

SIMULASI SISTEM MONITORING OKSIGEN TERLARUT (DO) PADA BUDIDAYA UDANG VANAME BERBASIS *INTERNET OF THINGS* (IoT)

Hesmi Aria Yanti ^{#1}, Siti Zahrotul Fajriyah ^{#2}, Diana Ananda Putri ^{*3}

Teknologi Informasi, Telkom University Kampus Jakarta,
Jl. Raya Daan Mogot No. 11, Jakarta Barat, Indonesia, 11710,
¹ hesmiariayanti@telkomuniversity.ac.id,
² sitizahrotul@telkomuniversity.ac.id,

Manajemen Sumberdaya Perairan, IPB University
Jl. Raya Dramaga Kampus IPB Dramaga Bogor 16680 Jawa Barat, Indonesia
³ dianaanandaputri98@gmail.com

Abstract

Indonesia has a prospective fishery sector, with an elongated coastline making it potential in the vannamei shrimp farming sector using an Internet of Things (IoT)-based system. Vannamei shrimp (*Litopenaeus vannamei*) is cultivated with an intensive application of high-density systems with a stocking density of 150 m², so vannamei shrimp cultivation, namely water quality management to balance the bioenergy metabolism of shrimp, requires water quality such as dissolved oxygen (DO) to increase yields and production. To increase production yields, a system is needed that can monitor dissolved oxygen (DO) levels, an important factor for shrimp growth. The minimum DO level for shrimp growth is 3.0 mg/L, and DO that has the potential to cause mortality is <2.0 mg/L, while the optimal DO value for vannamei shrimp cultivation is >3 mg/L with a tolerance of 2 mg/L. The simulation results of an IoT-based system state that if the green light is on as a sign that the oxygen in the pond has been fulfilled, the results of dissolved oxygen readings are good or normal as seen from the display on the LCD, and the simulation value of the temperature system analysis is seen using ThingsBoard, so that the simulation system can be implemented in real terms.

Keywords: Dissolved oxygen (DO), Internet of Things (IoT), Simulation, Vannamei shrimp

I. PENDAHULUAN

Perkembangan dan kebutuhan teknologi di era 4.0 pada sektor perikanan di Indonesia menggunakan sistem berbasis *Internet of Things* (IoT) sangat pesat. Indonesia memiliki sektor perikanan yang prospektif, dengan garis pantai memanjang menjadikannya potensi dalam sektor tambak. Salah satu sektor tambak yang memiliki nilai ekonomis penting ialah udang vaname [1]. Udang vaname adalah jenis udang putih, memiliki permintaan cukup tinggi. Udang vaname banyak ditemui di pantai Barat Meksiko sampai Peru dan merupakan spesies asli dari perairan Pasific [2]. Udang vaname memiliki keunggulan laju pertumbuhan 1-1,5 gr/ minggu, dibudidayakan pada padat tinggi (80 – 500 ekor/m²), toleransi salinitas (0,5 – 45 ‰), protein yang dibutuhkan (20 – 30%), dan ukuran panen cenderung lebih seragam[3].

Udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) dibudidayakan dengan sistem intensif penerapan kepadatan tinggi dengan jumlah padat tebar 150 ekor m²[4]. Sistem intensif menjadikan salah satu faktor penting budidaya udang

vaname yaitu pengelolaan kualitas air untuk keseimbangan bioenergy metabolisme terhadap udang sehingga meningkatkan produksi[5]. kualitas air seperti oksigen terlarut atau dissolve oxygen (DO) berpengaruh terhadap pertumbuhan udang vaname. Ketika konsentrasi DO tidak cukup optimal menyebabkan adanya kompetisi untuk konsumsi oksigen saat fotosintesis sehingga terjadinya penurunan konsentrasi DO. Konsentrasi DO tidak cukup optimal menyebabkan udang mengalami stress dan kematian [6]. Meningkatkan faktor ketahanan hidup udang vaname tetap terjaga, maka dibutuhkannya treatment kondisi kolam perairan tambak. Salah satunya penggunaan teknologi informasi untuk melihat kadar DO pada kolam perairan menggunakan IoT[7]. IoT merupakan koneksi jaringan global terinfrastruktur menghubungkan benda fisik terhadap virtual menggunakan teknologi komunikasi[8]. IoT memiliki layanan bagi pengguna untuk berkomunikasi terhadap perangkat keras melalui koneksi jaringan internet. Koneksi dapat berupa proses transfer data serta penyimpanan data dengan dua arah dari perangkat ke pengguna ataupun sebaliknya[9].

