

DESAIN SISTEM MONITORING CERDAS KUALITAS AIR KERAMBA BUDIDAYA TERIPANG BERBASIS IOT

Rika Novita Wardhani¹, Sri Danaryani², Sulis Setiowati^{3*}, Riandini⁴
Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Jakarta^{1,2,3,4}

Jl. Prof. DR. Siwabessy, Kukusan, Kecamatan Beji, Depok, 16425

Sur-el: rika.novitawardhani@elektro.pnj.ac.id¹, sri.danaryani@elektro.pnj.ac.id²,
sulis.setiowati@elektro.pnj.ac.id^{3*}, riandini@elektro.pnj.ac.id⁴

Abstrack: The water quality monitoring system will be designed using intelligent sensors by adjusting the environmental conditions of sea cucumbers, namely water quality at 30-37% salinity, where seawater generally has a salinity between 33-37%, in the waters coastal conditions ranged between 32-35% and water conditions with an optimum pH range of 7.5-8.0 and the condition of the amount of dissolved oxygen (Dissolved Oxygen) ranging from 5.0-5.5 mg/L in the waters. Salinity, pH, and DO are the main factors for a cage to become more sensitive to sea cucumber cultivation, if not monitored regularly. So an inference engine with fuzzy logic was developed to monitor DO, pH, and salinity as well as a supervised learning algorithm model. The results of the simulation will be analyzed using a learning algorithm based on supervision, calculating weights and biases iteratively. Representation of data acquired and developed artificial intelligence fuzzy model to monitor DO, pH, and salinity. Then using LabVIEW software which is able to monitor and acquire data quickly and accurately and a microcontroller as data processor from DO, pH, and salinity sensors. The output of this research will be to realize a remote monitoring system prototype with IIoT technology which is intended to monitor pH values of 7.77-8.27, DO at 5.0-5.5 mg/L, and salinity at 27.33-30 ppt continuous and accurate.

Keywords: Monitoring, pH, Salinity, Dissolved Oxygen, Sea Cucumber, IIoT

Abstrak: Sistem monitoring kualitas air budidaya ikan laut akan dirancang menggunakan sensor cerdas dengan menyesuaikan kondisi lingkungan teripang, yaitu kualitas air pada salinitas 30-37%, dimana air laut umumnya mempunyai salinitas antara 33-37%, di perairan pantai berkisar antara 32-35% dan kondisi perairan dengan kisaran optimum pH 7,5-8,0 serta kondisi jumlah oksigen terlarut (Dissolved Oxygen) berkisar antara 5,0-5,5 mg/L dalam perairan. Salinitas, pH, dan DO merupakan faktor utama sebuah keramba menjadi lebih sensitif terhadap budidaya teripang, apabila tidak terpantau rutin. Maka dikembangkanlah inference engine dengan logika fuzzy untuk memantau DO, pH, dan salinitas serta model algoritma pembelajaran supervise. Hasil simulasi akan dianalisis dengan algoritma pembelajaran berbasis supervisi, menghitung bobot dan bias secara iteratif. Representasi data diakuisisi dan dikembangkan kecerdasan buatan model fuzzy untuk memantau DO, pH, dan salinitas. Kemudian menggunakan software LabVIEW yang mampu memonitor dan mengakuisisi data secara cepat dan akurat serta microcontroller sebagai pengolah data dari sensor DO, pH, dan salinitas. Luaran penelitian ini akan merealisasikan prototipe system monitoring jarak jauh dengan teknologi IoT yang ditujukan untuk memonitor nilai pH 7,77-8,27, DO pada 5,0-5,5 mg/L, dan salinitas pada 27,33-30 ppt secara kontinyu dan akurat.

Kata kunci: Monitoring, pH, Salinitas, Dissolved Oxygen, Teripang, IIoT

1. PENDAHULUAN

Pada pertemuan virtual antara PNJ, Kementerian KKP, Polikant, ITS dan PT DBE pada Jum'at 2 Oktober 2020, dijelaskan oleh Polikant, bahwa Teripang di Kepulauan Kei

telah terkenal di dunia internasional sejak abad ke 18. Pada tahun 1850, teripang di Kepulauan Kei sudah diekspor ke Cina sebanyak 35 ton. Hingga sekarang, teripang masih menjadi komoditi primadona yang diperdagangkan di Kepulauan Kei. Masyarakat adat Kei, dalam tata

kelola perikanan termasuk teripang, masih dilakukan manual, memiliki tradisi lokal yang dikenal dengan nama sasi. Hasil penelitian yang diperoleh mendeskripsikan bahwa kepercayaan lokal mulai berkurang dalam pengelolaan sumberdaya perikanan, termasuk teripang. Saat ini mereka membutuhkan teknologi digital yang akan dikombinasikan dengan kearifan lokal. Dengan mengukur pH, salinitas serta DO (*Dissolved Oxygen*) yang kontinyu dan akurat diharapkan dapat memperbaiki pertumbuhan teripang.

