

Original Article

e-ISSN: 2581-0545 - <https://journal.itera.ac.id/index.php/jsat/>Received 28th December 2023Accepted 30th June 2024Published 30th June 2024

Open Access

DOI: 10.35472/jsat.v8i1.1698

Pengembangan Sistem Terintegrasi Berbasis IoT (*Internet Of Things*) untuk Monitoring dan Kontrol Kualitas Air pada Budidaya Tambak Udang Daratan

Titin Ervina Sari, Eko Satria, Abdul Rajak *

Program Studi Magister Fisika, Fakultas Sains, Institut Teknologi Sumatera, Lampung Selatan 35365, Indonesia

* Corresponding E-mail: rajak@fi.itera.ac.id

Abstract: Water quality is very important for the sustainability of a shrimp farm, starting from the quantity and quality of shrimp harvested is very influential on the good quality of the pond water. The water quality in question is parameters such as water turbidity, a lot or clean of dirt in the pool, a pH value that suits your needs and ammonia content in the pond which is usually produced from shrimp manure. This research designed a water quality monitoring and control tool in shrimp ponds that is integrated automatically through an IoT-based system (Internet of Things) using the thingspeak application as a server and telegram bots as controls. Based on the results of tests that have been carried out, the tool has been able to determine the quality of water correctly. The error percentage was 0.01% for turbidity sensors, 0.05% for TDS sensors, 0.01% for pH sensors and 0.12% for ammonia gas sensors. Based on the results of direct data collection on shrimp ponds for 6 hours, the average value of water turbidity was 3.06 NTU, the lowest was 1.07 NTU and the highest was 5.99 NTU, for the average value of TDS content was 170.98 ppm, 150.00 ppm was the lowest and 204.12 ppm was the highest, for the average pH content was 7.80, the lowest was 7.50 and the highest was 8.74, and the average value of ammonia content was 0.004 ppm, 0.0007 ppm is the lowest and 0.0113 is the highest.

Keywords: control, shrimp farm, water quality, sensors, Internet of Things

Abstrak: Kualitas air sangatlah penting bagi keberlangsungan suatu tambak udang, mulai dari kuantitas dan kualitas udang hasil panen sangat berpengaruh dengan baiknya kualitas air tambak tersebut. Kualitas air yang dimaksud yaitu parameter seperti kekeruhan air, banyak atau bersihnya kotoran dalam kolam, nilai pH yang sesuai kebutuhan dan kandungan amonia dalam kolam yang biasanya dihasilkan dari kotoran udang. Penelitian ini merancang alat monitoring dan kontrol kualitas air pada tambak udang yang terintegrasi secara otomatis melalui sistem berbasis IoT (*Internet of Things*) menggunakan aplikasi *thingspeak* sebagai *server* dan *bot telegram* sebagai kontrolnya. Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, alat telah dapat menentukan kualitas air dengan benar. Didapat persentase kesalahan sebesar 0,01 % untuk sensor *turbidity*, 0,05 % untuk sensor TDS, 0,01 % untuk sensor pH dan untuk sensor gas amonia sebesar 0,12 %. Berdasarkan hasil pengambilan data langsung pada tambak udang selama 6 jam didapatkan nilai rata-rata kekeruhan air yaitu 3,06 NTU, terendah 1,07 NTU dan tertinggi 5,99 NTU, untuk nilai rata-rata kandungan TDS yaitu 170,98 ppm, 150,00 ppm adalah terendah dan 204,12 ppm adalah tertinggi, untuk rata-rata kandungan pH yaitu 7,80, terendah 7,50 dan tertinggi 8,74, dan nilai rata-rata kandungan amonia yaitu 0.004 ppm, 0,0007 ppm adalah terendah dan 0,0113 adalah tertinggi.

Kata Kunci : kontrol, tambak udang, kualitas air, sensor, *Internet of Things*

Pendahuluan

Indonesia merupakan negara maritim dengan sektor perikanan yang cukup besar. Menurut data yang dihimpun dari kementerian kelautan dan perikanan, total pembudidaya perikanan air payau di Indonesia mencapai 5.006.427 orang yang tersebar di 34 Provinsi dari tahun 2012-2019 [1], dengan luas tambak dari tahun 2012-2017 adalah 52.299.450.000m² [2].

Budidaya perairan yang memiliki potensi besar salah satunya adalah tambak udang. Udang adalah salah satu komoditas ekspor andalan Indonesia. Menurut data Kementerian Kelautan dan Perikanan, ekspor unggulan Indonesia antara lain udang senilai \$1.997,49 juta, tuna senilai \$865,73 juta, potongan cumi senilai \$657,71 juta, rumput laut senilai \$554,96 juta, dan kepiting senilai \$550 juta [3]. Produksi udang di Indonesia mencapai 1,21 juta ton pada tahun 2021 atau senilai Rp 79,21



triliun. Volume tersebut meningkat 9,20% dibanding tahun sebelumnya, yakni 1,11 juta ton yang senilai Rp66,53 triliun [4].

Potensi tambak udang yang sangat besar harus diseimbangkan dengan kualitas air pada tambak udang itu sendiri. Seperti yang diketahui, udang adalah hewan yang sangat rentan terhadap kualitas air [5-7]. Beberapa parameter yang menentukan kualitas air antara lain pH, tingkat kekeruhan, total padatan yang terlarut dalam air (TDS), serta kandungan amonia yang dihasilkan dari kotoran udang [8-10]. Kisaran pH optimal untuk budidaya udang adalah antara 7,0 dan 8,5 pH air yang tidak sesuai standar akan mempengaruhi nafsu makan udang dan memicu reaksi kimia di dalam air [11]. Tingkat kekeruhan yang tinggi sangat menentukan dalam kualitas air, tingkat kekeruhan yang diperbolehkan menurut kementerian kelautan dan perikanan adalah kurang dari 5 NTU [12, 13]. Zat terlarut seperti lumpur, dan senyawa organik/anorganik lainnya di dalam air dapat menghalangi sinar matahari menembus air sehingga proses pertumbuhan plankton sebagai makanan alami udang menurun, dan produksi oksigen kurang tersedia sehingga dapat menyebabkan pertumbuhan udang yang tidak seragam [14].