Berdasarkan penelitian diatas, dirancang sistem yang dapat monitoring oksigen secara otomatis pada kolam budidaya udang vaname bertujuan mengatur suplay oksigen sangat butuhkan pada kolam budidaya udang vaname. Treatment sistem monitoring tahap awal yaitu dengan membuat Simulasi Sistem Monitoring Oksigen Terlarut dalam Kolam dengan berbasis *Internet of Things* (IOT). Adapun pelaksanaan perancangan studi kasus di Telkom University Kampus Jakarta dan IPB University.

II. STUDI LITERATUR

Proses studi literatur pada penelitian ini menggunakan buku online, jurnal penelitian dan website terpercaya. Adapun proses tahapan studi literatur yang akan digunakan sebagai berikut:

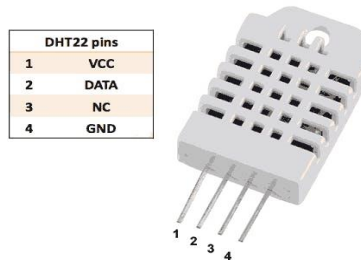
A. DO (Dissolved Oxygen)

Dissolved Oxygen (DO) merupakan kadar oksigen terlarut yang terdapat dibadan air, dimana salah satu penyebab stress yaitu kurangnya kadar oksigen dalam badan. Kekurangan kandungan oksigen dapat mempengaruhi penyebaran penyakit dalam badan dan menghambat pertumbuhan[10]. Fakteor penting pertumbuhan ikan atau udang dipengaruhi oleh Kandungan oksigen terlarut atau Dissolved Oxygen (DO) dalam air. Level DO minimum untuk pertumbuhan udang yaitu 3,0 mg/L, dimana DO yang berpotensi sebagai penyebab mortalitas atau kematian ialah < 2,0 mg/L [11]. Sedangkan untuk nilai optimal DO pada udang vaname > 3 mg/L dan tolerasi 2 mg/L [12]. Faktor utama yang dapat menghambat pertumbuhan dan perkembangan udang yaitu rendahnya kadar Oksigen terlarut [13]. Udang vaname mengalami penurunan kadar DO memiliki ciri yaitu udang melakukan migrasi dari kolom air ke sungau dan disekitar inlet tambak, sehingga dibutuhkan penambahan D0[14]. Penambahan DO dapat dilakukan dengan bantuan alat aerator atau kincir air, Kadar DO minimal kondisi malam hari berkisar tidak kurang dari 3 mg/L[15]. Antisipasi oksigen terlalu tinggi dapat menyebabkan blooming plankton, diperlukan penggantian air (pengenceran) dan pengatran aerator atau kincir air [16].

B. DHT22

Penggunaan DHT22 umumnya digunakan sebagai sensor pendeteksi kelembaban dan suhu yang terdapat pada ruangan yaitu berupa alat thermohygrometer, dengan cara mengukur besaran fisis yang terdapat pada termometer dan hygrometer. Pada thermometer sebagai alat ukur suhu dan hygrometer sebagai alat ukur kelembaban, salah satu sensor yang digunakan untuk pengukuran suhu dan kelembaban yaitu DHT22 yang merupakan sensor digital kelembaban dan suhu relative, sedangkan Sensor DHT22 untuk mengukur udara yang ada disekitarnya dengan memiliki sinyal keluaran pin data yang terdapat dikapasitor dan termistor. Hal ini dikarenakan kualitas dinilai dari respon proses akuisisi data yang cepat dan ukurannya yang minimalis dengan harga relatif murah dibanding dengan alat thermohygrometer [17]. Beberapa penelitian menggunakan sensor

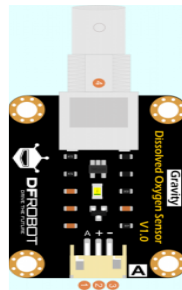
DHT22 dan mikrokontroler ATmega 16U2 sebagai alat pengukur suhu dan kelembaban [18]. Pada gambar 1 dibawah ini merupakan DHT22.



