

ESTIMASI DAYA LISTRIK UNTUK PRODUKSI OKSIGEN OLEH KINCIR AIR SELAMA PERIODE “BLIND FEEDING” BUDIDAYA UDANG VANAME (*Litopenaeus vannamei*)

Estimation of Electric Power for Oxygen Production by Paddle-Wheel Aerators During Blind Feeding Period of Litopenaeus vannamei Shrimp Culture

Abdul Wafi¹, Heri Ariadi^{2*}

¹Departemen Budidaya Perikanan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Ibrahimy, Situbondo, Jawa Timur
Jl. KHR. Syamsul Arifin No. 1-2 Sukorejo, Situbondo, Jawa Timur, Indonesia 68374

²Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan, Universitas Pekalongan, Pekalongan, Jawa Tengah
Jl. Sriwijaya No. 3 Pekalongan, Jawa Tengah, Indonesia 51119

Email : ariadi_heri@yahoo.com

Diserahkan tanggal 11 Januari 2021, Diterima tanggal 26 Agustus 2021

ABSTRAK

Sebanyak 15% biaya produksi budidaya udang digunakan untuk konsumsi energi listrik oleh penggunaan kincir air, selain itu penggunaan kincir air juga merupakan faktor kunci yang menentukan dalam keberhasilan budidaya udang. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui estimasi daya tenaga listrik yang dibutuhkan untuk produksi oksigen terlarut oleh penggunaan kincir air selama periode budidaya “Blind Feeding” udang vaname (*L. vannamei*). Metode penelitian yang digunakan adalah metode riset lapang dengan mengamati variabel parameter kualitas air (pH, suhu, Oksigen terlarut, salinitas), laju difusi oksigen pada kincir air, laju pertumbuhan udang, dan estimasi tingkat kebutuhan listrik untuk operasional kincir air yang dilakukan selama 30 hari awal masa budidaya intensif udang vaname. Hasil penelitian menunjukkan kondisi parameter kualitas air selama masa budidaya cenderung stabil dan sesuai dengan kriteria baku mutu kualitas air untuk budidaya udang. Laju pertumbuhan udang harian rata-rata sebesar 1.21 gr/hari dan memiliki hubungan korelatif terhadap tingkat produksi oksigen oleh difusi kincir air dengan membentuk model persamaan $Y = 4.769 + 0.344x$. Sedangkan jumlah estimasi daya listrik yang dibutuhkan untuk mengoperasikan kincir air sepanjang periode *blind feeding* berkisar antara 0.97-1.07 kW yang berfluktuasi mengikuti efektifitas tingkat produksi oksigen di perairan tambak. Selama periode *blind feeding* budidaya udang intensif jumlah estimasi daya listrik yang dibutuhkan untuk mengoperasikan kincir air dengan kapasitas 2 HP dibutuhkan energi listrik antara 0.97-1.07 kW yang berfluktuasi secara osilatif sepanjang periode *blind feeding* budidaya udang vaname berlangsung.

Kata kunci: *blind feeding*; kincir air; *L. vannamei*; udang vaname

ABSTRACT

15% of shrimp culture production cost is used for electricity consumption by paddle-wheels aerator operation, in addition, the use of paddle-wheel aerator is also a key determining factor in shrimp farming. The purpose of this study was to determine the estimated electric power required for dissolved oxygen production by the use of a paddle-wheel aerator during the “Blind Feeding” period of vaname shrimp (*L. vannamei*). The research method used with the field research method by observing the variable water quality parameters (pH, temperature, dissolved oxygen, salinity), oxygen diffusion rate in paddle-wheel aerators, shrimp growth rate, and estimation of the level of electricity demand for paddle-wheel aerator operations during the initial 30 days of intensive shrimp culture. The results showed that of water quality parameters condition during the cultivation period tended to be stable and in accordance with the water quality standard criteria for shrimp culture. The daily shrimp growth rate an average of 1.21 g/day and has a correlative relationship with the level of oxygen production by paddle-wheel aerators diffusion by forming the equation model $Y = 4.769 + 0.344x$. Meanwhile, the estimated amount of electric power needed to paddle-wheel aerators operate during the blind feeding period ranges from 0.97-1.07 kW which fluctuates following by oxygen production rate effectiveness in pond waters. During the blind feeding intensive shrimp farming periods, the estimated amount of electrical power require to operate of 2 HP paddle-wheel aerators capacity need electrical energy between 0.97-1.07 kW which fluctuates oscillatively throughout the blind feeding periods.

Keywords: *blind feeding*; paddle-wheel aerators; *L. vannamei*; vaname shrimp

PENDAHULUAN

Oksigen terlarut adalah parameter utama yang memainkan pengaruh penting terhadap tingkat produktifitas

budidaya udang pada tambak intensif (Ariadi *et al.*, 2019; Rahman *et al.*, 2020). Selama periode *blind feeding* budidaya udang vaname (*L. vannamei*) oksigen terlarut memainkan peran krusial terhadap tingkat laju pertumbuhan udang serta

proses pembentukan kesetimbangan ekosistem pada perairan budidaya. *Blind feeding* adalah periode pemberian pakan buta yang berlangsung selama 30 hari awal masa budidaya udang vaname (Ariadi *et al*, 2020). Salah satu sumber produksi oksigen di perairan tambak berasal dari aktifitas penggunaan kincir air (Kumar *et al*, 2013). Kincir air adalah alat perekayasa teknis yang berfungsi untuk membantu proses difusi oksigen terlarut pada tambak budidaya udang (Jayanthi *et al*, 2021). Mekanisme produksi oksigen pada kincir air berlangsung secara difusi akibat adanya kontak udara antara atmosfer dengan permukaan kolom air melalui percikan arus vertikal baling-baling kincir (Itano *et al*, 2019).