Beberapa penelitian terkait kondisi air tambak telah dilakukan dengan sistem monitoring kualitas air menggunakan sensor *turbidity* metode *Nephelometri* berbasis Raspberry PI 3 yang bertujuan merancang sistem sensor turbidimeter sebagai pemantau parameter kekeruhan air tanah agar dapat dikonsumsi [15]. Selanjutnya penelitian tentang sistem monitoring kualitas air tambak udang menggunakan *Blynk* berbasis Arduino bertujuan untuk memahami kualitas air tambak udang yang dapat dipantau menggunakan *Smartphone* [16]. Sedangkan pada penelitian sistem pemantauan kualitas udara di budidaya udang Vaname berbasis jaringan sensor *Nirkabel* (WSN). Penelitian ini merupakan implementasi WSN menggunakan parameter pemantauan kualitas udara yang terdiri dari sensor pengukur suhu, pH, dan tekanan udara di dalam tambak [17]. Pada penelitian lain yaitu sistem monitoring kualitas kekeruhan air berbasis IoT menggunakan Aplikasi telegram, sistem ini dimulai dengan memberikan perintah dari *Bot Telegram* dan mengukur seberapa cepat respon modul menerima perintah [18]. Penelitian terakhir terkait rancang bangun kontrol kadar amonia dan pH air berbasis arduino pada budidaya ikan menggunakan sensor pH yang disalurkan ke pompa air untuk menambah dan menstabilkan kualitas air [19].

Tujuan penelitian ini yaitu untuk merancang alat sistem terintegrasi kualitas air pada tambak udang daratan kemudian untuk menampilkan tingkat kualitas air pada tambak udang daratan berbasis IoT secara *realtime* menggunakan *bot telegram* dan *thingspeak* serta untuk mengontrol pemantauan tingkat kualitas air berbasis IoT pada tambak udang daratan. Berdasarkan permasalahan terkait kualitas air pada tambak udang penulis akan mengembangkan sistem monitoring dan pengontrolan kualitas air yang terintegrasi secara *realtime*. Sistem ini akan terhubung melalui IoT (*internet of things*) yang akan dikomunikasikan melalui aplikasi *bot telegram* dan *thingspeak*.

Output penelitian ini berupa alat yang dirancang untuk mengontrol kualitas air di tambak udang dan outcome yang diharapkan alat yang dirancang mampu diproduksi dalam skala rumahan. Sehingga alat ini dapat bermanfaat untuk memberikan peringatan awal jika terjadi penurunan tingkat kualitas air pada tambak yang dapat berakibat pada menurunnya produktivitas tambak udang tersebut, serta dapat membantu mempermudah para petambak udang untuk mengontrol tambak udang dengan cara memantau kualitas air dari jarak jauh [20,21]. Keterbaruan yang akan dilakukan pada penelitian ini adalah membuat sistem integrasi untuk monitoring dan kontrol empat sensor yang digunakan yakni sensor TDS meter untuk menghitung jumlah padatan terlarut total dalam air, sensor *turbidity* (kekeruhan) untuk menghitung jumlah padatan tersuspensi total TSS dalam air, sensor pH untuk mengetahui nilai pH pada air tambak udang daratan, dan sensor amonia untuk mengetahui nilai kandungan amonia pada air tambak berbasis IoT (*internet of things*) menggunakan *bot telegram* dan *thingspeak* [22-26].

Metode

Desain Penelitian

Rancangan penelitian yang dilakukan dibagi menjadi beberapa tahapan meliputi, tahap pembuatan rangkaian, tahap pengujian, tahap analisis data, dan kesimpulan hasil kegiatan penelitian. Perancangan dan pembuatan perangkat monitoring dan kontrol dilakukan dengan 2 (dua) langkah yaitu,

1. Pembuatan alat

Pada proses perancangan alat ini terlebih dahulu dibuat sebuah skema rancangan perangkat sistem monitoring seperti pada **Gambar 2**, perangkat monitoring dibuat menjadi empat buah *input* sensor yaitu, sensor TDS

meter untuk mendeteksi nilai besaran kualitas air tambak dan sensor *turbidity* untuk mendeteksi nilai besaran kekeruhan air dari tambak, sensor pH untuk mengetahui nilai pH pada air tambak udang daratan, dan sensor amonia untuk mengetahui nilai kandungan amonia.

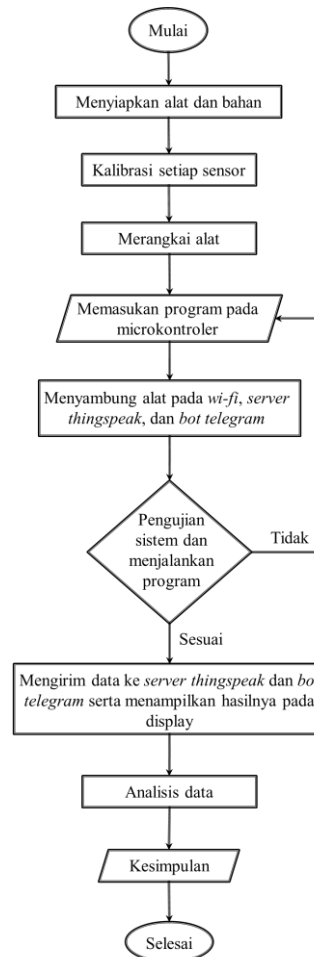
2. Pembuatan program sistem terintegrasi

Pada proses pembuatan program sistem terintegrasi dapat dijabarkan sebagai berikut:

- Saat memulai program, semua *library* perangkat atau alat yang terdapat dalam *Arduino IDE* diinisialisasi dan dikalibrasi, yaitu program dibuat sesuai dengan parameter kimia standar budidaya perikanan dan spesifikasi serta kinerja keempat sensor untuk membuatnya berjalan sesuai dengan fungsinya masing-masing saat menampilkan nilai *output* dari variabel sensor dalam sistem IoT.
- ESP32 yang terprogram, memproses dan mengkalibrasi nilai besaran semua *input* sensor dan mengirimkannya ke perangkat IoT melalui *Wi-Fi*. Jika proses verifikasi dan transfer data tidak terjadi atau gagal maka sistem kembali ke proses inisialisasi.
- Data sensor yang menghasilkan nilai besaran telah berhasil dikirim melalui jaringan *Wi-Fi* ke perangkat IoT kemudian menunggu perangkat IoT tersebut membaca. Jika berhasil, perangkat penerima akan menerima data dari monitor yang menampilkan grafik dan pembacaan tingkat kekeruhan, kualitas air, nilai pH, dan kandungan amonia ke perangkat penerima. Jika perangkat yang menerima data tidak menunjukkan nilai, pengontrol akan mengirimkannya kembali ke sistem pembacaan sensor (ESP32) untuk diproses ulang [27].
- Selanjutnya apabila semua program berjalan sesuai, maka ketika indikator nilai kualitas air telah melewati batas standar maka sistem kontrol otomatis akan mulai memproses dan mengoperasikan pompa untuk mendorong air keluar dari bagian tambak udang menuju ke bagian filter. Saat kekeruhan air sudah terfilter selanjutnya air akan masuk kembali pada tambak udang.