Gambar 1. DHT22 Suhu

C. Arduino PH Meter Board

Arduino PH Meter Board merupakan rangkaian konektor BNC yang memiliki sebuah elektroda (probe pengukur) yang menghubungkan kesensor PH, fungsi konverter sinyal sebagai pembaca dan pengubah nilai *input* analog menjadi kode-kode digital yang dapat dibaca dan dideteksi oleh Arduino. Pendeteksi oksigen bebas non-senyawa yang ada dalam air atau cairan menggunakan elektroda sensor PH air, dimana sinyal plug and play memiliki kompatibilitas yang baik sebagai alat ukur oksigen terlarut, [19]. Gambar Arduino PH Meter Board dapat dilihat dibawah ini.



Gambar 2. Arduino PH Meter Board

D. Sensor PH Galvanic DO

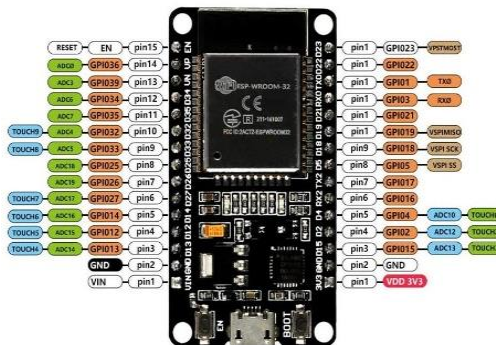
Sensor Galvanic DO merupakan sensor mengukur oksigen terlarut dalam air yang berfungsi memonitoring kualitas kadar oksigen terlarut air dengan dua elektroda yaitu anoda dan katoda. Adapun cara penggunaan elektroda yaitu direndam kedalam elektrolit atau badan sensor, kemudian membran permeabel oksigen berfungsi memisahkan anoda dan katoda dari air yang diukur. Adapun VCC (3.3-5.5 V), Probe Cable Connector, Probe dan GND merupakan pin input yang terdapat pada Sensor DO. Pada penelitian ini menggunakan probe galvanic, dimana tidak memerlukan waktu polarisasi dan tersedia setiap saat[20]. Sedangkan sensor PH SEN0160 ialah alat yang biasa digunakan untuk mengukur kadar keasaman pada air kolam dengan skala nilai PH 0 hingga 14. Nilai PH kurang dari 7 merupakan kadar keasaman pada air, sedangkan air bersifat basa memiliki nilai PH air lebih dari 7[21]. Skala temperatur dari sensor PH DO yaitu 0oC hingga 40oC, dengan nilai dektesi antara 0 sampai 20 mg/L. Sedangkan nilai respon pada waktu respon mencapai 98% respon penuh per 90 detik (25oC).



Gambar 3. Sensor PH Galvanic DO

E. ESP32

ESP32 adalah chip yang terdapat *processor* guna penyimpanan dan dapat akses GPIO (*General Purpose Input Output*), dimana sistem mikrokontroler merupakan Arduino yang digunakan sebagai pemrosesan, serta mikrokontroler SoC (*System on Chip*) sudah dilengkapi WiFi 802.11 b/g/n, Bluetooth versi 4.2, sedangkan ESP32 memiliki kemampuan terkoneksi ke WI-FI secara langsung dan dapat berbagai peripheral, mana [22]. Gambar ESP32 dapat dilihat sebagai berikut.

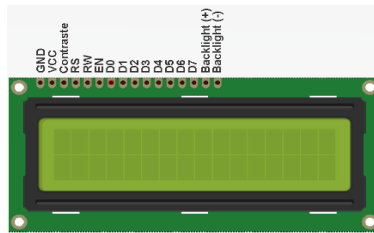


Gambar 4. ESP32 sebagai Alat Pemrosesan

Adapun spesifikasi ESP32 Board memiliki dua versi yaitu 30 GPIO dan 36 GPIO, ESP32 memiliki fungsi yang sama, penelitian ini menggunakan 30 GPIO yang memiliki dua pin GND. Pemberian label pada semua pin bagian atas bertujuan mempermudah mengenali fungsi setiap pin, terdapat *interface* USB to UART pada *board* untuk transfer daya melalui konektor micro USB pengembangan aplikasi seperti Arduino IDE.