Produksi oksigen oleh penggunaan kincir air pada kolam budidaya berlangsung secara dinamis (Kumar *et al*, 2010). Kincir air dengan kapasitas 2 HP diprediksi mampu memproduksi oksigen terlarut antara 0.18-1.21 mgO₂/L/jam (Ariadi *et al*, 2020). Secara paralel efisiensi tingkat produksi oksigen oleh kincir air dipengaruhi oleh karakter fisika, kimia, dan biologi perairan tambak (Delgado *et al*, 2003). Sehingga, efektifitas tingkat produksi oksigen oleh aktifitas penggunaan kincir air ini secara tidak langsung akan berdampak terhadap jumlah beban biaya listrik yang digunakan untuk kegiatan operasional budidaya (Anand *et al*, 2019). Penggunaan listrik untuk kincir air pada budidaya memiliki biaya produksi terbesar ketiga setelah biaya pakan dan benih yakni sebesar 15% dari total biaya produksi budidaya (Kumar *et al*, 2013).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui estimasi daya tenaga listrik yang dibutuhkan untuk produksi oksigen terlarut oleh penggunaan kincir air selama periode budidaya "Blind Feeding" udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) berlangsung.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di area tambak intensif Kecamatan Banyuputih, Kabupaten Situbondo pada bulan November-Desember 2020 selama 30 hari pada awal masa budidaya intensif udang vaname (*L. vannamei*) atau saat periode budidaya *blind feeding* sedang berlangsung. Tambak yang digunakan sebagai obyek penelitian adalah tambak plastik HDPE dengan ukuran 200 m² dan penggunaan kincir air berkapasitas 2 HP selama periode budidaya *blind feeding* udang berlangsung. Padat tebar udang yang digunakan pada tambak penelitian berjumlah 150 ekor/m². Variabel riset yang diamati selama proses berlangsungnya penelitian meliputi variabel data kualitas air (pH, suhu, oksigen terlarut, salinitas), data laju difusi oksigen oleh kincir air, data pertumbuhan udang harian, serta data untuk estimasi tingkat kebutuhan listrik dari penggunaan kincir air di tambak. Keseluruhan data diambil secara harian selama 30 hari masa budidaya *blind feeding* udang vaname di tambak intensif berlangsung. Estimasi tingkat produksi oksigen oleh penggunaan kincir air di tambak dilakukan perhitungan berdasarkan rumus persamaan yang dikenalkan oleh Boyd, (1998), sebagai berikut:

$$OTR = SOTR \times \frac{(C_s - C_p)}{9.09} \times 1,024^{T-20} \times \alpha \dots\dots\dots (1)$$

$$SOTR = (K_L \alpha) \times (C_{sat}) \times (V) \times (10^{-3}) \dots\dots\dots (2)$$

$$K_L \alpha = K_L \alpha_T \div 1,024^{T-20} \dots\dots\dots (3)$$

$$\alpha = K_L \alpha \text{ air kolam} \div K_L \alpha \text{ air murni} \dots\dots\dots (4)$$

Dimana : OTR = tingkat transfer oksigen (mgO₂/jam); nilai 1,024^{T-20} = faktor koreksi temperatur; SOTR = standar tingkat transfer oksigen (mgO₂/jam); C_s = nilai salinitas di kolam (ppt); C_p = konsentrasi oksigen jenuh perairan (mgO₂/L); C_{sat} = nilai persen saturasi kolam (%O₂); K_Lα = koefisien transfer gas (mgO₂/jam); α = koefisien keseimbangan (mgO₂/jam); V = jumlah volume air (m³); K_Lα_T = koefisien transfer gas suhu (7,24 mgO₂/jam); 9.09 = nilai deviasi oksigen di perairan.

Sedangkan untuk prediksi daya kebutuhan listrik untuk operasionalisasi kincir air dilakukan estimasi perhitungan berdasarkan rumus yang dikenalkan oleh Roy *et al*, (2015) sebagai berikut :

$$AE = \frac{[SAE \{ \alpha \times 1.024^{T-20} (\beta C_s - C_p) \}]}{9.07} \dots\dots\dots (5)$$

$$P_T \text{ (kW)} = OTR \text{ (mgO}_2\text{/jam)} / AE \text{ (mgO}_2\text{/kW/jam)} \dots\dots\dots (6)$$

Dimana: AE = tingkat efisiensi O₂ kincir air (mgO₂/kW/jam); 1,024^{T-20}= faktor koreksi temperatur; SAE = transfer input energi (2.02 mgO₂/kW/jam); C_s = nilai salinitas di kolam (ppt); C_p = konsentrasi oksigen jenuh di kolam (mgO₂/L); β = rasio nilai saturasi oksigen di kolam (%O₂); α = koefisien keseimbangan (mgO₂/jam); P_T = kebutuhan tenaga listrik untuk aerasi (kW); OTR = tingkat transfer oksigen (mgO₂/jam); 9.07 = nilai deviasi kelarutan oksigen di kolam.

