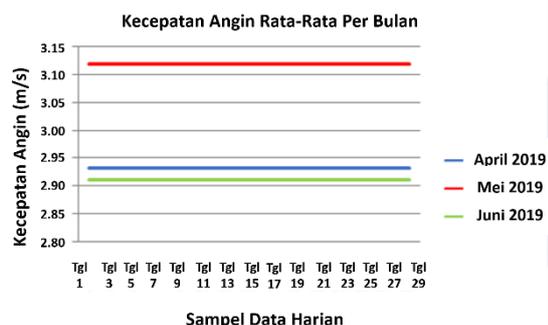
pada bulan Mei, tanggal 17, tahun 2019 dengan rata-rata berkisar $623,39 \text{ W/m}^2$. Hal ini disebabkan oleh kondisi sinar matahari yang sangat terik dan langsung mengenai permukaan panel surya tanpa terhalang apapun serta suhu pada bulan tersebut tercatat cukup tinggi yaitu 34°C seperti yang ditunjukkan pada gambar 6.



Gambar 6. Grafik Hasil Pengukuran Rata-Rata Intensitas Matahari Bulanan (Sumber : Zulfadli & Mulkan, 2019)



Gambar 7. Grafik Kecepatan Angin Rata-Rata Harian (Sumber : Zulfadli & Mulkan, 2019)



Gambar 8. Grafik Kecepatan Angin Rata-Rata Perbulan (Sumber : Zulfadli & Mulkan, 2019)

Berdasarkan hasil pengukuran rata-rata kecepatan angin yang terdapat pada gambar 7 yang dilakukan selama 3 bulan memperoleh nilai tertinggi pada bulan April yaitu $3,9 \text{ m/s}$, bulan Mei $3,97 \text{ m/s}$ dan bulan Juni adalah $3,33 \text{ m/s}$. sedangkan kecepatan angin terendah pada bulan April adalah $1,96 \text{ m/s}$, bulan Mei $2,06 \text{ m/s}$ dan bulan Juni adalah $2,68 \text{ m/s}$. Sedangkan pada gambar 8 menjelaskan

bahwa rata-rata kecepatan angin yang telah diperoleh perbulan yaitu $2,93 \text{ m/s}$, $3,12 \text{ m/s}$ dan $2,91 \text{ m/s}$.

Tabel 3. Spesifikasi Motor Induksi Sebagai Penggerak Kincir Air

Motor Induksi	
Merk	Multipro
Type	1 HP-YCL 90s-4 MP
Horse Power	1 HP
Daya Listrik	750 watt
Tegangan	220 VAC
Fasa	1
Pole	4
Kec-Tanpa Beban	1400 rpm
Insulasi	Class B
Jumlah	4 Unit

(Sumber : Dangkoa, 2011)

Dari keterangan spesifikasi pada tabel 3, motor induksi membutuhkan daya listrik sebesar 750 watt agar dapat dioperasikan secara optimal, motor ini mempunyai kecepatan 1400 rpm saat tanpa diberi beban dengan jumlah yang dipasang pada tambak udang adalah 4 unit. Jumlah motor ini disesuaikan dengan jumlah kincir air yang dipasang pada tambak.

Tabel 4. Konsumsi Listrik Untuk Aerasi Pada Tambak Udang

Hari Ke	Jam 06.00-18.00		Jam 18.00-06.00		Konsumsi Listrik (AC) kWh
	Unit	kW	Unit	kW	
1-20 (20 hari)	1 Unit	0,75 kW	2 Unit	1,5 kW	$20 \times (9+18) = 540$ kWh
21-40 (20 hari)	2 Unit	1,5 kW	4 Unit	3 kW	$20 \times (18+36) = 1080$ kWh
41-60 (20 hari)	2 Unit	1,5 kW	4 Unit	3 kW	$20 \times (18+36) = 1080$ kWh
61-150 (90 hari)	4 Unit	3 kW	4 Unit	3 kW	$90 \times (36+36) = 6480$ kWh
Total Konsumsi Listrik Per Siklus					9,180 kWh
Total Konsumsi Listrik Per Tahun					18,360 kWh

(Sumber : Dangkoa, 2011)

Tabel 4 menunjukkan bahwa siklus masa panen udang adalah sampai 5 bulan sekali, dengan menggunakan 4 unit kincir air sebagai aerasinya dan didapatkan bahwa beban puncak yang terjadi selama masa pemeliharaan yaitu pada hari ke 61-150 hal ini disebabkan karena pada periode tersebut 4 unit

kincir air beroperasi penuh selama 24 jam dengan total beban adalah 3kW, kincir air beroperasi selama 24 jam penuh, dengan rincian 12 jam pertama beroperasi pada pukul 06.00-18.00 dilanjutkan 12 jam berikutnya pukul 18.00-06.00.