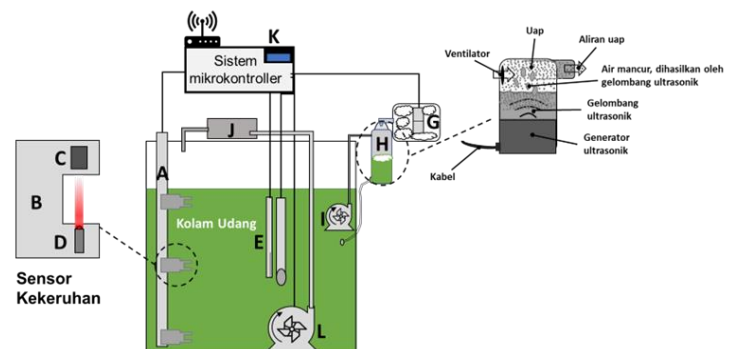
Prosedur Penelitian

Pada penelitian sistem terintegrasi ini terdapat prosedur yang dilakukan yaitu:



Gambar 1. Diagram alir desain alat.

Pada penelitian sistem teritegrasi ini perancangan skematik yang digunakan adalah seperti **Gambar 2** berikut:



Gambar 2. Skema desain sistem monitoring dan kontrol.

Original Article

Keterangan :

- A. Sensor *turbidity* (kekeruhan)
- B. Bagian sensor *turbidity*
- C. Sumber cahaya
- D. Sensor *photodiode*
- E. Sensor TDS meter
- F. Sensor pH meter
- G. Sensor amonia
- H. *Nebulizer*
- I. Pompa air (menuju *nebulizer*)
- J. Filter air
- K. LCD (*Liquid Crystal Display*)
- L. Pompa air utama

Hasil dan Diskusi

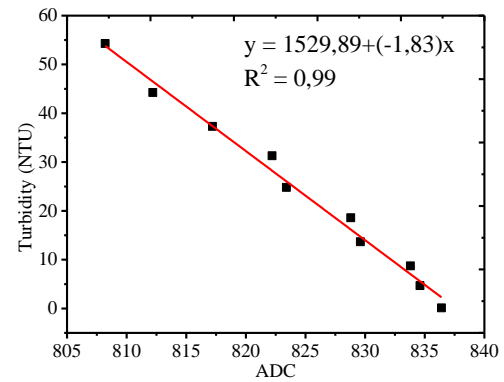
Pengujian Sensor

Pengujian sensor ini, bertujuan untuk mengetahui seberapa baik alat dapat bekerja dan menghasilkan nilai yang semestinya. Pengujian dilakukan dengan cara, melakukan kalibrasi pada setiap masing-masing sensor *turbidity*, sensor TDS, sensor pH dan sensor amonia [28].

Pengujian Sensor *Turbidity*

Pengujian dilakukan dengan cara mengubah baris *coding* program pada ketiga sensor *turbidity* sampai dapat membaca nilai keluaran yang dihasilkan dari 10 variasi larutan dari tepung dan 500mL air yang digunakan yaitu Larutan 1 (0 mg, 500 mL), Larutan 2 (50 mg, 500 mL), Larutan 3 (100 mg, 500 mL), Larutan 4 (150 mg, 500 mL), Larutan 5 (200 mg, 500 mL), Larutan 6 (250 mg, 500 mL), Larutan 7 (300 mg, 500 mL), Larutan 8 (350 mg, 500 mL), Larutan 9 (400 mg, 500 mL) dan Larutan 10 (450 mg, 500 mL), kemudian akan dibandingkan dengan nilai yang dibaca oleh *turbidity* meter velp TB1.

Sebelum melakukan kalibrasi, langkah pertama yang harus dilakukan adalah merubah bentuk keluaran tegangan pada sensor, yaitu nilai ADC (*Analog to Digital Converter*) yang diterima oleh sensor lalu dibandingkan dengan *turbidity* meter velp TB1 sebagai instrumen pengukur [29].



Gambar 3. Grafik hubungan nilai *Turbidity* Meter dengan nilai ADC sensor *turbidity*.

Terlihat dari **Gambar 3.** grafik hubungan nilai ADC sensor *turbidity* dengan nilai *turbidity* meter velp TB1, menampilkan persamaan $y = 1529,89 + (-1,83)x$ serta koefisien korelasi linear antara kedua variabel tersebut adalah $R^2 = 0,99$. Fungsi transfer tersebut kemudian ditambahkan kedalam *source code* dengan mensubstitusikan nilai y = kekeruhan (NTU) dan x = ADC dari sensor *turbidity*, sehingga nilai kekeruhan (NTU) dapat diukur dari sensor *turbidity* yang digunakan.

Langkah selanjutnya dalam melakukan kalibrasi adalah melakukan perbandingan pengukuran kekeruhan menggunakan sensor *turbidity* dengan *turbidity* meter velp TB1. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan 5 variasi larutan (**Tabel 1**) yang dibuat dari tepung terigu dilarutkan ke dalam air.

Tabel 1. Pembuatan larutan untuk pengujian nilai kekeruhan.

Variasi Larutan Acak	Tepung terigu (mg)	Air (mL)	Konsentrasi (ppm)
Larutan 1	500	500	1000
Larutan 2	550	500	1100
Larutan 3	600	500	1200
Larutan 4	650	500	1300
Larutan 5	700	500	1400

Berikut adalah hasil pengukuran kekeruhan dengan 5 variasi larutan menggunakan sensor *turbidity* dan *turbidity* meter velp TB1.

Tabel 2. Nilai pengujian sensor *turbidity*.

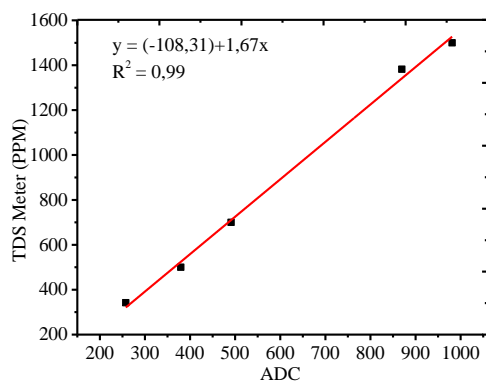
Variasi Larutan Acak	Sensor Kekeruhan (NTU)	<i>Turbidity</i> Meter (NTU)	Persentase Kesalahan (%)
Larutan 1	60.41	60.4	0.02
Larutan 2	70.33	70.3	0.04
Larutan 3	80.01	80.01	0
Larutan 4	113.01	113	0.01
Larutan 5	187	187	0
Rata-rata kesalahan (%)			0.01

Pada **Tabel 2.** menunjukkan nilai dari pengukuran sensor *turbidity* dengan *turbidity* meter velp TB1 serta nilai persentase kesalahan atau *error*. Nilai rata-rata *error* dari pengukuran sensor adalah 0,01 %, hal ini membuktikan bahwa hasil pengukuran sensor *turbidity* yang digunakan dapat bekerja dengan baik dan nilai pembacaan sensor sesuai dengan alat ukur *turbidity* meter.