Penelitian ini akan merealisasikan prototipe sistem monitoring jarak jauh dengan teknologi *IoT* yang ditujukan untuk memonitor kualitas air keramba budidaya teripang. Akan dibuktikan melalui sistem yang mampu mengukur nilai pH 7,77-8,27 dan salinitas pada nilai 27,33-30 ppt secara kontinyu dan akurat serta dapat mengetahui kondisi jumlah oksigen terlarut (*Dissolved Oxygen*) pada air keramba dalam rentang 5,0-5,5 mg/L.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1. *State of The Art* Penelitian

Standar kualitas air keramba budidaya teripang meliputi salinitas pada nilai tertinggi 30 ppt dan terendah 27,33 ppt, pH berkisar antara 7,77-8,27, serta DO berkisar antara 5,0-5,5 mg/L. Pada umumnya teripang bersifat nokturnal, aktif mencari makan pada malam hari dan menyembunyikan diri pada siang hari. Sebagian besar teripang bersifat fototaksis negatif yaitu menjauhi cahaya matahari, kecuali pada beberapa spesies di daerah tropis [1].

Disisi lain, lokasi budidaya keramba laut terbuka jauh dari pantai, situasi laut kompleks dan dapat berubah, dan pemantauan kualitas air budidaya keramba, perilaku ikan, pengoperasian keramba dan keadaan lainnya adalah dasar dari pengendalian cerdas, pemberian pakan, penangkapan, dan pencucian keramba untuk mencapai hasil yang tinggi, efisiensi tinggi, dan keamanan budidaya keramba. Pertama, model budidaya keramba diperkenalkan untuk menganalisis kebutuhan teknologi pemantauan dan kontrol yang cerdas. Kedua, manajemen kandang yang cerdas dirangkum. Hal ini menunjukkan bahwa budidaya keramba adalah trend budidaya. Di masa depan, aplikasi akan menggabungkan teknologi pemantauan informasi, teknologi kontrol cerdas, dan teknologi peralatan cerdas untuk mewujudkan operasi budidaya keramba yang cerdas, digital, otomatis, dan tak berawak [2].

Sistem prediksi jaringan syaraf memanfaatkan algoritma *backpropagation* memprediksi jumlah kerusakan aktual pada anggota yang diprediksi rusak oleh logika *fuzzy* [3]. Telah dikembangkan pemantauan jarak jauh peternakan ikan pintar dengan teknologi *IoT*, yang memiliki fungsi penginderaan dan pemantauan beberapa sensor seperti; oksigen, suhu, pH, dan ketinggian air [4]. Penelitian ini juga mendukung KKP yang menyatakan bahwa Kepulauan Kei termasuk kawasan konservasi [5].

Penelitian ini menghasilkan data pengukuran terbaru yang diukur secara *real time* dan akurat. Akan dilakukan sebuah prediksi sebagai hasil dari kualitas air yang diukur apakah

termasuk ke dalam kualitas air yang baik atau tidak. Data yang diambil berupa derajat keasaman (pH), salinitas, dan kondisi DO yang menjadi parameter penting dalam menentukan kualitas air pada budidaya teripang pasir dengan bentuk yang bervariasi. Pada penelitian ini digunakan metode khusus agar kualitas air dapat terbaca sesuai dengan pengukuran data parameter tersebut. Hasil dari pembacaan dan prediksi akan ditampilkan pada platform *Internet of Things* dengan acuan 3 elemen utama yaitu arsitektur *IoT*, perangkat koneksi internet, dan *cloud data center*.

Dengan demikian data yang diperoleh benar-benar lengkap dan sesuai dengan kondisi yang sebenarnya. Pembacaan data oleh sensor pH, sensor salinitas, dan sensor DO akan direkam dan disimpan pada *database* serta diolah untuk menentukan tingkat kualitas air pada budidaya teripang pasir. Kemudian ditampilkan pada sistem monitor untuk memberikan laporan yang akurat tentang kondisi kualitas air. Dalam penelitian ini akan direalisasikan suatu desain sistem monitoring cerdas kualitas air keramba teripang dan sistem akuisisi data pH, salinitas, dan DO untuk memperoleh data terkini yang dapat dimonitor serta sistem komunikasi sehingga paket data yang dikirim oleh *client* diterima dengan baik oleh *server* dalam penggunaan *Blynk* sebagai pemonitor kerja sensor. Sistem ini dikembangkan sebagai aplikasi dari *Industrial Internet of Things* (IIoT) karena data dimonitor secara *online*, sistem saling berkomunikasi mengirim dan menerima data, mengatur peralatan elektronik menggunakan media

internet, sehingga kualitas air dapat terdeteksi lebih dini dan dilakukan pada jarak jauh.

2.2. Faktor Kualitas Air Laut Budidaya Teripang

Ada beberapa faktor penting yang mempengaruhi kualitas air pada pembudidayaan teripang pasir, dalam sistem ini faktor yang diukur adalah derajat keasaman (pH), salinitas dan oksigen terlarut (DO). Derajat keasaman air dibagi menjadi tiga, yaitu pH rendah (asam), pH netral dan pH tinggi (basa). Derajat keasaman air dipengaruhi oleh ion Hidrogen (H⁺). Air menjadi asam apabila pH <7 dan dikatakan basa bila PH >7. Derajat keasaman air budidaya yang memenuhi syarat adalah 5-8,5.