Data pertumbuhan udang ddiperoleh dengan melakukan sampling udang secara acak setiap hari dengan mengambil 5-7 ekor udang melalui jembatan ancho (tempat untuk mengkontrol pakan udang) atau *baby box* kemudian ditimbang dengan timbangan digital HWH DJ-1002C. Sementara untuk data kualitas air dilakukan pengukuran secara *in situ* dari atas posisi jembatan ancho setiap pagi dan sore hari selama 30 hari masa budidaya *blind feeding* udang berlangsung. Parameter pH diukur menggunakan Waterproof EcoTestr pH, parameter salinitas air diukur dengan alat hand-refraktometer MASTER-S10 ATAGO, sedangkan parameter oksigen terlarut dan suhu diukur secara berkala menggunakan DO Meter YSI550i. Analisis data penelitian dilakukan dengan menggunakan bantuan software Microsoft Excel dan SPSS ver.16.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Parameter kualitas air budidaya udang vaname (*L. vannamei*) selama periode *blind feeding* berlangsung berjalan secara dinamis (Tabel 1.). Nilai parameter kualitas air selama periode *blind feeding* budidaya udang masih sesuai dengan kriteria baku mutu kualitas air menurut Edhy *et al*, (2010) yaitu untuk pH antara 7.5-8.5, suhu antara 25-32⁰C, salinitas berkisar 15-32‰, dan konsentrasi oksigen terlarut >4 mg/L. Nilai parameter kualitas air yang cenderung stabil disebabkan karena umur budidaya yang masih cukup muda (30 hari) sehingga masih miskin akan beban limbah budidaya di perairannya. Intensitas akumulasi beban limbah yang terus bertambah akan berpengaruh terhadap fluktuasi parameter fisika, kimia dan biologi pada ekosistem perairan budidaya (Ariadi *et al*, 2020). Fluktuasi parameter kualitas air yang stabil akan membuat udang yang dipelihara merasa nyaman untuk hidup serta

meminimalisir masuknya bibit-bibit penyakit akibat kondisi lingkungan perairan yang buruk.

Pada 30 hari pertama masa budidaya (*blind feeding*) parameter kualitas air masih dalam tahap belum stabil, karena selama masa *blind feeding* masih belum banyak output air dari ekosistem budidaya yang dikeluarkan (Ariadi *et al.*, 2021). Parameter kualitas air akan berfluktuasi secara dinamis pasca budidaya udang sudah memasuki fase pasca *blind feeding* (Edhy *et al.*, 2010). Pada saat *blind feeding* pada kolam tambak

masih belum bisa dilakukan siphon atau pembuangan lumpur dari akumulasi limbah budidaya, hal ini disebabkan udang masih dalam ukuran kecil sehingga rawan akan keluar melalui lubang *outlet* tambak. Filtrasi fisik melalui aktifitas siphon akan membantu mengurangi jumlah akumulasi limbah lumpur serta meminimalisir dampak buruknya terhadap stabilitas kualitas air di tambak (Fleckenstein *et al.*, 2020). Siphon dapat dilakukan ketika udang sudah mencapai ukuran cukup besar (>3 gr) atau pada rentang umur 30-35 hari masa budidaya.

Tabel 1. Nilai Parameter Kualitas Air Selama Periode *Blind Feeding* Budidaya Udang Vaname