Pengujian Sensor TDS

Pengujian dilakukan dengan melakukan kalibrasi sensor TDS dengan membandingkan dengan alat ukur konvensional yaitu TDS meter dan menggunakan cairan kalibrasi yang bernilai 342 ppm, 500 ppm, 700 ppm, 1382 ppm dan 1500 ppm

Berikut dapat dilihat grafik perbandingan nilai TDS dari hasil pembacaan ADC dari sensor TDS dengan TDS meter terhadap 5 variasi cairan kalibrasi:

**Gambar 4.** Grafik perbandingan TDS meter dengan ADC dari sensor TDS pada larutan kalibrasi.

Dapat dilihat pada **Gambar 4**, grafik hubungan nilai ADC sensor TDS dengan nilai pembacaan alat TDS meter menampilkan fungsi transfer $y = (-108,31) + 1,67x$ serta

koefisien korelasi linear antara kedua variabel tersebut adalah $R^2 = 0,99$ hal ini menunjukkan nilai korelasi yang sangat kuat.

Selanjutnya dilakukan pengujian tambahan menggunakan air tambak pada variasi 5 air tambak yang diambil dari tambak tempat pengambilan data langsung.

Tabel 3 menunjukkan hasil pengukuran kandungan TDS dengan 5 variasi air tambak menggunakan sensor TDS dan TDS meter:

Tabel 3. Nilai TDS dalam 5 variasi air tambak udang.

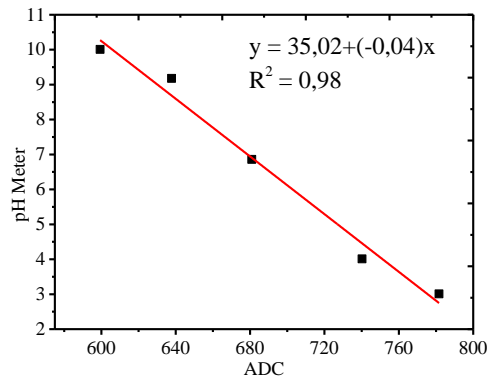
Variasi Air Tambak	Sensor TDS (ppm)	TDS Meter (ppm)	Persentase Kesalahan (%)
Tambak 1	156,03	156	0,02
Tambak 2	158,12	158	0,08
Tambak 3	159,10	159	0,06
Tambak 4	160,15	160	0,09
Tambak 5	162,00	162	0,00
Rata-rata kesalahan (%)			0,05

Berdasarkan **Tabel 3.** ditunjukkan bahwa hasil pengukuran sensor TDS yang digunakan dapat bekerja dengan baik dan nilai pembacaan sensor sesuai dengan alat ukur TDS meter [30]. Nilai rata-rata *error* dari pengukuran sensor adalah 0,05 %.

Pengujian Sensor pH

Pengujian dilakukan dengan mengkalibrasi sensor pH dengan membandingkan pembacaan sensor pH dengan alat pH Meter, menggunakan 3 variasi cairan yaitu, nilai pH 4,01, 6,86 dan 9,18 yang dibuat dari bubuk kalibrasi pH dicampur 250mL air/aquades. Selanjutnya untuk membuat nilai pH lebih kecil/asam campurkan larutan penurun pH sehingga didapat nilai pH cairan untuk kalibrasi yaitu 3,01 dan untuk membuat larutan dengan nilai pH lebih besar/basa maka campurkan larutan soda api sehingga akan didapat cairan kalibrasi dengan nilai pH 10,01.

Tabel 4 menunjukkan hasil pengukuran 5 variasi nilai pH menggunakan pH Meter dan ADC dari sensor pH.



Gambar 5. Grafik hubungan nilai pH Meter dengan ADC sensor pH.

Terlihat dari **Gambar 5.** grafik hubungan nilai ADC sensor pH dengan nilai pH meter menampilkan fungsi transfer $y = 35,02 + (-0,04)x$ serta koefisien korelasi linear antara kedua variabel tersebut adalah $R^2 = 0,98$. Langkah selanjutnya adalah melakukan perbandingan pengukuran pH menggunakan sensor pH dengan pH meter. Berikut adalah hasil pengukuran nilai pH dengan 5 variasi larutan acak menggunakan sensor pH dan pH meter:

Tabel 4. Nilai pengujian sensor pH.

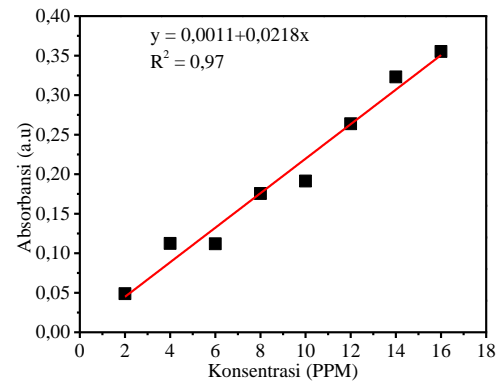
Variasi Larutan Acak	Sensor pH	pH Meter	Persentase Kesalahan (%)
Larutan 1	2,21	2,20	0,02
Larutan 2	4,56	4,51	0,04
Larutan 3	5,45	5,45	0,00
Larutan 4	7,51	7,50	0,01
Larutan 5	8,44	8,44	0,00
Rata-rata kesalahan (%)			0,01

Pada **Tabel 4.** menunjukkan nilai dari pengukuran sensor pH dengan pH meter serta nilai persentase kesalahan atau *error* [31]. Nilai rata-rata *error* dari pengukuran sensor adalah 0,01%.