Faktor berikutnya yang mempengaruhi kualitas air pada pembudidayaan teripang pasir adalah salinitas. Salinitas merupakan tingkat kadar garam dalam air. Salinitas ini berpengaruh terhadap tekanan osmotik, semakin tinggi salinitas tekanan osmotik semakin tinggi [6]. Tekanan osmotik ini berpengaruh terhadap kelangsungan biota air karena setiap biota air memiliki toleransi terhadap salinitas. Dan faktor terakhir adalah oksigen terlarut (DO). Oksigen diperlukan oleh makhluk hidup organisme perairan untuk pernafasan dan metabolisme tubuh. Oksigen diperlukan untuk pembakaran pakan sehingga menghasilkan energi untuk melakukan aktifitas gerak, pertumbuhan, dan reproduksi. Maka nilai yang dibutuhkan untuk memonitoring budidaya teripang dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Kualitas Air Keramba Budidaya Teripang

<i>Parameter Pengamatan</i>	<i>Nilai untuk Budidaya Teripang</i>
Derajat Keasaman (pH)	7,77-8,27
Salinitas	27,33-30 ppt
<i>Dissolved Oxygen (DO)</i>	5,0-5,5 mg/L

Selanjutnya baku mutu kualitas air laut untuk biota laut yang dijadikan acuan adalah Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup, Nomor 51 Tahun 2004. Adapun baku mutu tersebut dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Baku Mutu Kualitas Air Laut

<i>Parameter Pengamatan</i>	<i>Kelayakan Menurut Pustaka</i>
Derajat Keasaman (pH)	7-8,5 ¹
Salinitas	Alami ²
<i>Dissolved Oxygen (DO)</i>	>5 mg/L

2.3. Mikrokontroler ESP-32

ESP-32 merupakan modul mikrokontroler yang diperkenalkan oleh *Espressif System* yang berfungsi untuk mengontrol dan menampung semua port dan IC sehingga dapat mengontrol driver agar perangkat atau port yang terhubung dengan mikrokontroler dapat berfungsi dengan baik. Karena ESP-32 juga memiliki modul Wi-Fi pada chipnya, sangat mendukung untuk membuat aplikasi dan sistem web *Internet of Things* dan dapat terhubung ke jaringan internet melalui nirkabel tanpa memerlukan papan tambahan.

¹ Diperbolehkan terjadi perubahan sampai dengan <0,2 satuan pH.

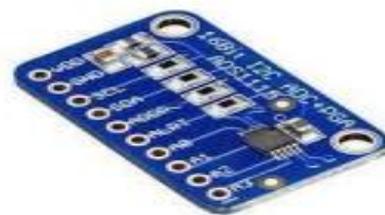
² Alami adalah kondisi normal suatu lingkungan, bervariasi setiap saat (siang, malam dan musim). Diperbolehkan terjadi perubahan sampai dengan <5% salinitas rata-rata musiman.



Gambar 1. ESP-32 [7]

2.4. ADS1115 Module

ADS1115 adalah modul pengubah sinyal ADC analog ke digital berbasis IC ADS1115 yang cocok untuk proyek berbasis mikroprosesor yang membutuhkan ADC dengan resolusi tinggi dengan resolusi 16 bit dan kompatibel. Beberapa kinerja dari IC ADS1115 antara lain memiliki osilator dan tegangan referensi internal, mampu mentransfer data melalui komunikasi serial berbasis I2C (menggunakan pin SCL dan SDA), memiliki 4 alamat (0x48h, 0x49h, 0x0Ah, dan 0x4Bh) yang dapat dipilih, dapat dioperasikan menggunakan sumber tegangan tunggal dari 2 volt hingga 5,5 volt dan memiliki tingkat konversi hingga 860 sps (sampel per detik).



Gambar 2. ADS1115 Module [7]

2.5. Analog pH Sensor / Meter Pro Kit V2

Sensor pH jenis SKU SEN016 dari DFRobot berfungsi untuk mendeteksi nilai derajat keasaman atau kebasaaan yang terkandung pada suatu cairan. Sensor ini cocok untuk industri dan cocok untuk pemantauan jangka panjang. Elektroda kombinasi pH ini terbuat dari membran kaca sensitif dengan impedansi rendah. Dapat digunakan dalam berbagai pengukuran pH

dengan respons cepat, stabilitas termal yang baik. Ini memiliki reproduktifitas yang baik, sulit untuk dihidrolisis, dan pada dasarnya menghilangkan kesalahan alkali. Output dari elektroda adalah linear dari 0 hingga 14 pH. Tipe probe sensor ini adalah *Industrial Grade*.



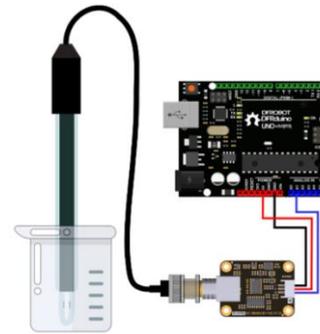
Gambar 3. Analog pH Sensor [8]

Elektroda harus diketahui sebelum pengukuran standar larutan buffer nilai pH dikalibrasi untuk meningkatkan akurasi pengukuran, nilai pH buffer dapat diandalkan, dan semakin dekat nilai terukur, semakin baik, umumnya tidak lebih dari tiga pH. Waktu respons sebesar <1 menit dan pengukuran presisinya adalah 0.02 pH. Pada papan sinyal board memiliki tegangan masukan sebesar 3.3-5V dan tegangan keluaran sebesar 0-3.0V.