DOC	Oksigen terlarut (mg/L)			Suhu (°C)			pH		Salinitas (‰)			
	pagi	siang	DO	pagi	siang	suhu	pagi	siang	pH	pagi	siang	salinitas
1	6.33	6.89	6.61	27.7	32.1	29.9	8.3	8.4	8.4	26	26	26
2	5.98	7.67	6.83	28.9	32.7	30.8	8.5	8.8	8.7	27	27	27
3	4.65	7.35	6.00	29.3	32.3	30.8	8.9	9.1	9.0	27	27	27
4	4.90	6.57	5.74	29.7	33.1	31.4	8.9	9.1	9.0	25	25	25
5	4.89	6.40	5.65	28.5	32.0	30.3	8.7	8.9	8.8	26	26	26
6	4.96	6.43	5.70	28.7	29.7	29.2	8.5	8.6	8.6	25	25	25
7	4.70	6.18	5.44	27.8	28.0	27.9	8.2	8.3	8.3	26	26	26
8	4.70	5.03	4.87	26.5	29.1	27.8	8.1	8.5	8.3	24	24	24
9	4.35	5.03	4.69	27.5	29.1	28.3	8.0	8.1	8.1	23	23	23
10	4.37	6.67	5.52	26.6	30.7	28.7	7.8	8.0	7.9	21	21	21
11	4.85	5.69	5.27	27.3	30.9	29.1	7.9	8.1	8.0	23	23	23
12	4.25	5.53	4.89	28.2	29.4	28.8	8.1	8.4	8.3	21	21	21
13	4.81	6.18	5.50	27.1	27.6	27.4	8.2	8.5	8.4	22	22	22
14	5.55	8.31	6.93	26.5	28.9	27.7	7.9	8.7	8.3	20	20	20
15	4.73	7.27	6.00	27.3	28.4	27.9	8.0	8.6	8.3	22	22	22
16	4.17	5.70	4.94	26.7	29.5	28.1	7.9	8.5	8.2	21	21	21
17	4.15	4.70	4.43	26.5	27.8	27.2	7.9	8.2	8.1	21	21	21
18	4.91	6.63	5.77	26.8	29.1	28.0	7.8	8.0	7.9	21	21	21
19	4.67	6.83	5.75	27.7	29.6	28.7	7.8	8.4	8.1	21	21	21
20	4.03	7.83	5.93	28.3	30.0	29.2	7.9	8.6	8.3	20	20	20
21	5.30	6.19	5.75	28.2	29.9	29.1	7.7	8.3	8.0	21	21	21
22	4.60	6.73	5.67	27.8	30.7	29.3	7.9	8.3	8.1	21	21	21
23	4.17	6.37	5.27	28.8	31.0	29.9	7.8	8.1	8.0	21	21	21
24	4.17	6.37	5.27	28.8	31.0	29.9	7.8	8.1	8.0	21	21	21
25	4.52	6.04	5.28	29.0	30.4	29.7	7.8	8.3	8.1	23	23	23
26	4.35	7.36	5.86	29.4	32.0	30.7	7.9	8.5	8.2	21	21	21
27	4.45	6.76	5.61	29.1	31.3	30.2	8.0	8.5	8.3	23	23	23
28	4.60	6.63	5.62	28.3	31.1	29.7	8.0	8.7	8.4	25	25	25
29	5.53	7.56	6.55	28.2	31.0	29.6	8.3	8.7	8.5	25	25	25
30	4.84	6.71	5.78	28.9	30.6	29.8	8.2	8.8	8.5	25	25	25

Keterangan: DOC (*Day Of Culture*)=: umur budidaya udang

Laju Pertumbuhan Udang

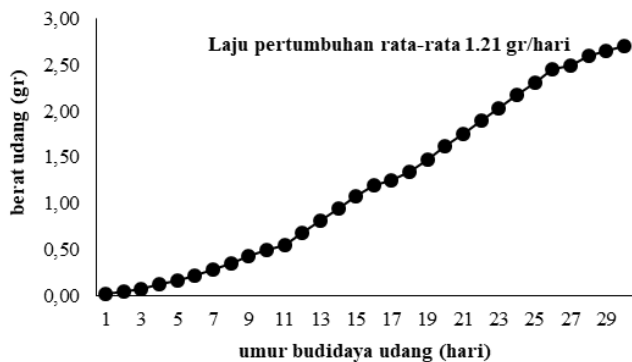
Laju pertumbuhan udang selama periode *blind feeding* budidaya berjalan membentuk kurva sigmoidal, yakni meningkat secara perlahan dari hari pertama sampai umur 30

hari budidaya. Rata-rata laju pertumbuhan udang perhari selama 30 hari awal masa budidaya didapatkan sebesar 1.21 gr/hari (Gambar 1.). Tingkat laju pertumbuhan yang bersifat agregatif atau terus bertambah selaras dengan kondisi kualitas

air pada lingkungan budidaya yang cenderung stabil (Ariadi *et al*, 2021). Tingkat laju pertumbuhan biomassa udang pada lingkungan budidaya sangat dipengaruhi oleh kondisi stabilitas parameter kualitas air yang terjadi pada ekosistem tambak (Anand *et al*, 2019).

Laju pertumbuhan yang berjalan terus meningkat akan berpengaruh terhadap tingkat kepadatan biomassa udang di tambak yang semakin bertambah. Kondisi ini akan memberikan dampak krusial terhadap tingkat produktifitas biologis udang yang dibudidayakan secara keseluruhan di tambak (AftabUddin *et al*, 2020). Peningkatan biomassa udang akan berpengaruh terhadap jumlah input pakan yang semakin banyak untuk diberikan ke kolam tambak. Jumlah pakan yang semakin banyak akan berdampak terhadap stabilitas kualitas air dan kelimpahan plankton yang ada di perairan tambak budidaya (Janeo *et al*, 2009). Kondisi ini juga akan berdampak terhadap tingkat prevalensi sebaran penyakit serta *blooming* plankton yang tidak dikehendaki semakin masif pada ekosistem budidaya (Ariadi *et al*, 2019). Dengan melihat keadaan tersebut, maka perlu dilakukan sistem pengelolaan manajemen budidaya yang tepat guna mengurangi dampak limbah pakan yang berlebih di perairan budidaya (Fernandez-Rodriguez *et al*, 2018)

Jumlah biomassa dan beban limbah yang semakin bertambah di tambak akan berdampak terhadap tingkat konsumsi oksigen perairan yang semakin meningkat. Jumlah kenaikan limbah budidaya akan membuat konsumsi oksigen biologis untuk proses dekomposisi akan semakin meningkat secara intens sebesar 40% dari kondisi normal (Ali *et al*, 2020). Secara global, beban limbah dari akumulasi material carbon, nitrogen, dan phosphorus akan membuat karakter struktur antropogenik lingkungan menjadi berubah-ubah (Tian *et al*, 2019). Maka dari itu, salah satu cara untuk meminimalisir tingkat daya dukung oksigen yang semakin menurun perlu digunakan rekayasa aerasi pada penggunaan kincir air maupun teknologi pengolahan limbah lainnya (Ho dan Goethals, 2020).