F. Liquid Crystal Display (LCD)

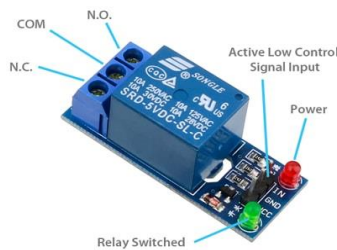
Liquid Crystal Display (LCD) merupakan elektroda transparan yang terdapat pada lapisan kaca bening guna memantulkan cahaya yang terdapat disekelilingnya, memiliki ukuran 16x2 I2C, memiliki 2 baris dan 16 kolom yang berfungsi sebagai tampilan huruf maupun angka. Bekerja pada tegangan 5 volt, Sedangkan I2C merupakan modul standar komunikasi serial dua arah dari LCD 16x2 I2C yang didesain khusus untuk mengirim maupun menerima data [23]. Adapun fungsi yang terdapat pada 4 pin di LCD 16x2 I2C yaitu SDA untuk Analog Pin dan SCL, GND merupakan Ground, VCC pada 5V Dv, sebagai Analog Pin. Sedangkan LCD 16x2 I2C dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. LCD 16x2 I2C

G. Modul Relay

Modul Relay adalah piranti yang menggunakan arus listrik dengan tegangan rendah (*low power*) dan dioperasikan berdasarkan prinsip elektromagnetik dalam menggerakkan dan kontaktor yang berfungsi memindahkan posisi *on* ke *off*. Proses *on* dan *off* kontraktor merupakan magnet yang ditimbulkan dari induksi pada kumparan listrik, dimana secara otomatis relay melakukan pemindahan arus listrik [23]. Pada penggunaan relay dipenelitian ini sebagai actuator pengontrol pompa supplay untuk oksigen, tahapan kontrol relay dilakukan menggunakan berbasis Arduino UNO dan modul WiFi ESP8266, setelah di *upload* pada Arduino UNO kemudian serial Monitor di Arduino IDE dibuka dengan Tools, selanjutnya Serial Monitor untuk disetting baudrate 9600. Adapun tampilan berupa informasi mengenai koneksi WiFi, selanjutnya terdapat *software* Blynk di Android, pada gambar 6 dibawah ini merupakan Modul Relay.



Gambar 6. Modul Relay

H. Lampu LED

Lampu LED Sebagai sinyal penanda terhadap Aerator (pompa suplai oksigen), lampu LED meliputi beberapa komponen diantaranya adalah ESP32, Sensor PH Galvanic DO, Relay, LCD 2×16, PCB dan Esp dapat dilihat pada Gambar 7 [24].

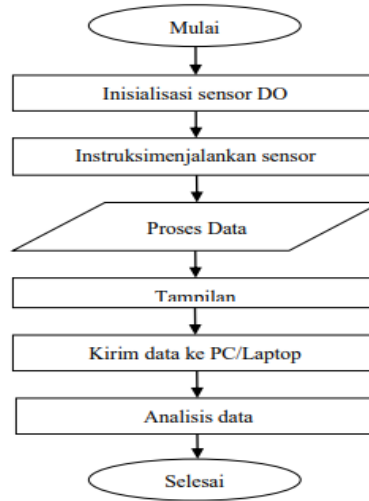


Gambar 7. Lampu LED

III. METODE PENELITIAN

Pelaksanaan penelitian menggunakan alat dan bahan diantaranya: laptop, DHT22 sensor DO sebagai sensor pendeteksi kadar DO, **Dissolved Oxygen Sensor** ESP32, LCD 16x2, Relay, Led, Kabel jumper, *Thingboard* dan Wokwi digunakan sebagai media simulasi dan implementasi sistem dalam merancang program yang terdapat pada Arduino UNO sebagai mikrokontroler, Selanjutnya membuat simulasi sistem monitoring kadar

oksigen terlarut pada udang vaname dengan menggunakan software wokwi dan ThingsBoard, adapun tahapan yang dibutuhkan sebagai berikut.