2.6. Analog Electrical Conductivity Sensor / Meter (K=10)

Salah satu jenis sensor untuk mendeteksi kadar garam, yaitu sensor DFR0300-H dari DFRobot. Sensor ini bekerja berdasarkan konduktifitas dalam air. Rentang pengukuran hingga 100ms/cm. Sensor ini mendukung input tegangan 3-5V dan kompatibel dengan papan kontrol utama 5V dan 3.3V. Sumber eksitasi mengadopsi sinyal AC yang secara efektif mengurangi efek polarisasi, meningkatkan presisi, dan memperpanjang umur probe. Pustaka perangkat lunak menggunakan metode kalibrasi

single-point dan dapat secara otomatis mengidentifikasi standar *solution buffer*, sangat sederhana dan nyaman.



Gambar 4. Analog Electrical Conductivity Sensor [9]

2.7. Analog Dissolved Oxygen Sensor / Meter Kit

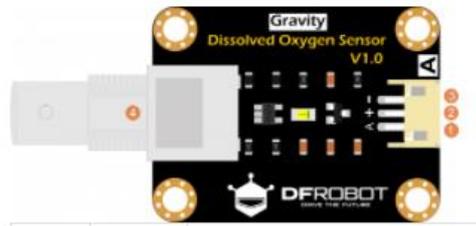
Gambar berikut merupakan kit sensor oksigen terlarut SKU SEN0237 dari DFRobot.



Gambar 5. Analog Dissolved Oxygen Sensor [10]

Sensor ini digunakan untuk mengukur oksigen terlarut dalam air, dimana kadar oksigen terlarut merupakan salah satu indikator dalam memonitoring kualitas air. Sensor ini memiliki 4 pin input, yaitu Analog Signal Output, VCC (3.3-5.5 V), GND, Probe Cable Connector. Probe yang digunakan merupakan probe galvanik yang tidak memerlukan waktu polarisasi dan tersedia setiap saat. Memiliki skala temperatur dari 0°C sampai dengan 40°C dan skala deteksinya berkisar antara 0 sampai 20 mg/L. Waktu respons hingga 98% respons

penyakit, dalam 90 detik (25°C). Pada *Signal Converted Board* memiliki tegangan pasokan 3.3-5V dengan sinyal keluaran 0-3.0V.



Gambar 6. *Signal Converted Board* [10]

2.8. Blynk sebagai Platform IIoT

Blynk merupakan salah satu *platform IIoT* yang dapat digunakan untuk mengontrol (sekunder) dan memonitor berbagai data dari sensor secara *real time* selama ada jaringan internet. Penggunaan aplikasi *blynk* sangat mudah hanya dengan metode *drag and drop widget*. Dengan platform *blynk* dapat mengontrol peralatan listrik seperti lampu, *valve*, dan lain-lain [1].

2.9. LabVIEW

LabVIEW merupakan sebuah software pemrograman yang diproduksi oleh National Instruments dengan konsep yang berbeda. Seperti bahasa pemrograman lainnya yaitu C++, matlab atau *Visual basic*, LabVIEW juga mempunyai fungsi dan peranan yang sama, perbedaannya bahwa LabVIEW menggunakan bahasa pemrograman berbasis grafis atau blok diagram sementara bahasa pemrograman lainnya menggunakan basis text. Program labVIEW dikenal dengan sebutan VI atau *Virtual Instruments* karena penampilan dan operasinya dapat meniru sebuah instrument.

2.10. Metode Penelitian

Metode penelitian Desain Sistem Monitoring Cerdas Kualitas Air Keramba Budidaya Teripang ini dimulai dari pengetahuan dasar tentang penelitian yang diajukan. *Basic knowledge* yang sesuai dengan pengetahuan dan kemampuan yang penulis miliki yaitu budidaya teripang pasir, acuan baku mutu kualitas air berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup, Nomor 51 Tahun 2004, dan instrumen pengukur.

Pada proses selanjutnya, penulis menggunakan *software* LabVIEW sebagai perangkat lunak desain sistem dan simulasi. Ketika proses simulasi sudah mendapatkan data yang sesuai dengan sampel air yang digunakan maka masuk pada tahap berikutnya yaitu validasi data. Jika validasi data sudah dilakukan maka tahap selanjutnya adalah pembuatan prototipe menggunakan ESP-32 dan ADS1115 *Module*, sensor pH, sensor salinitas, serta sensor DO, hingga tahap terakhir yaitu produksi alat.

2.11. Perhitungan Regresi

Perhitungan regresi dilakukan untuk mengkalibrasi sensor sehingga nilai yang dikeluarkan sama dengan alat ukur sebenarnya. Perhitungan Regresi menggunakan rumus

$$y = a + bx \quad (1)$$

Dimana:

y = Variabel akibat (Dependent)

a = Konstanta

b = Koefisien regresi (kemiringan)

x = Variabel Faktor (Independent)

2.12. Perhitungan Akurasi

Perhitungan akurasi dilakukan untuk mengetahui ketelitian sensor dengan alat ukur sebenarnya. Perhitungan dilakukan dengan cara mencari selisih antara kedua pengukuran sehingga mendapatkan nilai akurasi dari sensor terhadap alat ukur referensi. Perhitungan rumus akurasi sebagai berikut:

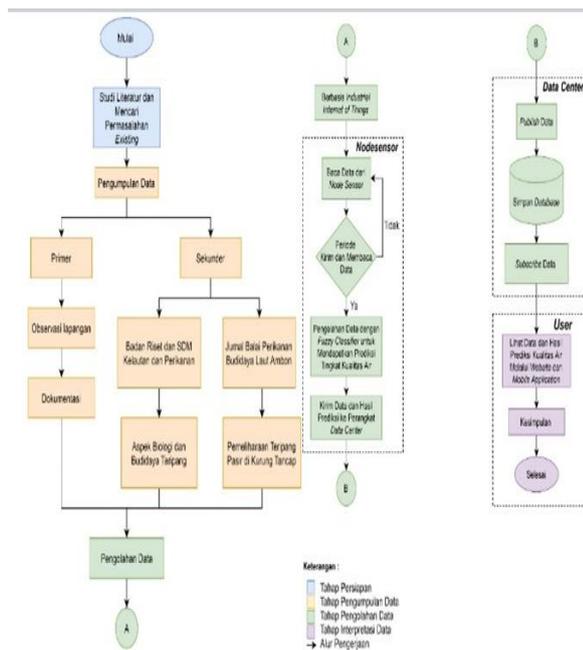
$$\text{Kesalahan Pengukuran (\%)} =$$

$$\left| \frac{y-x}{y} \right| \times 100\% \tag{2}$$

$$\text{Akurasi (\%)} = 100 - \left| \frac{y-x}{y} \right| \times 100 \tag{3}$$

2.13. Rancangan Sistem

2.13.1. Diagram Alir Penelitian



Gambar 7. Diagram Alir Penelitian Desain Sistem Monitoring Kualitas Air Karamba Budidaya Teripang Pasir berbasis IIoT

2.13.2. Perancangan Software

Perancangan perangkat lunak ini terdiri dari beberapa *software* yang digunakan untuk membuat program pada sistem monitoring kualitas air budidaya teripang. Dimulai dengan

penggunaan Arduino IDE untuk memprogram pembacaan sensor serta mengirimkannya secara *serial* ke LabVIEW. LabVIEW digunakan untuk memproses data dan program logika *fuzzy* yang akan digunakan pada sistem. Selanjutnya *software* Eagle untuk pembuatan rancangan *Printed Circuit Board* (PCB). Lalu aplikasi *Blynk* sebagai pengontrol dan memonitor berbagai data dari sensor secara *real time*.

2.13.3. Perancangan Hardware

Pada kotak panel ukuran 20x30x12 terdapat antarmuka atau output tampilan yang terdiri dari satu buah LCD 20x4. Dalam kotak panel terdapat *printed circuit board* yang berisi komponen-komponen pendukung sistem dan terdapat juga *power supply*. Untuk probe dari ketiga sensor diletakkan di atas kolam (akuarium).



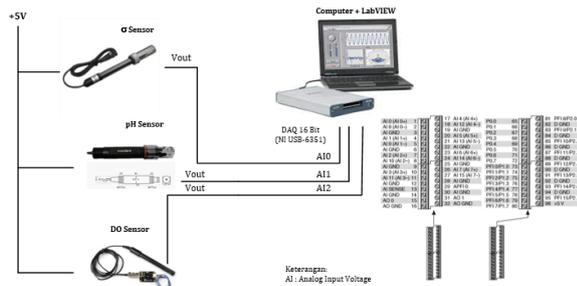
Gambar 8. Perancangan Hardware Bagian Depan Kotak Panel



Gambar 9. Perancangan Hardware Bagian Dalam Kotak Panel

2.14. Validasi Sistem

Proses validasi dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kebenaran pembacaan sensor dalam mendeteksi nilai pH, salinitas, dan DO. Adapun perangkat validasi yang digunakan yaitu modul NI-9234 (IEPE 24 Bits) dan cDAQ NI-9174.



Gambar 10. Bagan Arsitektur Sistem Validasi Pengukuran

Proses wiring dengan modul NI LabVIEW, analog input AI0 untuk sensor *Electrical Conductivity*, analog input AI1 untuk sensor pH, dan analog input AI2 untuk sensor DO. Hasil validasi ini juga dibandingkan dengan hasil pembacaan alat ukur dari masing-masing ketiga parameter kualitas air tersebut.

Inisiasi analog input sensor pada pengaturan *data acquisition* dalam diagram blok. Setelah inisialisasi selesai, dilanjutkan dengan membuat program *virtual instrument* untuk membaca nilai pH, salinitas, dan DO.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil Validasi Sensor

Dikarenakan hasil pengukuran dari setiap sensor jika menggunakan slope dan intercept dari dokumen sensor DFRobot menghasilkan grafik yang tidak linier. Maka dilakukan pencarian nilai *slope* dan *intercept* dari setiap

sensor menggunakan modul NI USB-6351(DAQ 16 Bit) dan LabVIEW untuk mendapatkan nilai tegangan keluaran dari masing-masing sensor ketika mengukur larutan buffer dari tiap parameter.

