

Perancangan Sistem Kontrol dan Monitoring Kualitas Air dan Suhu Air Pada Kolam Budidaya Ikan

Rozeff Pramana

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Maritim Raja Ali Haji
Jl. Politeknik Senggarang, Tanjungpinang 29100
rozeff@umrah.ac.id

Abstract—The quality and the temperature of pond water is an important parameter that need to get attention in fish cultivation. Every type of fish has their own characteristic towards water condition and pond temperature. The monitoring of water quality in cultivation pond is done manually and it takes a lot of time. The purpose of this research is to design web-based control system device and monitoring the quality of the water of fish cultivation pond including salinity, temperature and the hardness in real time using special application. This device design consists of salinity sensor, hardness sensor, and temperature sensor. Temperature can be controlled and monitored automatically on the application via computer/laptop. The result of this research is temperature drop by 0,1 °C on a 10 liters pond that takes 18 seconds, and to decrease the temperature of 1 °C takes 180 seconds (3 minutes). To raise the temperature of 0,1 °C takes 264 seconds or 4,4 minutes, and to raise the temperature of 1 °C takes 2640 seconds or 44 minutes. The percentage of error for sensor reading is ranged 2,4% - 3,9%.

Keywords—water quality, cultivation, automatic control, monitoring, sensor, *Arduino*, *web*.

Intisari— Kualitas dan suhu air kolam merupakan parameter penting yang perlu mendapat perhatian dalam budidaya ikan. Setiap jenis ikan memiliki karakteristik berbeda terhadap kondisi air dan temperatur kolam. Pemantauan kualitas air pada kolam budidaya banyak dilakukan secara manual dan memerlukan waktu yang lama. Tujuan penelitian ini merancang perangkat sistem kontrol dan monitoring kualitas air pada kolam budidaya ikan berbasis *Web* yang meliputi salinitas, suhu dan kesadahan secara *real time* menggunakan aplikasi khusus. Perangkat rancangan ini terdiri dari sensor salinitas, sensor kesadahan dan sensor suhu. Suhu dapat dikontrol dan dimonitoring secara otomatis pada aplikasi melalui komputer/laptop. Hasil penelitian ini penurunan suhu sebesar 0,1°C pada kolam berkapasitas 10 liter membutuhkan waktu 18 detik, dan untuk menurunkan suhu sebesar 1°C membutuhkan waktu 180 detik (3 menit). Untuk menaikkan suhu 0,1°C dibutuhkan waktu 264 detik atau 4,4 menit, dan untuk menaikkan suhu sebesar 1°C dibutuhkan waktu 2640 detik atau 44 menit. Persentase *error* dari pembacaan sensor berkisar 2,4% - 3,9%.

Kata kunci— kualitas air, budidaya, kontrol otomatis, monitoring, sensor, *Arduino*, *web*.

I. PENDAHULUAN

Indonesia adalah negara maritim yang terdiri dari beribu pulau dengan luas terbentang sepanjang 3977 mil antara samudra Hindia dan samudara Pasifik, dari luas tersebut 75% adalah

lautan dan 25% daratan [1]. Dengan kondisi geografis tersebut, sektor perikanan menjadi salah satu sektor potensial guna menunjang perekonomian Indonesia. Permintaan yang cukup tinggi oleh negara-negara tetangga seperti Malaysia, Singapura, Jepang dan China untuk

berbagai jenis ikan konsumsi selayaknya menjadi peluang besar bagi nelayan Indonesia dan industri perikanan untuk memenuhi permintaan pasar tersebut.

Departemen Populasi Divisi Urusan Sosial dan Ekonomi PBB memperkirakan bahwa populasi penduduk dunia saat ini mencapai hampir 7,6 miliar. Laju pertumbuhan penduduk tersebut menuntut peningkatan konsumsi ikan.

Peluang pengembangan usaha perikanan Indonesia memiliki prospek yang sangat tinggi. Potensi ekonomi sumber daya kelautan dan perikanan yang dapat dimanfaatkan untuk mendorong pertumbuhan ekonomi diperkirakan mencapai USD 82 miliar per tahun. Potensi sumber daya ikan laut Indonesia sebesar 6,5 juta ton per tahun tersebar di berbagai perairan wilayah Indonesia dan perairan Zona Ekonomi Eksklusif Indonesia (ZEEI) yang terbagi dalam sembilan wilayah perairan utama Indonesia. Volume dan nilai produksi untuk setiap komoditas unggulan perikanan budidaya dari tahun 2010-2014 mengalami kenaikan, terdiri dari: (1) Udang mengalami kenaikan rata-rata per tahun sebesar 14,03%; (2) Kerapu mengalami kenaikan rata-rata per tahun sebesar 9,61%; (3) Bandeng mengalami kenaikan rata-rata per tahun sebesar 10,45%; (4) Patin mengalami kenaikan rata-rata per tahun sebesar 30,73%; (5) Nila mengalami kenaikan rata-rata per tahun sebesar 19,03%; (6) Ikan Mas mengalami kenaikan rata-rata per tahun sebesar 14,44%; (7) Lele mengalami kenaikan rata-rata per tahun sebesar 26,43%; (8) Gurame mengalami kenaikan rata-rata per tahun sebesar 17,70%; dan (9) Rumput Laut mengalami kenaikan rata-rata per tahun sebesar 27,72%. (David Setia Maradong, 2016) [2].

Pembudidayaan ikan berorientasi pada kelestarian lingkungan merupakan hal yang perlu mendapat perhatian. Ikan akan hidup dan berkembang biak dengan baik bila syarat-syarat lingkungan yang disediakan sesuai dengan kondisi hidupnya bisa terpenuhi atau mendekati habitat aslinya. Kualitas air merupakan salah satu parameter utama dalam budidaya ikan.