Gambar 8. Diagram Alir Sistem Monitoring Oksigen

Tahapan pertama melakukan inisialisasi sensor DO, inisialisasi yang dilakukan yaitu membaca variable untuk kemudian dideklarasikan dengan menggunakan sensor DO sebagai alat pengukur kadar oksigen yang terdapat pada air. Selanjutnya intruksi sensor pada kadar oksigen dijalankan berdasarkan simulasi rancangan IoT yang akan digunakan, diantaranya yaitu dengan menghubungkan pin Vcc dke sumber tegangan yang terdapat pada mikrokontroler yang terdapat pada digital Arduino, kemudian menghubungkan pin PGND dan PRB ke female BNC yang berfungsi sebagai ADC, pin ground (GND) dihubungkan dengan pin GND sensor digital Arduino, pin Tx dan Rx yang terdapat pada sensor dihubungkan dengan pin Tx dan pin Rx digital Arduino. Tahapan selanjutnya ialah *interface* nilai dengan cara menghubungkan Arduino kePC/laptop menggunakan USB, hasil dari *interface* yaitu nilai temperatur dan nilai dari proses monitoring sistem berupa grafik.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil implementasi simulasi rancangan sistem monitoring oksigen terlarut untuk udang vaname dengan menggunakan dengan menggunakan aplikasi wokwi pada *input* sensor DO (*Disolved Oksigen*). Selanjutnya melakukan pemrosesan menggunakan ESP32 dan tahap hasil atau *output* sensor menggunakan lcd 16x2 untuk menampilkan nilai oksigen yg dibaca sensor DO. Kemudian penggunaanRelay sebagai aktuator yang berfungsi untuk mengontrol pompa suplai oksigen sistem pompa suplay oksigen yg digunakan adalah pompa nano Buble (karena bisa menyuplai oksigen 10-12 ppm, bila menggunakan aerator dan kincir hanya bisa sampai 6 ppm). Adapun simulasi menggunakan wokwi tidak memiliki alat simulasi aerator yang dibutuhkan, maka pada simulasi ini diganti menggunakan led warna kuning. Adapun sistem cara kerja sebagai sensor DO akan membaca oksigen terlarut dalam air kolam lalu ESP32 akan memproses data yg dikirim oleh sensor DO, sedangkan ESP32 brfungsi mengotrol relay, jika terdapat oksigen terlarut pada air kolam kurang dari 4 ppm maka sensor DO akan membaca ESP32 dengan menyalakan relay (*on*) kemudian pompa suplay oksigen, *script* yang digunakan sebagai berikut.

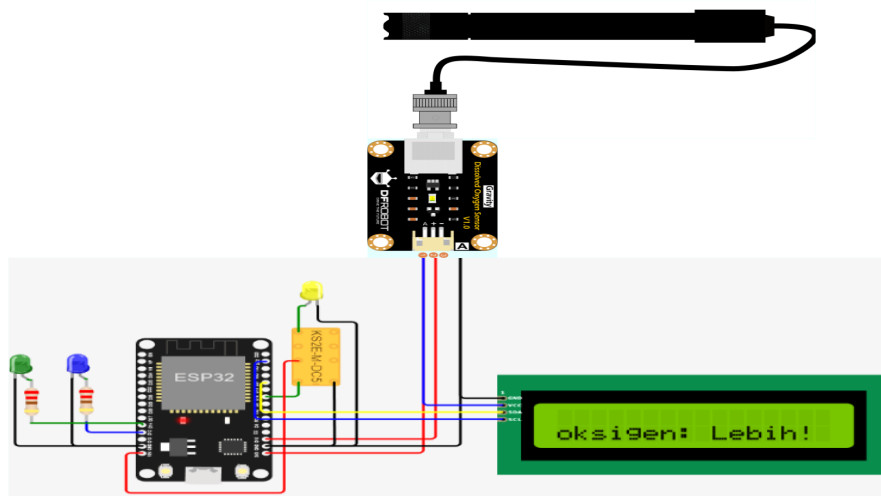
```
/* Mendefinisikan Kadar Oksigen Acuan (keadaan nyata 4-10 ppm) */  
#define OKS_NAIK 10  
#define OKS_TURUN 4
```

```
const int DHT_PIN = 15;
//Definisi Keadaan
int led_2 = 0;
int led_3 = 0;
float temperatur = 0;
float humidity = 0;
LCD.init();
  LCD.backlight();
  //PIN MODE (Pendefinisian PIN)
  pinMode(RELAY_OKS, OUTPUT);
  pinMode(LED_2, OUTPUT);
  pinMode(LED_3, OUTPUT);
```