Tabel 3. Hasil Pembacaan Nilai Tegangan dan Kadar ph Sensor DFRobot

Tegangan (mV)	Larutan Buffer pH
2056.13	4
1528.55	7
1030.66	10

Dari tabel 3 didapat nilai slope (a) sebesar - 0.005 dan intercept (b) sebesar 15.98 Maka persamaan linear untuk nilai pH yang didapat adalah:

$$pH = (-0.005 \times V_{out}) + 15.98 \tag{4}$$

Tabel 4. Hasil Pembacaan Nilai Tegangan dan kadar Garam menggunakan Electricity Conductivity Sensor DFRobot

Tegangan (mV)	Larutan Salinitas (mS/cm)
284.27	14
1194.68	80

Dari tabel 4 didapat nilai slope (a) sebesar 0.072 dan intercept (b) sebesar - 6.608 Maka persamaan linear untuk nilai salinitas yang didapat adalah:

$$Salinitas = (0.072 \times V_{out}) - 6.608 \tag{5}$$

Tabel 5. Hasil Pengukuran Tegangan dan kadar Oksigen Terlarut Sensor DFRobot

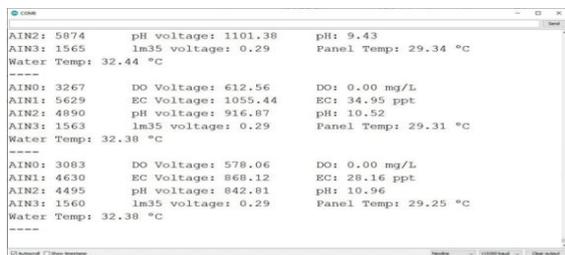
Tegangan (mV)	Larutan buffer DO (mg/L)
7.31	0.00
1703.40	8.12

3.2. Uji Coba Rangkaian Hardware

Uji coba rangkaian *hardware* dilakukan untuk memastikan apakah setiap komponen dan *device* yang digunakan mendapatkan tegangan input dan dapat bekerja sebelum dilakukan penyolderan ke PCB. Tes rangkaian hardware ini dilakukan menggunakan protoboard dan jumper

untuk menghubungkan setiap komponen dan device yang digunakan.

Pengecekan tegangan input dilakukan dengan mengukur setiap tegangan yang masuk ke setiap komponen dan device menggunakan multimeter. Hasil dari tes rangkain ini dapat dilihat dari LCD, serial monitor dan Blynk App yang sudah menampilkan hasil sesuai program yang telah di upload ke board mikrokontroler ESP32. Seperti yang tertampil pada gambar 11,12,13.



Gambar 11. Tampilan pada Serial Monitor



Gambar 12. Tampilan pada LCD

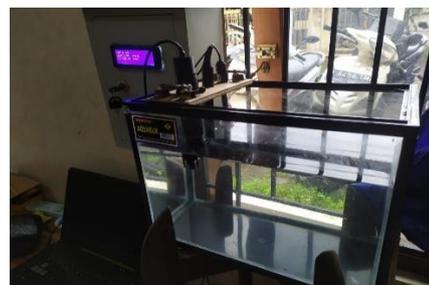


Gambar 13. Tampilan pada Blynk App

3.3 Uji Coba Kualitas Air Laut

Uji coba dilaksanakan untuk melihat bagaimana kualitas air laut ketika adanya gangguan. Ketika kualitas air laut yang normal diberi gangguan maka kualitas air laut pun akan berubah. Uji coba ini dimaksudkan untuk perumpaan ketika membudidayakan teripang.

Uji coba dilakukan menggunakan akuarium sebagai wadah air laut berukuran 31cm x 18cm x 25cm yang akan diberi gangguan, yaitu penambahan 100mL air mineral pada setiap percobaan dan penambahan garam 1-3 gram yang telah dilarutkan pada 100mL air mineral disetiap percobaan.



Gambar 14. Akuarium Sebagai Wadah Air Laut

3.3.1 Penambahan 100mL Air Mineral

Pada penambahan 100mL air mineral disetiap percobaan, diujikan dengan wadah akuarium yang telah diisi air laut sebanyak 8L. Kualitas air laut tersebut sebelum diberi gangguan, yaitu pH = 7.96 ; DO = 4.16 mg/L ; Salinitas = 26.6 ppt (saat timestamp = 12:02).

Tabel 6. Uji Coba dengan Menambahkan 100mL Air Mineral

No.	Timestamp	Penambahan 100ml Air Ke-	Kualitas Air					
			Alat Ukur Referensi			Sensor		
			pH Alat Ukur	Salinitas Alat Ukur	DO Alat Ukur	pH Sensor	Salinitas Sensor	DO Sensor
1	14:21	1	7,96	26,7	4,33	7,89	27,44	3,33
2	14:53	2	7,96	26,5	5,32	7,87	27,48	3,17
3	15:07	3	7,95	26,3	3,74	6,4	27,48	2,95
4	15:21	4	7,95	26,1	5	6,45	27,38	4,14
5	15:30	5	7,96	25,9	4,6	6,51	27,67	3,45
6	15:36	6	7,96	25,7	5,18	6,53	27,95	3,88
7	15:41	7	7,96	25,5	4,3	6,6	26,81	3,45
8	15:53	8	7,95	25,3	4,3	6,66	26,92	3,4
9	15:59	9	8	25,1	3,87	6,52	27,67	3,26
MEAN			7,96111111	25,9	4,51555556	6,825556	27,42222222	3,447778

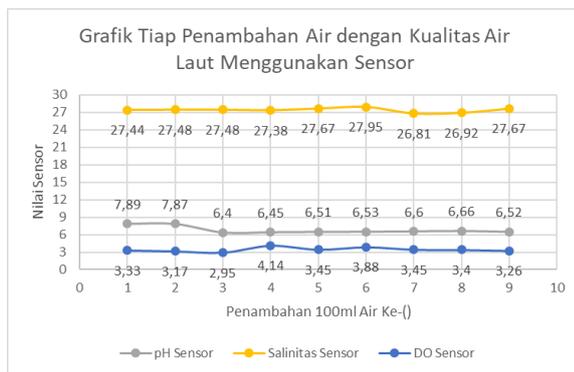
Dari tabel 6 didapatkan nilai error dari sensor terhadap alat ukur pada tabel 7.