Tabel 5. Spesifikasi Inverter

Inverter			
Merk	Leonics		
Tipe	Appolo SGP-218C		
Input	Inverter Mode	Tegangan nominal 48 Vdc range tegangan 40-58 Vdc	
	Charger Mode	220 Vac	
Stabilizer Mode		220 Vac-23%+25%	
Output	Inverter Mode	Daya Kontinyu	3,5 kVA
		Tegangan	220 Vac ± 1%
		Frekuensi	50/60 Hz ± 0,1%
		Wave From	Pure Sine Wave
	Stabilizer Mode	Tegangan (AVR)	Nominal ± 10%
		Jumlah tap charger	3
	Charger Mode	Tegangan Nominal	48 Vdc
		Arus Charging Max	30 A
Protection	Over Current, Over Load, Over Temperature, Short Circuit, Under Voltage		

(Sumber : Dangkua, 2011)

Sebelum dimanfaatkan oleh motor induksi, terlebih dahulu daya keluaran dari panel surya yang sebelumnya listrik DC di ubah menjadi listrik AC melalui inverter dengan spesifikasi seperti pada tabel 5.

Dari berbagai penelitian sebelumnya dan telah ditelaah secara literatur, dapat diambil kesimpulan dari ketiga penelitian bahwa Peneliti pertama yang ditulis oleh Dangkua, 2011 menjelaskan dalam upaya menekan biaya oprasional petani tambak udang dengan memanfaatkan tenaga angin, matahari dan diesel sebagai pembangkit *hybrid* yang dapat menghasilkan daya berkapasitas 6,5 kW, dengan siklus panen 5 bulan sekali total daya yang dibutuhkan dalam aerasi selama 1 tahun yaitu 9180 kWh x 2 siklus = 18.360 kWh. Sedangkan untuk 1 tahun kelebihan daya mencapai 17,804 kWh sehingga daya tersebut mencukupi untuk kebutuhan aerasi, sedangkan diesel generator hanya difungsikan untuk tenaga cadangan saja. Jurnal penelitian tersebut juga menjelaskan keuntungan biaya oprasional saat menggunakan pembangkit

hybrid ini diantaranya menyusutnya biaya bahan bakar mencapai Rp.54.855.000 dalam 1 siklusnya, dengan keuntungan sebelumnya mencapai Rp76.450.000 setelah menggunakan pembangkit *hybrid* ini dapat meraup keuntungan sebesar 123.855.000.

Peneliti kedua yang ditulis oleh Pratiwi & Ansori, 2020 menjelaskan tentang perancangan dan pembuatan pembangkit *hybrid* matahari dan angin, disini peneliti menggunakan turbin *darrieus 6 blade*. Dalam sistem *hybrid* ini *solar cell* digunakan sebagai sumber pembangkit primer sedangkan turbin angin digunakan sebagai pembangkit sekunder. Sayangnya pada jurnal ini pengambilan data intensitas cahaya matahari dilakukan saat panel surya dalam keadaan kotor sehingga banyak debu dan kotoran yang mempengaruhi kinerja dari solar panel itu sendiri serta saat pengambilan data kecepatan angin tidak dilakukan pada start awal yang sama artinya pengambilan data tidak dilakukan saat kondisi turbin berhenti.

Peneliti ketiga yang ditulis oleh Zulfadli & Mulkan, 2019 menjelaskan tentang pemanfaatan pembangkit tenaga *hybrid* surya yang dipadukan dengan angin untuk mengoptimalkan sistem irigasi pada area persawahan di desa BlangKrueng Aceh, dengan rincian panel surya dapat menghasilkan daya sebesar 450 Watt sedangkan turbin angin sebesar 186,65 Watt. Daya yang dihasilkan ini mencukupi apabila digunakan untuk menggerakkan pompa air yang membutuhkan daya sebesar 300 Watt. Dengan daya tersebut panel surya sudah cukup untuk memenuhi kebutuhan pompa sedangkan turbin angin dimanfaatkan sebagai pelengkap daya pada saat malam hari atau saat kondisi cahaya matahari sedang redup.