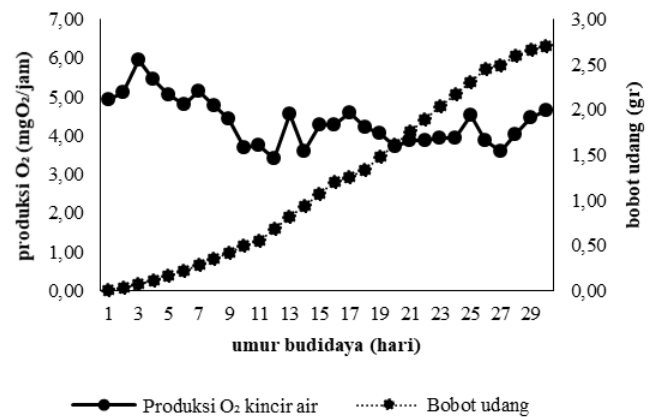
Gambar 1. Tingkat Laju Pertumbuhan Udang

Tingkat Difusi Oksigen oleh Kincir Air

Laju tingkat produksi oksigen melalui mekanisme difusi pada kincir air di tambak dapat dilihat pada Gambar 2. Proses kelarutan oksigen melalui aktifitas penggunaan kincir air berjalan fluktuatif sepanjang periode *blind feeding* budidaya udang vaname (*L. vannamei*). Fluktuasi laju difusi oksigen melalui penggunaan kincir air dipengaruhi oleh angin dan besaran tekanan gas oksigen di atmosfer (Levintal *et al*, 2019). Selain itu, secara ilmiah efektifitas laju difusi sangat ditentukan oleh adanya rasio kesetimbangan antara tekanan gas di atmosfer dengan tekanan hidrodinas yang ada di kolom

perairan. Tekanan hidrodinamis ini diciptakan oleh adanya arus kincir air dan percikan droplet dari kibasan baling-baling kincir (Mai *et al*, 2019). Sehingga dapat dikatakan proses kelarutan oksigen melalui mekanisme difusi oleh kincir air di perairan tambak budidaya akan selalu berjalan secara fluktuatif dan dinamis.

Berdasarkan analisis regresi ditunjukkan bahwa setiap penambahan 1 mgO₂/jam difusi oksigen di perairan tambak maka akan terjadi kenaikan bobot udang yang dipelihara sebesar 0.344 gr/hari. Fluktuasi harian kelarutan oksigen di perairan akan berpengaruh terhadap adaptasi respon fisiologis pada metabolisme udang yang dibudidayakan (Ulaje *et al*, 2020). Tingkat produksi oksigen oleh penggunaan kincir air merupakan salah satu faktor pembatas yang berperan penting pada sistem budidaya udang intensif (Suhendar *et al*, 2020). Tingkat produksi oksigen di tambak akan berjalan secara linear dengan tingkat laju pertumbuhan biomassa udang budidaya yang terus bertambah (Wafi *et al*, 2020). Sementara fluktuasi konsentrasi kelarutan oksigen secara diurnal di perairan tambak sendiri sangat erat dipengaruhi oleh faktor kualitas air seperti suhu dan salinitas (Ariadi *et al*, 2019).



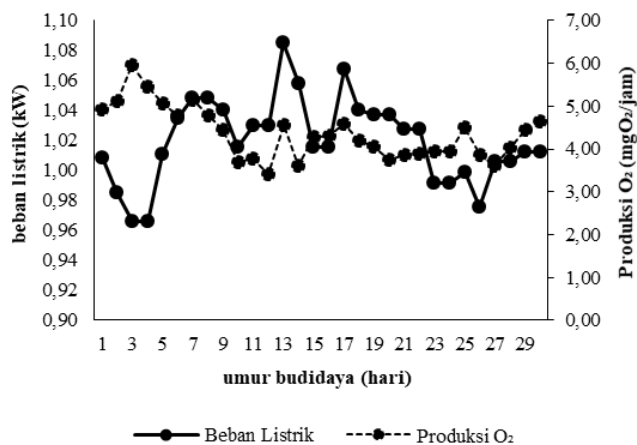
Gambar 2. Laju Produksi Oksigen oleh Kincir Air

Beban Tenaga Listrik Untuk Operasional Kincir Air

Estimasi beban tenaga listrik yang dibutuhkan untuk operasional penggunaan kincir air selama periode *blind feeding* budidaya udang vaname (*L. vannamei*) berjalan membentuk kurva osilasi dengan rata-rata untuk penggunaan 2 HP unit kincir membutuhkan beban tenaga listrik sebesar 1.02 kW atau dengan fluktuasi rentang nilai antara 0.97-1.07 kW (Gambar 3.). Sepanjang periode *blind feeding* budidaya udang kebutuhan beban listrik berlangsung fluktuatif tergantung dari efektifitas tingkat produksi oksigen oleh kincir air. Jumlah kuantifikasi beban listrik pada kincir air sangat bergantung oleh jenis spesifikasi model kincir air yang digunakan di tambak (Roy *et al*, 2015). Selama periode *blind feeding* budidaya jumlah beban listrik yang dibutuhkan untuk operasional kincir air berkorelasi negatif dengan tingkat produksi oksigen oleh kincir air (Gambar 3.). Artinya, semakin tinggi jumlah produksi oksigen oleh kincir air di perairan tambak maka akan semakin mengurangi jumlah beban tenaga listrik yang digunakan untuk mengoperasikan unit kincir air tersebut. Kondisi lingkungan yang mendukung untuk proses kelarutan oksigen di perairan tambak dapat mengurangi beban tenaga listrik dan biaya yang digunakan untuk operasional unit kincir air, karena tingkat kelarutan oksigen dapat berjalan dengan intens secara natural serta berdampak terhadap performa kincir