Tabel 7. Perhitungan Data Pengukuran Akurasi

Parameter	Sensor (Mean)	Alat Ukur (Mean)	Persentase Kesalahan (%)
Derajat Keasaman (pH)	6.82	7.96	14.32
Salinitas	27.42	25.9	5.86
Dissolved Oxygen (DO)	3.44	4.51	23.72

Berdasarkan perhitungan diatas diketahui kesalahan pengukuran nilai pH sensor sebesar 14.32% dibandingkan dengan pH alat ukur, kesalahan pengukuran nilai Salinitas sensor sebesar 5.86% dibandingkan dengan Salinitas alat ukur, dan kesalahan pengukuran nilai DO sensor sebesar 23.72% dibandingkan dengan DO alat ukur. Dengan demikian, akurasi pengukuran dari sensor pH adalah 85.68%, akurasi pengukuran dari sensor Salinitas adalah 94.14%, dan akurasi pengukuran dari sensor DO adalah 76.28%.

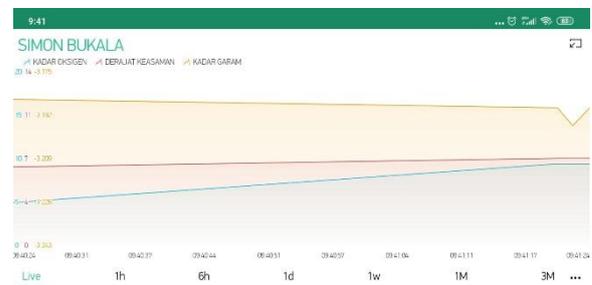
Sedangkan untuk linearitas kualitas air laut terhadap sensor, terlihat pada gambar grafik berikut:



Gambar 15. Grafik Kualitas Air Laut terhadap Sensor



Gambar 16. Tampilan Nilai Sensor pada Blynk App



Gambar 17. Tampilan Grafik pada Blynk App

3.3.2. Penambahan 100mL Larutan Air Garam

Pada hari kedua uji coba kualitas air laut dilakukan penambahan 100mL larutan air garam disetiap percobaan, diujikan dengan wadah akuarium yang telah diisi air laut sebanyak 7.8L. Kualitas air laut tersebut sebelum diberi gangguan, yaitu pH = 8.01 ; DO = 4.17 mg/L ; Salinitas = 29.3 ppt (saat timestamp = 14:06).

Tabel 8. Uji Coba dengan Menambahkan 100mL Larutan Air Garam

No.	Timestamp	Penambahan 100ml. Larutan Air Garam (g)	Kualitas Air					
			Alat Ukur Referensi			Sensor		
			pH Alat Ukur	Salinitas Alat Ukur	DO Alat Ukur	pH Sensor	Salinitas Sensor	DO Sensor
1	14:23	1	7,91	28	4,1	8,02	29,4	4,34
2	14:34	1	7,91	27,9	4,96	8,01	29,4	4,3
3	15:04	3	7,9	27,4	4,13	8,01	29,7	4,24
4	15:11	3	7,91	27,2	3,82	7,99	29,8	4,05
5	15:41	3	7,91	27,2	3,81	6,9	29,6	4,6
6	15:58	3	7,9	27,1	4	6,88	29,7	4,5
7	16:10	3	7,94	27,5	4,18	6,77	29,9	3,71
8	16:27	3	7,94	27,6	3,5	6,68	30,2	3,66
9	16:38	3	7,95	27,7	4,05	6,71	30,3	3,75
MEAN			7,91888889	27,51111111	4,06111111	7,33	29,77777778	4,127778

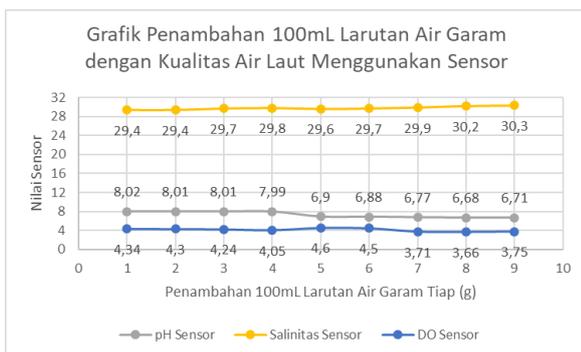
Dari tabel 9 didapatkan nilai error dari sensor terhadap alat ukur pada tabel 9 berikut.