Pengujian Sensor Amonia

Proses pengujian dilakukan dengan mengkalibrasi sensor menggunakan larutan dengan 8 variasi kandungan, yaitu 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, dan 16 ppm yang dibuat dari larutan amonia dengan konsentrasi berbeda ditetesi dengan KIT-NH₃. Kemudian larutan variasi ini diubah menjadi uap/gas menggunakan alat *Nebulizer*. Berikut merupakan tabel pembuatan larutan baku atau larutan uji:

Gambar 6 merupakan grafik analisis larutan baku atau larutan uji yang dibuat untuk kalibrasi sensor gas amonia:

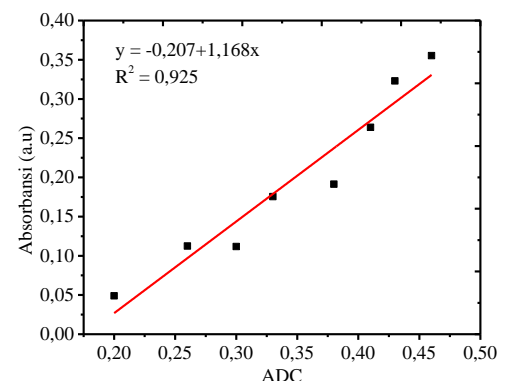


Gambar 6. Kurva baku larutan uji.

Sebelum melakukan kalibrasi, langkah pertama yang harus dilakukan adalah merubah bentuk keluaran tegangan pada sensor, yaitu nilai ADC (*Analog to Digital Converter*) yang diterima oleh sensor lalu dibandingkan dengan nilai larutan penguji (**Tabel 5**) [32].

Tabel 5. Nilai pengujian antara ADC sensor gas amonia dengan absorbansi larutan baku.

ADC sensor gas Amonia	Absorbansi (a.u)
0,02	0,04884
0,26	0,11245
0,30	0,11185
0,33	0,17552
0,38	0,19134
0,41	0,26384
0,43	0,32298
0,46	0,35531



Gambar 7. Grafik fungsi transfer sensor gas amonia.

Pada **Gambar 7** grafik hubungan nilai kandungan amonia larutan uji yang telah didapatkan nilai absorbansinya dari UV-VIS dengan nilai ADC dari sensor gas amonia menampilkan fungsi transfer $y = -0,203 + 1,168x$ serta koefisien korelasi linear antara kedua variabel tersebut adalah $R^2 = 0,925$. **Tabel 6** merupakan tabel pembuatan larutan amonia yang memiliki kandungan konsentrasi acak, yang akan digunakan untuk membandingkan nilai pengukuran antara konsentrasi amonia sebenarnya yang dianalisis oleh alat UV-VIS dengan sensor gas amonia.

Tabel 6. Perbandingan pembuatan larutan acak.

Variasi Larutan Acak		
Air (mL)	Amonia (mL)	Konsentrasi (ppm)
28	2	1,333
26	4	2,666
24	6	4,000
22	8	5,333
20	10	6,666

Tabel 7. menunjukkan nilai dari pengukuran larutan amonia acak dengan sensor gas amonia, konsentrasi hasil UV-VIS serta nilai persentase kesalahan atau *error* [33]. Nilai rata-rata *error* dari pengukuran sensor adalah 0,12%.

Tabel 7. Hasil pengukuran larutan amonia acak.

Variasi Larutan Acak (ppm)	Sensor Gas Amonia (ppm)	a (ppm)	b (%)	c (%)
1,333	1,33	1,33	0,00	0,00
2,666	2,66	2,67	0,23	0,00
4,000	4,01	4,00	0,25	0,25
5,333	5,33	5,33	0,00	0,00
6,666	6,66	6,67	0,10	0,00
Rata-rata kesalahan (%)			0,12	0,05

Keterangan:

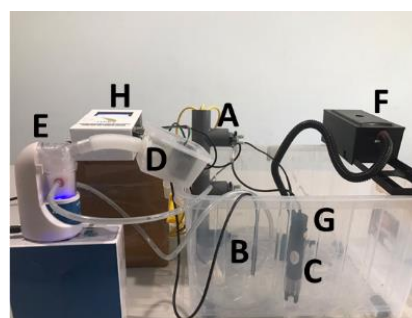
a = Konsentrasi hasil UV-Vis

b = Persentase kesalahan terhadap UV-Vis

c = Persentase kesalahan terhadap konsentrasi larutan

Pengujian Sistem

Pada penelitian ini, dilakukan perancangan sebuah sistem monitoring dan kontrol kualitas air tambak udang berbasis IoT. Hasil dari perancangan alat monitoring dan kontrol kualitas air tambak udang dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Alat monitoring dan kontrol yang terintegrasi.

Keterangan :

- A. Sensor *turbidity* (kekeruhan)
- B. Sensor TDS meter
- C. Sensor pH meter
- D. Sensor amonia
- E. *Nebulizer*
- F. Filter air
- G. Pompa air utama
- H. LCD (*Liquid Crystal Display*)

Pengujian pada Telegram

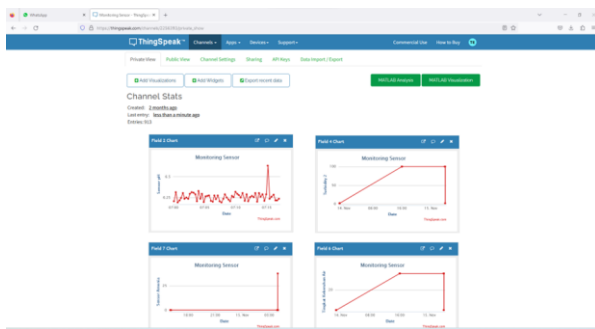
Pengujian pengiriman data sensor ke *telegram* ini difungsikan untuk mengetahui apakah data sensor yang ada pada ESP32 dapat mengirimkan pembacaan sensor ke dalam *telegram*. Hasil parsing data akan diolah dengan mengirimkan pesan *"/readings"* dan untuk mengontrol kualitas air tambak dengan menyalakan pompa agar air masuk ke filter dan air kembali kedalam tambak pesan yang dikirimkan adalah *"/relay_ON"* dan *"/relay_OFF"* pada *bot telegram* maka pembacaan sensor *turbidity*, TDS, pH dan sensor gas amonia dapat terkirim melalui *Telegram* (**Gambar 9**).



Gambar 9. Tampilan pada *bot telegram*.

Pengujian pada *Thingspeak*

Pengujian pengiriman data dilakukan melalui parsing data dengan mengambil informasi pembacaan sensor *turbidity*, TDS, pH dan sensor gas amonia kemudian mengirimkannya ke *platform thingspeak*. Hasil pengiriman data akan ditampilkan dalam bentuk grafik dan data akan tersimpan yang kemudian bisa diunduh dalam bentuk file csv. **Gambar 10** merupakan tampilan pengiriman data *thingspeak*.