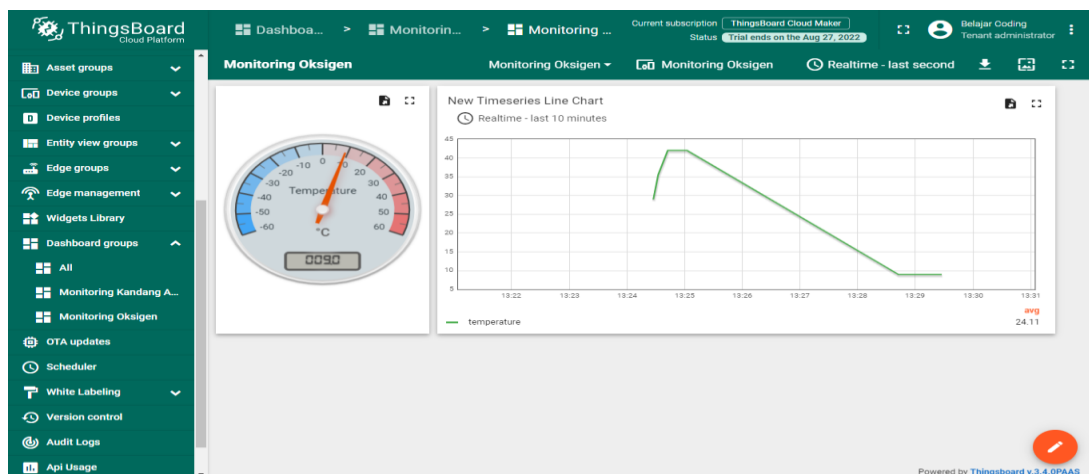
Lampu indikator LED biru akan menyala sebagai tanda oksigen terlarut tidak tercukupi apabila oksigen terlarut pada air kolam melebihi 4 ppm pompa suplay oksigen di matikan (*off*) ESP32 dengan melalui relay dan indikator LED menggunakan logika sebagai berikut:

```
//Logika Programnya
float oksigen = dhtSensor.getTemperatur(); // get temperatur in Celsius
if (isnan(oksigen)) {
  Serial.println("Failed to read from DHT sensor!");
} else {
  if (oksigen > OKS_NAIK) {
    digitalWrite(RELAY_OKS, LOW); // Oksigen > 35 Suplay Oksigen Mati
    digitalWrite(LED_2, LOW); // Led Indikator Biru Off
    digitalWrite(LED_3, LOW); // Led Indikator Hijau Off
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print("oksigen: Lebih! ");
  } else if (oksigen < OKS_TURUN) {
    digitalWrite(RELAY_OKS, HIGH); // Oksigen < 28 maka Suplai Hidup
    digitalWrite(LED_2, HIGH); // Led Indikator Biru On
    digitalWrite(LED_3, LOW); // Led Indikator Hijau Off
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print("Oksigen: Kurang! ");
  } else if (oksigen <= 10) { //Kondisi dimana oksigen terpenuhi (4 s.d. 10 )
    digitalWrite(RELAY_OKS, LOW); // Suplay Oksigen Mati
    digitalWrite(LED_2, LOW); // Indikator Oksigen kurang Off
    digitalWrite(LED_3, HIGH); // Indikator Oksigen Tercukupi On
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print("Oksigen: Cukup ");
  }
}
```

Lampu hijau akan menyala sebagai tanda oksigen yang terdapat didalam kolam telah terpenuhi, sehingga hasil pembacaan oksigen terlarut juga ditampilkan pada LCD. Hasil nilai oksigen terlarut dapat dilihat pada tampilan Gambar 9 yaitu rancangan sistem monitoring oksigen terlarut (DO) untuk berbasis IoT menggunakan software wokwi dan hasil nilai temperatur monitoring berupa grafik yang dapat dilihat pada *interface* ThingsBoard Gambar 10 berikut ini.



Gambar 9. Rancangan Sistem Monitoring Oksigen Terlarut Berbasis IoT



Gambar 10. Hasil Tampilan Nilai Temperatur Sistem

Berdasarkan *interface* Thinkboard diatas dapat dilihat hasil nilai grafik dan tampilan temperatur sistem monitoring oksigen berjalan dengan baik atau lebih dr nilai minimum yaitu 0. Sehingga rancangan sistem untuk alat monitoring oksigen terlarut dalam kolam dengan berbasis IoT dapat diimplementasikan dan bermanfaat bagi pelaku usaha budidaya perikanan untuk mendapatkan hasil panen yang baik khususnya pada udang vaname.