air sebagai alat perekayasa proses difusi oksigen yang lebih efektif (Vinatea dan Carvalho, 2007). Parameter lingkungan yang berpengaruh terhadap tingkat kelarutan oksigen tersebut diantaranya adalah laju kecepatan angin, turbulensi arus, kadar salinitas, dan suhu di perairan tambak (Ariadi *et al.*, 2020).

Tingkat efisiensi difusi oksigen dan beban biaya penggunaan listrik untuk operasional kincir air pada perairan tambak ditentukan oleh jenis dan jumlah kincir air yang digunakan (Vinatea dan Carvalho, 2007; Jayanthi *et al.*, 2021). Komponen-komponen teknis pada kincir air seperti diameter baling-baling, sudut geometris putaran baling-baling, kecepatan putaran baling-baling dan daya dinamo kincir air juga sangat berpengaruh terhadap jumlah konsumsi listrik yang dibutuhkan untuk operasional unit kincir air (Roy *et al.*, 2015). Komponen-komponen teknis pada kincir air tersebut akan menentukan massa laju difusi oksigen dan performa kincir air di perairan secara keseluruhan (Kazemzadeh *et al.*, 2020). Proses laju difusi oksigen dari udara ke kolom air sangat bergantung pada radius kecepatan baling-baling kincir dalam menghasilkan arus vertikal, yang dimana arus vertikal ini nanti akan menentukan besaran energi kinetik yang digunakan oleh dinamo mesin pada unit kincir air (Peterson dan Walker, 2002).



Gambar 3. Beban Listrik Untuk Operasional Kincir Air

Secara keseluruhan dapat ditunjukkan bahwa terdapat hubungan implisit antara kondisi kualitas air terhadap tingkat difusi oksigen oleh kincir air di perairan tambak. Parameter temperatur dan salinitas memiliki peran penting terhadap tingkat koefisien laju kelarutan oksigen dari mekanisme difusi udara (Yongphet *et al.*, 2020). Tingkat laju difusi oksigen yang berjalan secara intens pada perairan tambak secara teknis dipengaruhi oleh adanya turbulensi dan agitasi percikan droplet dari kincir air yang berdampak terhadap derajat luas penampang serta daya sentuh antara luas permukaan air dengan atmosfer dalam mekanisme massa transfer gas difusi (Boyd, 1998). Sehingga, apabila kibasan baling-baling kincir air stabil maka laju proses difusi dapat berjalan lebih efektif dan tingkat kelarutan oksigen di perairan tambak akan menjadi semakin tinggi. Kondisi tersebut akan berpengaruh terhadap jumlah biaya operasional yang dibutuhkan untuk menjalankan satuan unit kincir air di tambak. Kibasan baling-baling kincir air yang stabil akan berdampak terhadap jumlah biaya operasional penggunaan kincir air yang semakin irit (Roy *et al.*, 2015).

Dinamika parameter kualitas air pada perairan ekosistem tambak memiliki peran yang sangat penting terhadap segala bentuk aktifitas budidaya udang yang dilakukan (Ariadi *et al.*, 2020). Parameter fisika-kimia air akan berfluktuasi secara musiman dan harian sehingga trend perkembangannya akan selalu berjalan secara dinamis (Cao *et al.*, 2020). Penggunaan kincir air yang sistem efektifitas operasional teknisnya sangat bergantung pada kondisi lingkungan (kualitas air dan kondisi geofisika) perairan tambak maka kita harus cermat dalam menentukan type dan jumlah kincir air yang digunakan untuk budidaya (Ariadi *et al.*, 2021). Performa type dan jenis kincir air yang digunakan berpengaruh penting terhadap tingkat efisiensi biaya operasional listrik untuk penggunaan kincir air (Boyd, 1998). Jumlah beban listrik serta beban biaya operasional kincir air yang berubah-ubah sangat tergantung dari metode budidaya, jumlah unit penggunaan kincir air, dan tata letak posisi kincir air di tambak (Tien *et al.*, 2019). Jumlah biaya untuk beban tenaga listrik yang dikeluarkan untuk operasional kincir air tidak semahal dengan biaya untuk pakan, tetapi kita juga harus cermat dalam menyiasati supaya tidak terjadi *loss energy* (Kumar *et al.*, 2013).

KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil penelitian ini jumlah estimasi daya listrik yang dibutuhkan untuk mengoperasikan kincir air dengan kapasitas 2 HP dibutuhkan energi listrik berkisar antara 0.97-1.07 kW yang berfluktuasi secara osilatif sepanjang periode *blind feeding* budidaya udang vaname.

UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada Bapak Henry Widjaya, B.Sc dari Cindomas Group atas bantuan peralatan laboratorium selama penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Aftab Uddin, A., Siddique, M.A.M., Sein, A., Dey, P.K., Rashed-Un-Nabi, M., Haque, M.A. (2020). First use of biofloc technology for *Penaeus monodon* culture in Bangladesh: Effects of stocking density on growth performance of shrimp, water quality and bacterial growth. *Aquaculture Reports*, 18, 100518. <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2020.100518>
- Ali, A.E., Salem, W.M., Younes, S.M., Kaid, M. (2020). Modeling climatic effect on physiochemical parameters and microorganisms of Stabilization Pond Performance. *Heliyon*, 6, e04005. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e04005>
- Anand, P.S.S., Balasubramanian, C.P., Christina, L., Kumar, S., Biswas, G., De, D., Ghoshal, T.K., Vijayan, K.K. (2019). Substrate based black tiger shrimp, *Penaeus monodon* culture: Stocking density, aeration and their effect on growth performance, water quality and periphyton development. *Aquaculture*, 507, 411-418. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2019.04.031>
- Ariadi, H., Mahmudi, M., Fadjar, M. (2019). Correlation between Density of *Vibrio* Bacteria with *Oscillatoria*

- sp.* Abundance on Intensive *Litopenaeus vannamei* Shrimp Ponds. *Research Journal of Life Science*, 6(2), 114-129.
doi: <https://doi.org/10.21776/ub.rjls.2019.006.02.5>
- Ariadi, H., Fadjar, M., Mahmudi, M., Supriatna. (2019). The relationships between water quality parameters and the growth rate of white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) in intensive ponds. *AAFL Bioflux*, 12(6), 2103-2116.
- Ariadi, H., Wafi, A., Supriatna. (2020). Hubungan Kualitas Air Dengan Nilai FCR Pada Budidaya Intensif Udang Vanname (*Litopenaeus vannamei*). *Samakia: Jurnal Ilmu Perikanan*, 11(1), 44-50. doi : <https://doi.org/10.35316/jsapi.v11i1.653>
- Ariadi, H., Wafi, A., Mahmudi, M., Fadjar, M. (2020). Tingkat Transfer Oksigen Kincir Air Selama Periode Blind Feeding Budidaya Intensif Udang Putih (*Litopenaeus vannamei*). *Journal of Fisheries and Marine Research*, 4(1), 7-15. doi: <http://dx.doi.org/10.21776/ub.jfmr.2020.004.01.2>
- Ariadi, H., Wafi, A., Madusari, B.D. (2021). Dinamika Oksigen Terlarut (Studi Kasus Pada Budidaya Udang). Penerbit ADAB. Indramayu. 138 hlm.
- Ariadi, H., Wafi, A., Musa, M., Supriatna. (2021). Keterkaitan Hubungan Parameter Kualitas Air Pada Budidaya Intensif Udang Putih (*Litopenaeus vannamei*). *Samakia : Jurnal Ilmu Perikanan*, 12(1), 18-28.
- Ariadi, H., Wafi, A., Supriatna., Musa, M. (2021). Tingkat Difusi Oksigen Selama Perode *Blind Feeding* Budidaya Intensif Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*). *Rekayasa*, 14(2), 152-158.
- Boyd, C.E. (1998). Pond water aeration systems. *Aquacultural Engineering*, 18, 9-40.
- Budiardi, T., Batara, T., dan Wahjuningrum, D. (2005). Tingkat Konsumsi Oksigen Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) Dan Model Pengelolaan Oksigen Pada Tambak Intensif. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 4(1), 89-96.
- Cao, M., Rivas-Ruiz, P., Trapote, M.C., Vegas-Vilarubia, T., Rull, V., Rosell-Mele, A. (2020). Seasonal effects of water temperature and dissolved oxygen on the isoGDGT proxy (TEX86) in a Mediterranean oligotrophic lake. *Chemical Geology*, 551, 119759. <https://doi.org/10.1016/j.chemgeo.2020.119759>
- Delgado, P.C., Avnimelech, Y., McNeil, R., Bratvold, D., Browdy, C.L., Sandifer, P. (2003). Physical, chemical and biological characteristics of distinctive regions in paddlewheel aerated shrimp ponds. *Aquaculture*, 217, 235-248.
- Edhy, W.A., Azhary, K., Pribadi, J., Chaeruddin, M. (2010). Budidaya Udang Putih (*Litopenaeus vannamei*. Boone, 1931). CV Mulia Indah . Jakarta. 194 hlm.
- Fernandez-Rodriguez, M.J., Milstein, A., Jimenez-Rodriguez, A., Mazuelos, N., Medialdea, M., Serrano, L. (2018). Multivariate factor analysis reveals the key role of management in integrated multitrophic aquaculture of veta la Palma (Spain). *Aquaculture*, 495, 484-495. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2018.06.032>
- Fleckenstein, L.J., Tierney, T.W., Fsik, J.C., Ray, A.J. (2020). The effects of different solids and biological filters in intensive pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) production systems. *Aquacultural Engineering*, 91, 102120. <https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2020.102120>
- Ho, L., dan Goethals, P.L.M. (2020). Municipal wastewater treatment with pond technology: Historical review and future outlook. *Ecological Engineering*, 148, 105791. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2020.105791>
- Itano, T., Inagaki, T., Nakamura, C., Hashimoto, R., Negoro, N., Hyodo, J., Honda, S. (2019). Water circulation induced by mechanical aerators in a rectangular vessel for shrimp aquaculture. *Aquacultural Engineering*, 85, 106-113. <https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2019.03.006>
- Janeo, R.L., Corre Jr, V.L., dan Sakata, T. (2009). Water quality and phytoplankton stability in response to application frequency of bioaugmentation agent in shrimp ponds. *Aquacultural Engineering*, 40, 120-125. doi:10.1016/j.aquaeng.2009.01.001
- Jayanthi, M., Balasubramaniam, A.A.K., Suryaprakash, S., Veerapandian, N., Ravisankar, T., Vijayan, K.K. (2021). Assessment of standard aeration efficiency of different aerators and its relation to the overall economics in shrimp culture. *Aquacultural Engineering*, 92, 102142. <https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2020.102142>
- Kazemzadeh, A., Elias, C., Tamer, M., Lohi, A., Ein-Mozaffari, F. (2020). Mass transfer in a single-use angled-shaft aerated stirred bioreactor applicable for animal cell culture. *Chemical Engineering Science*, 2019, 115606. <https://doi.org/10.1016/j.ces.2020.115606>
- Kumar, A., Moulick, S., dan Mal, B.C. (2010). Performance evaluation of propeller-aspirator-pump aerator. *Aquacultural Engineering*, 42, 70-74. doi:10.1016/j.aquaeng.2009.12.001
- Kumar, A., Moulick, S., dan Mal, B.C. (2013). Selection of aerators for intensive aquacultural pond. *Aquacultural Engineering*, 56, 71-78. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aquaeng.2013.05.003>
- Levintal, E., Dragila, M.I., Weisbrod, N. (2019). Impact of wind speed and soil permeability on aeration time in the upper vadose zone. *Agricultural and Forest Meteorology*, 269-270, 294-304. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2019.02.009>
- Mai, T., Mai, C., Raby, A., Greaves, D.M. (2019). Aeration effects on water-structure impacts: Part 1. drop plate impacts. *Ocean Engineering*, 193, 106600. <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2019.05.035>
- Peterson, E.L., dan Walker, M.B. (2002). Effect of speed on Taiwanese paddlewheel aeration. *Aquacultural Engineering*, 26, 129-147.
- Rahman, A., Dabrowski, J., McCulloch, J. (2020). Dissolved oxygen prediction in prawn ponds from a group of one step predictors. *Information Processing In Agriculture* 7, 307-317. <https://doi.org/10.1016/j.inpa.2019.08.002>
- Roy, S.M., Moulick, S., Mukherjee, C.K., Mal, B.C. (2015). Effect Of Rotational Speeds of Paddle Wheel Aerator on Aeration Cost. *American Research Thoughts*, 2, 3069-3087.
- Suhendar, D.T., Zaidy, A.B., dan Sachoemar, S.I. (2020). Profil Oksigen Terlarut, Total Padatan Tersuspensi,