Gambar 10. Tampilan *thingspeak*.

Data hasil pengujian pada setiap percobaan dapat dilihat pada **Tabel 10**.

Tabel 10. Hasil pengiriman data sensor ke *thingspeak*.

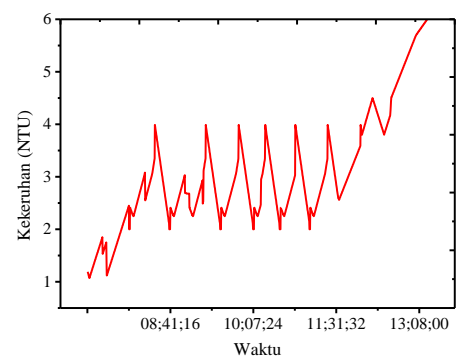
No	Kekeruhan (NTU)	TDS (ppm)	pH	Amonia (ppm)	Pesan Telegram	Waktu Delay (s)
1	2	0	7.5	0	Diterima	7.3
2	2	0	7.57	0	Diterima	8.01
3	2	0	7.57	0	Diterima	7.64
4	2	0	7.57	0	Diterima	7.14
5	2	0	7.57	0	Diterima	7.43
Rata-rata						7.5

Data Hasil Penelitian

Pada proses observasi data menggunakan sistem berbasis IoT yang ditampilkan pada web *thingspeak* dan *bot telegram*, dilakukan pengukuran tingkat kualitas air tambak udang yang berada di Desa Suak, Kecamatan Sidomulyo, Lampung Selatan dengan menggunakan tiga sensor *turbidity*, sensor TDS meter, sensor pH dan sensor amonia. Pengambilan data dilakukan secara langsung pada tambak atau kolam udang buatan berbentuk bulat dengan diameter kurang lebih 4 meter dan tinggi air tambak sekitar 0,8 meter, yang diberi perlakuan sama dengan tambak udang utama, dilakukan selama 6 jam yaitu pada tanggal 3 Desember 2023 dimulai dari pukul 07.15 sampai dengan 13.15 WIB.

Pengambilan Data Sensor *Turbidity*

Pengambilan data kekeruhan air dilakukan secara langsung dengan metode pengambilan data sensor *turbidity* yaitu, tiga sensor *turbidity* dimasukkan ke dalam kolam dengan penempatan posisi didasar kolam, tengah dan dekat permukaan air kolam, dari pembacaan tiga sensor diambil data rata-rata.



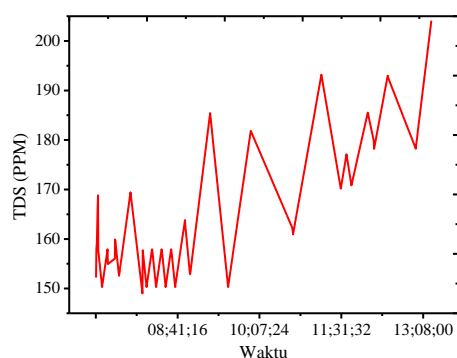
Gambar 11. Grafik pengukuran kekeruhan air tambak udang.

Pada pengukuran langsung didapatkan nilai kekeruhan selama pengukuran masih dalam batas aman untuk kehidupan udang dan belum mencapai ambang batas kekeruhan air yang berbahaya bagi udang. Pada saat

pukul 12.00 WIB terjadi pemadaman listrik disekitar tambak dan mengakibatkan aerator yang ada pada tambak mati, yang kemudian membuat nilai kekeruhan (NTU) naik secara signifikan sampai dengan nilai kekeruhan tertinggi yaitu 5,99 NTU (**Gambar 11**), nilai ambang batas dari tingkat kekeruhan air <5NTU, sehingga hal tersebut dapat menjalankan sistem kontrol yang sudah dibuat yaitu menyalakan pompa air untuk menyaring air pada filter.

Pengambilan Data Sensor TDS

Metode pengambilan data sensor TDS yaitu, sensor TDS dimasukkan ke dalam kolam dengan penempatan posisi sensor minimal 5 cm didalam air kolam.

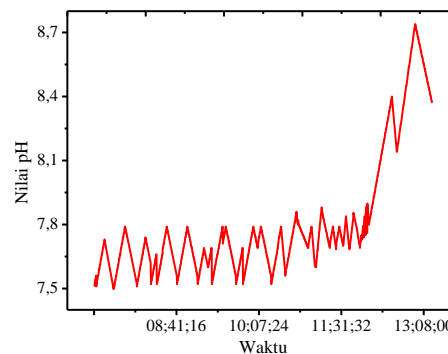


Gambar 12. Grafik pengukuran TDS dalam air tambak udang.

Pada pengukuran langsung didapatkan nilai TDS selama pengukuran masih dalam batas aman untuk kehidupan udang dan belum mencapai ambang batas kandungan TDS dalam air yang berbahaya bagi udang, kemudian pada saat sekitar pukul 12.00 WIB terjadi pemadaman listrik disekitar tambak dan mengakibatkan aerator yang ada pada tambak mati, yang kemudian membuat nilai TDS (ppm) naik secara signifikan sampai dengan nilai TDS tertinggi yaitu 204,12 ppm (**Gambar 12**), nilai ambang batas dari nilai TDS (ppm) dalam air adalah 200 ppm, sehingga hal tersebut dapat menjalankan sistem kontrol yang sudah dibuat yaitu menyalakan pompa air untuk menyaring air pada filter.

Pengambilan Data Sensor pH

Metode pengambilan data sensor pH yaitu, sensor pH dimasukkan ke dalam kolam dengan penempatan posisi didekat permukaan air kolam.

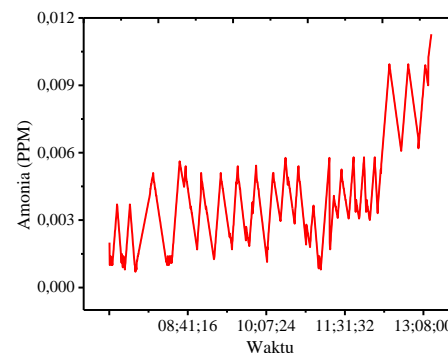


Gambar 13. Grafik pengukuran pH air tambak udang.

Pada pengukuran langsung didapatkan nilai pH selama pengukuran masih dalam batas aman untuk kehidupan udang dan belum mencapai ambang batas kandungan pH dalam air yang berbahaya bagi udang, kemudian pada saat sekitar pukul 12.00 WIB terjadi pemadaman listrik disekitar tambak dan mengakibatkan aerator yang ada pada tambak mati, yang kemudian membuat nilai pH naik secara signifikan sampai dengan nilai pH tertinggi yaitu 8,74 (**Gambar 13**), yang dimana nilai ambang batas dari nilai pH dalam air adalah 7,5-8,5, sehingga hal tersebut dapat menjalankan sistem kontrol yang sudah dibuat yaitu menyalakan pompa air untuk menyaring air pada filter.