V. KESIMPULAN

Sistem pengatur suplai oksigen pada kolam budidaya udang vaname sangat dibutuhkan, sehingga dirancanglah simulasi alat sensor pendeteksi kadar DO dan sistem monitoring berbasis IoT dengan menggunakan alat-alat seperti DHT22 sensor DO sebagai sensor pendeteksi kadar DO, **Dissolved Oxygen Sensor** ESP32, LCD 16x2, Relay, Led, Kabel jumper, selanjutnya rancangan disimulasikan menggunakan *software* Thingboard dan Wokwi. Hasil simulasi monitoring temperatur sistem menggunakan ThinkBoard berupa grafik dengan nilai baik, sehingga dapat diimplementasikan secara nyata.

REFERENCES

- [1] S. Pascasarjana, "TINGKAT KONSUMSI OKSIGEN SEDIMEN PADA DASAR TAMBAK INTENSIF UDANG VANAME (*Litopenaeus vannamei*) HIDAYAT SURYANTO SUWOYO," 2009.
- [2] N. Evalina, A. Sahputra, I. Pasaribu, and A. Azis, "PERANCANGAN SISTEM KONTROL KINCIR AIR OTOMATIS UNTUK TAMBAK UDANG".
- [3] B. Riset Perikanan Budidaya Air Payau dan Penyuluhan Perikanan Jl Makmur Dg Sitakka No, S. Selatan, R. Syah, and dan Mat Fahrur Balai Riset Perikanan Budidaya Air Payau dan Penyuluhan Perikanan, "BUDIDAYA UDANG VANAME DENGAN PADAT PENEBARAN TINGGI," 2017. [Online]. Available: <http://ejournal-balitbang.kkp.go.id/index.php/ma>
- [4] A. Iskandar, Y. Trianto, A. Hendriana, W. Lesmanawati, B. Prasetyo, and M. Muslim, "PENGELOLAAN DAN ANALISA FINANSIAL PRODUKSI PEMBESARAN UDANG VANAME *Litopenaeus vannamei*," *Jurnal Perikanan Unram*, vol. 12, no. 2, pp. 256–267, Jun. 2022, doi: 10.29303/jp.v12i2.303.
- [5] A. Wafi, H. Ariadi, A. Muqsith, M. Mahmudi, and M. Fadjar, "Oxygen Consumption of *Litopenaeus vannamei* in Intensive Ponds Based on the Dynamic Modeling System," *Journal of Aquaculture and Fish Health*, vol. 10, no. 1, p. 17, Jan. 2021, doi: 10.20473/jafh.v10i1.18102.
- [6] S. Arsad, A. Afandy, A. P. Purwadhi, B. Maya V, D. K. Saputra, and N. R. Buwono, "Studi Kegiatan Budidaya Pembesaran Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) dengan Penerapan Sistem Pemeliharaan Berbeda
<I>[Study of Vaname Shrimp Culture (*Litopenaeus vannamei*) in Different Rearing System]<I>," *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, vol. 9, no. 1, p. 1, Apr. 2017, doi: 10.20473/jipk.v9i1.7624.
- [7] D. Kiranmayi, A. Sharma, K. P. Prasad, R. Sharma, and S. K. Sharma, "Development of an Android-Based Application System for Fish Farmers," *Agricultural Research*, vol. 11, no. 2, pp. 240–248, Jun. 2022, doi: 10.1007/s40003-021-00558-8.
- [8] A. Suriawan, S. Efendi, S. Asmoro, and J. Wiyana, "SISTEM BUDIDAYA UDANG VANAME (*Litopenaeus vannamei*) PADA TAMBAK HDPE DENGAN SUMBER AIR BAWAH TANAH SALINITAS TINGGI DI KABUPATEN PASURUAN," 2019. [Online]. Available: <http://pasuruekab.go.id>,
- [9] D. Apriani *et al.*, "Optimasi Transparansi Data dalam Rantai Pasokan melalui Integrasi Teknologi Blockchain," vol. 2, no. 1, pp. 1–10, 2023, doi: 10.34306/mentari.v2i1.326.
- [10] S. Pascasarjana, "TINGKAT KONSUMSI OKSIGEN SEDIMEN PADA DASAR TAMBAK INTENSIF UDANG VANAME (*Litopenaeus vannamei*) HIDAYAT SURYANTO SUWOYO," 2009.
- [11] O. : Ahmad, I. Farabi, and H. Latuconsina, "Manajemen Kualitas Air pada Pembesaran Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) di UPT. BAPL (Budidaya Air Payau dan Laut) Bangil Pasuruan Jawa Timur Water Quality Management in Rating Vaname Shrimp (*Litopenaeus vannamei*) at UPT. BAPL (Brackish and Sea Water Cultivation) Bangil Pasuruan East Java," vol. 5, no. 1, doi: 10.33506/jrpk.v5i1.2097.
- [12] P. M. Van, W. Z. Bros, J. Scarpa, and P. Van Wyk, "Water quality requirements and Management Identifying Potential User Conflicts and Solutions for Off-Bottom Oyster Culture in Texas View Project Identifying Information Needs and Regulatory Impediments to Off-Bottom Oyster Culture in Texas View project Chapter 8-Water Quality Requirements and Management Chapter 8 Water Quality Requirements and Management," 1999. [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/284696070>
- [13] D. A. Davis, C. E. Boyd, D. B. Rouse, and I. P. Saoud, "Effects of Potassium, Magnesium and Age on Growth and Survival of *Litopenaeus vannamei* Post-Larvae Reared in Inland Low Salinity Well Waters in West Alabama," 2005.
- [14] J. Scarpa and W. J. McGraw, "Minimum environmental potassium for the survival of Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* (Boone) in freshwater Identifying Potential User Conflicts and Solutions for Off-Bottom Oyster Culture in Texas View project Future Water Quality Challenges to Aquaculture and Influences on Product Safety View project MINIMUM ENVIRONMENTAL POTASSIUM FOR SURVIVAL OF PACIFIC WHITE SHRIMP *LITOPENAEUS VANNAMEI* (BOONE) IN FRESHWATER," 2003. [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/287486764>
- [15] P. M. Van, W. Z. Bros, and J. Scarpa, "Farming Marine Shrimp in Recirculating Fresh Water Systems Future Water Quality Challenges to Aquaculture and Influences on Product Safety View project," 1999. [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/242621708>