Tabel 9. Perhitungan Data Pengukuran Akurasi

Parameter	Sensor (Mean)	Alat Ukur (Mean)	Persentase Kesalahan (%)
Derajat Keasaman (pH)	7.33	7.91	7.33
Salinitas	29.78	27.51	8.25
Dissolved Oxygen (DO)	4.12	4.06	1.47

Berdasarkan perhitungan diatas diketahui kesalahan pengukuran nilai pH sensor sebesar 7.33% dibandingkan dengan pH alat ukur, kesalahan pengukuran nilai Salinitas sensor sebesar 8.25% dibandingkan dengan Salinitas alat ukur, dan kesalahan pengukuran nilai DO sensor sebesar 1.47% dibandingkan dengan DO alat ukur. Dengan demikian, akurasi pengukuran dari sensor pH adalah 92.67%, akurasi pengukuran dari sensor Salinitas adalah 91.75%, dan akurasi pengukuran dari sensor DO adalah 98.53%.

Sedangkan untuk linearitas kualitas air laut terhadap sensor, terlihat pada gambar 18.



Gambar 18. Grafik Kualitas Air Laut terhadap Sensor

4. KESIMPULAN

Telah berhasil diwujudkan purwarupa sistem monitoring cerdas kualitas air keramba

budidaya teripang berbasis IOT. Berdasarkan perancangan, pengujian, dan analisis yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan sementara bahwa:

1. Sistem informasi monitoring kualitas air berbasis Blynk App berhasil dirancang. Aplikasi Blynk ini diaplikasikan untuk memonitor tingkat Salinitas, Oksigen dan pH, sebagai variable penentu kualitas air keramba pembudidayaan teripang.
2. Sistem informasi ini dibuat untuk mempermudah memonitor data sensor Salinitas, pH dan DO, serta level kualitas air dari mana saja.
3. Pada pengujian kualitas air laut terhadap penambahan 100mL air mineral didapatkan tingkat akurasi sensor pH = 85.68% ; Salinitas = 94.14% ; DO = 76.28%. Nilai akurasi tersebut masih belum sempurna, sebaiknya pada saat uji coba dapat dilakukan setiap 5 menit sekali agar dapat menghasilkan akurasi sensor yang baik.
4. Pada pengujian kualitas air laut terhadap penambahan 100mL larutan air garam didapatkan tingkat akurasi sensor pH = 92.67% ; Salinitas = 91.75% ; DO = 98.53%. Untuk penelitian selanjutnya dalam uji coba tersebut dapat dilakukan pengambilan sampel setiap 5 menit sekali dan penggunaan banyaknya gram pada garam dapat diseragamkan.

DAFTAR PUSTAKA

[1] M. Dwiyanti and R. N. T. W, "Desain Sistem Pemantauan Kualitas Air pada Perikanan Budidaya Berbasis Internet of Things dan Pengujiannya," *Multinetics*, vol.

- 5, no. 2, p. 1–5, 2019.
- [2] A. J. Kuswinta, I. G. P. W. W. W and I. W. A. Arimbawa, "Implementasi IoT Cerdas Berbasis Inference Fuzzy Tsukamoto pada Pemantauan Kadar pH dan Ketinggian Air dalam Akuaponik," *J. Comput. Sci. Informatics Eng*, vol. 3, no. 1, p. pp. 65–74, 2019.
- [3] R. e. a. E, "Sistem Monitoring Budidaya Ikan Lele Berbasis Internet Of Things Menggunakan Raspberry Pi," *J. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput*, vol. 5, no. 6, p. p. 745, 2018.
- [4] MMAF, "Kawasan Konservasi Pesisir Dan Pulau-Pulau Kecil Pulau Kei Kecil, Pulau-Pulau, Dan Perairan Sekitarnya Di Kabupaten Maluku Tenggara Provinsi Maluku," vol. 2014, 2016.
- [5] Pusat Penelitian dan Pengabdian Masyarakat, "Rencana Strategis (Renstra) Penelitian Politeknik Negeri Jakarta 2020-2024," no. 021, p. pp. 1–24, 2020.
- [6] I. A. Rozaq, N. Y. D. Setyaningsih and B. Gunawan, "Pengkondisian Sinyal Sensor Salinitas DFR0300 Menggunakan Arduino DUE," *Proceeding SENDIU*, p. pp. 459–461, 2020.
- [7] D. Romadoni, R. P. Astutik and Y. A. Surya, "Design of Monitoring System and Notification Hourmeter Using Web on Container Crane (CC)," *Indonesian Journal of Electrical and Electronics Engineering (INAJEEE)*, vol. 4, no. 1, p. pp. 1–2, 2021.
- [8] DFRobot, "SKU:FIT0348," DFRobot, [Online]. Available: https://wiki.dfrobot.com/Industrial_pH_electrode_SKU_FIT0348_. [Accessed 2 November 2021].
- [9] DFRobot, "DFR0300-H Gravity: Analog Electrical Conductivity Sensor (K=10)," DFRobot, [Online]. Available: https://wiki.dfrobot.com/Gravity_Analog_Electrical_Conductivity_Sensor_Meter_K=10_SKU_DFR0300-H_. [Accessed 2 November 2021].
- [10] DFRobot, "SEN0237 Gravity Analog Dissolved Oxygen Sensor," DFRobot, [Online]. Available: https://wiki.dfrobot.com/Gravity__Analog_Dissolved_Oxygen_Sensor_SKU_SEN0237_. [Accessed 2 November 2021].