Pengambilan Data Sensor Gas Amonia

Metode pengambilan data sensor gas amonia yaitu, sensor gas amonia ditempatkan diatas permukaan air kolam kemudian disambungkan pada *nebulizer* yang sudah dimodifikasi untuk mengubah air tambak menjadi uap dengan memasukkan air tambak kedalam *nebulizer* menggunakan pompa air kecil dan dipasang selang kecil tambahan untuk pembuangan air yang berlebih dikembalikan masuk kedalam kolam.



Gambar 14. Grafik pengukuran amonia dalam air tambak udang.

Pada pengukuran langsung didapatkan nilai kandungan amonia selama pengukuran masih dalam batas aman

untuk kehidupan udang dan belum mencapai ambang batas kandungan amonia dalam air yang berbahaya bagi udang, kemudian pada saat sekitar pukul 12.00 WIB terjadi pemadaman listrik disekitar mengakibatkan aerator yang ada pada tambak mati, yang kemudian membuat nilai kandungan amoni dalam air tambak naik secara signifikan sampai dengan nilai kandungan amonia tertinggi yaitu 0,0113 ppm (**Gambar 14**), nilai ambang batas dari nilai kandungan amonia dalam air adalah 0,01 ppm, sehingga hal tersebut dapat menjalankan sistem kontrol yang sudah dibuat yaitu menyalakan pompa air untuk menyaring air pada filter.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian pembuatan alat pengembangan sistem terintegrasi berbasis IoT (*internet of things*) untuk monitoring dan kontrol kualitas air pada budidaya tambak udang daratan yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan bahwa alat ini dapat digunakan dengan baik dan dapat menampilkan data parameter kualitas air dengan benar pada LCD, *thingspeak* dan *bot telegram*. Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, telah didapatkan persentase kesalahan sebesar 0,01% untuk sensor *turbidity*, kemudian 0,05% untuk sensor TDS, 0,01% untuk sensor pH dan untuk sensor gas amonia memiliki persentase kesalahan sebesar 0,12%. Berdasarkan hasil pengambilan data langsung pada tambak udang didapatkan nilai rata-rata kekeruhan air yaitu 3,06 NTU, nilai terendah 1,07 NTU dan nilai tertinggi 5,99 NTU, untuk nilai rata-rata kandungan TDS dalam air yaitu 170,98 ppm, 150,00 ppm adalah nilai terendah dan 204,12 ppm adalah nilai tertinggi, untuk nilai rata-rata kandungan pH dalam air tambak yaitu pH 7,80 dan nilai terendah 7,50 dan nilai tertinggi 8,74, dan untuk nilai rata-rata kandungan amonia dalam air yaitu 0.004 ppm, 0,0007 ppm adalah nilai terendah dan 0,0113 adalah nilai kandungan amonia tertinggi. Berdasarkan hasil pengujian dan hasil pengambilan data langsung pada tambak udang yang telah dilakukan, maka dapat diketahui bahwa alat ini dapat mengontrol kualitas air dengan cara menghidupkan pompa air untuk menyaring air pada filter apabila ambang batas dari setiap parameter yang diukur melebihi dari ketentuan, dan alat ini juga dapat mengontrol pompa air ON/OFF menggunakan perintah pada *bot telegram*.

Konflik Kepentingan

Tidak ada konflik kepentingan dalam penelitian ini.

Ucapan Terima Kasih

Para penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada DRTPM Kemdikbudristek melalui Hibah Penelitian Tesis Magister dengan nomor kontrak 113/ES/PG.02.00.PL /2023 atas pendanaan yang telah diberikan.

Daftar Pustaka

- [1] Kementerian Kelautan dan Perikanan, "Nelayan/Pembudidaya Ikan Menurut Jenis Nelayan/Pembudidaya Ikan, Jenis Kegiatan, Tahun dan Provinsi," https://statistik.kkp.go.id/home.php?m=nelayan_kabupaten_tangkap&level=kabupaten_tangkap, 2022.
- [2] Kementerian Kelautan dan Perikanan, "Luas Lahan Budidaya / Provinsi," <https://statistik.kkp.go.id/home.php?m=luaslahan&i=7#panel-footer>, 2018.
- [3] Kementerian Kelautan dan Perikanan, "Nilai Ekspor Perikanan Indonesia," <https://kkp.go.id/djpdspkp/artikel/47840-ekspor-perikanan-tumbuh-10-66-di-2022#:~:text=Adapun%20komoditas%20utama%20ekspor%20Indonesia,Kepiting%20sebesar%20USD450%2C55%20juta,2022>.
- [4] Kementerian Kelautan dan Perikanan, "Produksi Udang di Indonesia," <https://dataindonesia.id/sektor-riil/detail/produksi-udang-indonesia-capai-121-juta-ton-pada-2021,2021>.
- [5] Nuhman, "Pengaruh Prosentase Pemberian Pakan Terhadap Kelangsungan Hidup dan Laju Pertumbuhan Udang Vanamei (*Litopenaeus vannamei*)," *Journal Ilm. Perikan. dan Kelaut.*, 2009, 193.
- [6] Farionita I. M. et al., "Analisis Komparatif Usaha Budidaya Udang Vaname Tambak Tradisional Dengan Tambak Intensif Di Kabupaten Situbondo," *Journal Ekonomi Pertanian dan Agribisnis*, vol. 2, 255–266, 2018.
- [7] Supono, "Analisis keragaan lele dumbo (*Clarias gariepinus*) yang dipelihara pada skala intensif dengan sistem zero water exchange," *Seminar Nasional dan Rapat Tahunan Dekan bidang Ilmu-Ilmu Pertanian BKSPTN Wilayah Barat*, 2010, 1126–1129.
- [8] Agus M., "Analisis Carrying Capacity Tambak pada Sentra Budidaya Kepiting Bakau (*scylle sp*) di Kabupaten Pemalang - Jawa Tengah," *Universitas Diponegoro*, 2008.
- [9] Prihatman K., "Budidaya Udang Windu (*Palaemonidae/ Penaeidae*)," *Indonesia*, 2000.
- [10] Singh Monika, Kishor Brij, "A Review on Removal of Turbidity and TDS from Water by Using Natural Coagulants, India. *International Research Journal of Modernization in Engineering Technology and Science*, vol. 02, 2582–5208, 2020.
- [11] Supriatna, Mahmudi, M., Musa, M., & Kusriani, "Hubungan pH dengan Parameter Kualitas Air pada Tambak Intensif Udang