- [16] Taqwa FH. 2008. Pengaruh penambahan kalium pada masa adaptasi penurunan salinitas dan waktu penggantian pakan alami oleh pakan buatan terhadap performa postlarva udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) [tesis]. Bogor: Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- [17] I. M. S. Wibawa and I. K. Putra, "Design of air temperature and humidity measurement based on Arduino ATmega 328P with DHT22 sensor," *International Journal of physical sciences and Engineering*, vol. 6, no. 1, pp. 9–17, Jan. 2022, doi: 10.53730/ijpse.v6n1.3065.
- [18] M. Bogdan, "How to Use the DHT22 Sensor for Measuring Temperature and Humidity with the Arduino Board," *ACTA Universitatis Cibiniensis*, vol. 68, no. 1, pp. 22–25, Dec. 2016, doi: 10.1515/aunts-2016-0005.
- [19] R. Novita Wardhani *et al.*, "DESAIN SISTEM MONITORING CERDAS KUALITAS AIR KERAMBA BUDIDAYA TERIPANG BERBASIS IOT," *Jurnal Ilmiah MATRIK*, vol. 24, no. 1, 2022.
- [20] G. Yakin, I. Made, S. Wibawa, and I. K. Putra, "Rancang Bangun Alat Pengukur pH Tanah Menggunakan Sensor pH Meter Modul V1.1 SEN0161 Berbasis Arduino Uno Design of Soil pH Measuring Instruments Using pH Meter Sensor Module V1.1 SEN0161 Based on Arduino Uno," 2021.
- [21] M. Nizam, H. Yuana, and Z. Wulansari, "MIKROKONTROLER ESP 32 SEBAGAI ALAT MONITORING PINTU BERBASIS WEB," 2022.
- [22] A. Wagyaana, "Prototipe Modul Praktik untuk Pengembangan Aplikasi *Internet of Things* (IoT)," *Setrum : Sistem Kendali-Tenaga-elektronika-telekomunikasi-komputer*, vol. 8, no. 2, p. 238, Dec. 2019, doi: 10.36055/setrum.v8i2.6561.
- [23] "174003-ID-pengembangan-sistem-relay-pengendalian-d".
- [24] A. Wagyaana, "Prototipe Modul Praktik untuk Pengembangan Aplikasi *Internet of Things* (IoT)," *Setrum : Sistem Kendali-Tenaga-elektronika-telekomunikasi-komputer*, vol. 8, no. 2, p. 238, Dec. 2019, doi: 10.36055/setrum.v8i2.6561.