- Amonia, Nitrat, Fosfat Dan Suhu Pada Tambak Intensif Udang Vanamei. *Jurnal Akuatek*, 1(1), 1-11.
- Tian, Y., Chen, G., Lu, H., Zhu, H., Ye, Y. (2019). Effects of shrimp pond effluents on stocks of organic carbon, nitrogen and phosphorus in soils of *Kandelia obovata* forests along Jiulong River Estuary. *Marine Pollution Bulletin*, 149, 110657. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.110657>
- Tien, N.N., Matsuhashi, R., Chau, V.T.T.B. (2019). A Sustainable Energy Model for Shrimp Farms in the Mekong Delta. *Energy Procedia*, 157, 926–938. doi: 10.1016/j.egypro.2018.11.259
- Ulaje, S.A., Lluch-Cota, S.E., Sicard, M.T., Ascencio, F., Cruz-Hernandez, P., Racotta, I.S., Rojo-Arreola, L. (2020). *Litopenaeus vannamei* oxygen consumption and HSP gene expression at cyclic conditions of hyperthermia and hypoxia. *Journal of Thermal Biology*, 92, 102666. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2020.102666>
- Vinatea, L., dan Carvalho, J.W. (2007). Influence of water salinity on the SOTR of paddlewheel and propeller-aspirator-pump aerators, its relation to the number of aerators per hectare and electricity costs. *Aquacultural Engineering*, 37, 73–78.
- Wafi, A., Ariadi, H., Fadjar, M., Mahmudi, M., Supriatna. (2020). Model Simulasi Panen Parsial Pada Pengelolaan Budidaya Intensif Udang Vannamei (*Litopenaeus vannamei*). *Samakia: Jurnal Ilmu Perikanan*, 11(2), 118-126. doi : <https://doi.org/10.35316/jsapi.v11i2.928>
- Yongphet, P., Ramaraj, R., Whangchai, N., Quaye, E.K., Wang, D., Dussadee, N. (2020). Modeling and implementing the use of aeration to increase water temperature and dissolved oxygen in greenhouse aquaculture cages. *Aquacultural Engineering*, 91, 102119. doi: <https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2020.102119>