- Vannamei (*Litopenaeus vannamei*)," Journal of Fisheries and Marine Research, 2020, 368-374.
- [12] Pemerintah Provinsi Bangka Belitung, "Berdasarkan peraturan Gubernur Kepulauan Bangka Belitung tentang pedoman pengendalian pencemaran air permukaan bagi usaha tambak udang," <https://jdih.babelprov.go.id/sites/default/files/produk-hukum/NO%2034%20TAHUN%202019.pdf>, 2019.
- [13] Wirman R. P., Wardhan I., Isnaini V. A., "Kajian Tingkat Akurasi Sensor pada Rancang Bangun Alat Ukur Total Dissolved Solids (TDS) dan Tingkat Kekeruhan Air," <https://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/jf/index>, Jurnal fisika, vol. 02, 2684-978X, 2019.
- [14] Melangi S., Asri M., Hulukati Stephan A., "Sistem Monitoring Informasi Kualitas dan Kekeruhan Air Tambak Berbasis Internet of Things," Jambura Journal of Electrical and Electronics Engineering, vol. 4, 2715-0887, 2022.
- [15] Wiranto G., Rahajoeningroem T., Fernanda A. F., "Sistem Monitoring Kualitas Air Menggunakan Sensor Turbidity Metode Nephelometri Berbasis Raspberry Pi 3," Telekomtran J. Ilm. Telekomun, vol. 8, 23-29, 2020.
- [16] Pauzi G. A., Syafira M. A., Surtoto A., Supriyanto A., "Aplikasi IoT Sistem Monitoring Kualitas Air Tambak Udang Menggunakan Aplikasi Blynk Berbasis Arduino Uno," Journal Teor. dan Apl. Fis., vol. 05, 1-8, 2017.
- [17] Zainuddin Z., Azis A., Idris R., "Sistem Monitoring Kualitas Air Pada Budidaya Udang Vannamae Berbasis Wireless Sensor Network Di Dusun Taipa Kecamatan Mappakasunggu Kabupaten Takalar," Journal Techno Entrep. Acta, vol. 1, 1-6, 2015.
- [18] Rikanto T., "Sistem Monitoring Kualitas Kekeruhan Air Berbasis Internet Of Thing," Journal Fasikom, vol. 11, 87-90, 2021.
- [19] Talanta D. E., "Rancang Bangun Kontrol Kadar Amonia dan pH Air Berbasis Arduino pada Budidaya Ikan," <https://journal.unesa.ac.id/index.php/jo>, vol. 17, 2685-7863, 2021.
- [20] Barbon G. et al., "Taking Arduino to the Internet of Things: The ASIP programming model," Computer Communications, 89-90, 128-140, 2016.
- [21] Miry A. H., Aramice G. A., "Water monitoring and analytic based ThingSpeak," International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE), vol. 10, 2088-8708, 2020.
- [22] Data Sheet (2022): Modul ESP32 [https://wiki.dfrobot.com/FireBeetle_ESP32_IOT_Microcontroller\(V3.0\)_Supports_Wi-Fi_&Bluetooth_SKU_DFR0478](https://wiki.dfrobot.com/FireBeetle_ESP32_IOT_Microcontroller(V3.0)_Supports_Wi-Fi_&Bluetooth_SKU_DFR0478), 2022.
- [23] Data Sheet (2022): Gravity: Turbidity sensor. https://wiki.dfrobot.com/Turbidity_sensor_SKU_SEN0189, 2022.
- [24] Pemerintah Republik Indonesia, "Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia tentang pedoman umum pembesaran udang windu (*Penaeus Monodon*) dan udang vaname (*Litopenaeus Vannamei*)," 75, 2016.
- [25] Data Sheet, "Gravity: Analog pH Sensor Meter," https://wiki.dfrobot.com/Gravity__Analog_pH_Sensor_Meter_Kit_V2_SKU_SEN0161-V2, 2022.
- [26] Data Sheet, "Gravity: MEMS Gas Sensor," https://wiki.dfrobot.com/_SKU_SEN0377_Gravity__MEMS_Gas_Sensor_CO_Alcohol_NO2__NH3__I2C__MiCS_4514, 2022.
- [27] Nugroho M.A., Rivai M., "Sistem Kontrol dan Monitoring Kadar Amonia untuk Budidaya Ikan yang Diimplementasi pada Raspberry Pi 3B," Jurnal Teknik ITS, vol. 7.2, 2337-3539, 2018.
- [28] Reforma B., Ma'arif A., Sunardi, "Alat Pengukur Kualitas Air Bersih Berdasarkan Tingkat Kekeruhan dan Jumlah Padatan Terlarut," Jurnal Teknologi Elektro, vol. 13.02, 66-73, 2022.
- [29] Rohsyiah E., Murti S., Megantoro P., "Analisa Sistem Instrumentasi Digital Signal Processing Analog To Digital Converter (ADC)," Metrologi dan Instrumentasi Sekolah Vokasi, Universitas Gadjah Mada, 2022.
- [30] Tisna D.R., Putra B., Maharani T., Hasnira, "Metode Peningkatan Akurasi pada Sensor TDS Berbasis Arduino untuk Nutrisi Air Menggunakan Regresi Linier," Jurnal Integrasi, vol. 14.01, 61-68, 2022.
- [31] Ningsih A., Sulistiono, Sulthoniyah S., "Praktik Kerja Lapang Manajemen Kualitas Air Pada Budidaya Udang Vanamei (*Litopenaeus Vannamei*) Di PT. Surya Windu Kartika Desa Bomo Kecamatan Rogojampi Kabupaten Banyuwangi," Jurnal Ilmu Perikanan dan Kelautan, vol. 3.1, 15-25, 2021.
- [32] Al Mahdali, "Optimalisasi Kalibrasi Sistem Pemantauan Emisi dengan Menggunakan Sensor Gas, Indonesia. e-Prosiding Seminar Nasional Teknologi Industri," vol. VIII, 978-602-60451-8-8, 2021.
- [33] Pendriadi, Meliala S., Muthalib M.A., Bintoro A., "Studi Kadar Gas Amonia Menggunakan Sensor Amonia MQ135 Menggunakan Spreadsheet Berbasis Internet of Thing (IoT)," JURNAL ILMIAH TEKNIK ELEKTRO, vo. 25.02, 2407-6422, 2023.