SIMPULAN

Dengan potensi yang dihasilkan energi surya yang dipadukan dengan energi angin dalam sistem pembangkit *hybrid* telah memenuhi kualifikasi untuk dikembangkan sebagai sumber daya *alternative* sebagai penggerak kincir air tambak udang, dengan rata-rata intensitas matahari 4,187 kWh/m². Panel surya menggunakan daya dengan kapasitas 500 Wp, sedangkan rata-rata kecepatan angin yang didapat adalah 3,6 m/s. dengan kecepatan angin tersebut maka turbin angin dapat membangkitkan energi listrik sebesar 6,5 kW.

Jumlah output yang dihasilkan pembangkit *hybrid* ini selama 1 tahun yaitu 36,164 kWh, sedangkan kebutuhan daya beban kincir air yang digunakan untuk aerasi adalah 18,360 kWh. Dari uraian daya keluaran panel surya dan turbin angin ini telah mencukupi jika digunakan sebagai

penggerak kincir air, dengan masih menyisakan daya sebesar 17,804 kWh.

SARAN

Sebaiknya bila akan melakukan penelitian yang sama terkait pembangkit listrik tenaga *hybrid* (surya-angin) harus mempertimbangkan lokasi yang cocok dikarenakan kecepatan angin dan intensitas matahari sangat berpengaruh terhadap tinggi rendahnya daya yang dihasilkan pembangkit itu sendiri. Peneliti juga hendaknya melakukan percobaan terkait kesesuaian ukuran diameter turbin dan panel surya agar daya yang di hasilkan dapat dimanfaatkan sesuai kebutuhan yang telah direncanakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Bachtiar, A., & Hayattul, W. 2018. *Analisis Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Angin PT. Lentera Angin Nusantara (LAN) Ciheras*. Jurnal Teknik Elektro, Vol. 07 No. 1. Halaman 35-45.
- Dangkua, Arinda, D, 2011, *Studi PLT Hybrid Angin-Matahari-Diesel Untuk Penghematan Biaya Aerasi Tambak Di Muara Gembong-Bekasi*
- Fiyanti, Ari. 2017. *Sistem Otomasi Kincir Air untuk Respirasi Udang Tambak Menggunakan Senso Dissolved Oxygen (DO)*.
- Harmini, H., & Nurhayati, T. (2018). *Pemodelan sistem pembangkit hybrid energi solar dan angin*. Elekrika, Vol. 10 No. 2. Halaman 28-32.
- Halasa, G., & Asumadu, J. A. (2016, May). *Wind-solar hybrid electricaly power production to support national grid: Case study-Jordan*. In 2009 IEEE 6th International Power Electronics and Motion Control Conference (pp. 903-909). IEEE.
- Hayu, T. S., Suriadi, S., & Siregar, R. H. 2018. *Studi Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid (Surya-Bayu) di Banda Aceh Menggunakan Metode Jaringan Syaraf Tiruan*. Jurnal Karya Ilmiah Teknik Elektro. Vol. 03 No. 1. Halaman 9-16.
- Kurniadi, I., & Naibaho, N. 2015. *Studi Sel Surya Untuk Pembangkit Listrik 20 Watt*. Elektrokrisna, Vol. 04 No 1.
- Makmur. Suwoyo, H. S., Fahrur, M., & Syah, R. 2018. *The Influence Off The Number Of Pond Bottom Aerator Points On White Shrimp Farming, Litopenaeus Vannamei*. Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis Vol. 10 No. 3. Halaman 727-738.
- Prasetyo, A., Notosudjono, D., & Soebagja, H. (2019). *Studi Potensi Penerapan Dan Pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Angin Di Indonesia*. Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Teknik Elektro, Vol. 1 No. 1.
- Pratiwi, D. A., & Ansori, A. 2020. *Uji Performa Turbin Angin Darrieus 6 Blade Dan Solar PV Sebagai Sumber Pembangkit Listrik Hybrid di Pantai Tamban Kabupaten Malang*. Jurnal Teknik Mesin, Vol. 08 No. 1.
- Zulfadli, T., & Mulkan, A. 2019. *Visibility Study of Hybrid Solar-Wind Energy To Power Up The Pump For The Irrigation System In The Districh Of Aceh Besar*. Vol. 17 No. 2.