Kualitas air dapat dilihat dari besaran kimia maupun besaran fisik. Besaran kimia tersebut meliputi kadar pH, salinitas, kesadahan dan kandungan senyawa kimia. Sifat-sifat kimia air berhubungan dengan pembawa zat-zat hara yang diperlukan bagi pembentukan bahan-bahan organik bagi tumbuhan. Karakteristik fisik meliputi bahan padat keseluruhan yang terapung maupun yang terlarut, kekeruhan, warna, bau, rasa, dan temperatur (suhu) air. Sifat-sifat fisik air berhubungan dengan medium tempat hidup tumbuh-tumbuhan dan hewan [3]. Pemantauan kualitas air pada kolam budidaya ikan saat ini masih banyak dilakukan dengan cara manual dengan langsung mengukur kualitas air ke kolam budidaya, hal ini tentunya tidak efektif dan memerlukan waktu yang lama serta tidak efisien.

Temperatur pada air kolam budidaya juga berpengaruh terhadap organisme yang ada dalam kolam tersebut. Diantaranya mempengaruhi tingkat *viskositas* air, distribusi mineral dalam air, konsentrasi oksigen terlarut, dan kadar oksigen. (Armanto, dkk. 2013) [4]. Peningkatan dan penurunan suhu air kolam budidaya yang tidak sesuai dengan kondisi ikan akan menyebabkan ikan mengalami kesulitan melakukan proses mobilisasi energi dan mengakibatkan kematian dalam waktu singkat.

Pentingnya pemantauan secara kontinyu kualitas air dan suhu air pada keberhasilan budidaya perikanan, maka perlu dirancang suatu perangkat sistem kontrol dan monitoring kualitas air dan suhu air pada kolam budidaya ikan, yang dapat dikontrol secara otomatis dan dimonitoring dari jauh. Parameter kualitas air yang dikontrol pada penelitian ini terdiri atas salinitas, kadar zat kapur (kesadahan) dan suhu.

II. KAJIAN LITERATUR

Kajian terdahulu terkait judul penelitian ini sebelumnya pernah dilakukan oleh Mahfudz, S. dan Rahardjo, P.M., (2008) [5], dengan judul pengukur Suhu dan pH Tambak Air Terintegrasi dengan Data Logger. Penelitian tersebut merancang perangkat pengukur tingkat keasaman (pH) dan suhu air pada tambak.

Perangkat ditempatkan dilapangan untuk pengawasan secara terus menerus.

Penelitian selanjutnya [6], dengan judul *Water Quality Monitoring System Using Wireless Sensor Network*. Tujuan penelitian tersebut adalah memonitoring lingkungan dalam hal pengawasan kualitas air dengan berbagai parameternya seperti suhu, derajat keasaman, dan kandungan oksigen.

Penelitian berikutnya [7], dengan judul *The Application of Internet of Things System for Water Quality Monitoring*. Penelitian ini mendesain dan membangun telemetri untuk keasaman (pH) dan konduktivitas. Piranti yang digunakan adalah sensor pH dan konduktivitas, RTC (Real Time Clock), data logger, dan XBee PRO sebagai media komunikasi nirkabel. Berdasarkan hasil pengujian disimpulkan bahwa pada kondisi LOS XBee PRO mampu mentransmisikan data sejauh 500 m. Sensor keasaman (pH) mampu menjangkau pH 1 sampai dengan 14, serta memiliki akurasi 100% dengan kertas lakmus sebagai pembanding. Sensor konduktivitas dengan menggunakan elektroda 2 kutub memiliki akurasi sebesar 94,483%. Penelitian ini menggunakan satu node sehingga terbatas untuk pengaplikasiannya untuk jumlah sampel lebih dari satu.

Penelitian berjudul *Sistem Pemantauan Kadar pH, Suhu dan Warna pada Air Sungai Melalui Web Berbasis Wireless Sensor Network* [8]. Penelitian tersebut mengembangkan purwarupa sistem pemantauan kadar pH, suhu dan warna yang dapat dipantau melalui web. Hasil pengujian didapatkan bahwa pembacaan sensor dapat dibaca oleh seluruh node dan diterima oleh sink serta dapat ditampilkan melalui laman web yang telah dibangun.

Penelitian oleh Ghulam Imaduddin dan Andi Saprizal (2017) [9] yaitu otomatisasi monitoring dan pengaturan keasaman larutan dan suhu air kolam ikan pada pembenihan ikan lele. Penelitian ini membuat otomatisasi monitoring kadar pH dan suhu menggunakan *Electrode Eutech Instrument pH Meter Kit* sebagai sensor pH, LM35 sebagai sensor suhu serta pengontrolan ketinggian air menggunakan sensor ultrasound HCSR-04. Output pengukuran

pH dan suhu air ditampilkan pada layar LCD dan pada monitor dalam bentuk grafik sehingga memudahkan pembudidaya ikan lele memonitoring kondisi air kolam ikan.

Selanjutnya penelitian yang dilakukan [7] berjudul *sistem monitoring kualitas air pada kolam ikan berbasis wireless sensor network menggunakan komunikasi zigbee*. Penelitian tersebut merancang alat yang dapat mengontrol kualitas air kolam berbasis wireless sensor network. Berdasarkan hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa sensor keasaman (pH) mampu menjangkau pH nilai 1 sampai dengan 14, serta memiliki akurasi diatas 90 % dengan kertas pH meter sebagai pembanding. Sensor suhu juga memiliki akurasi diatas 90 %.

III. METODE PENELITIAN

A. Metode Pengumpulan Data.

1) Studi Literatur

Studi literature dilakukan dengan mempelajari kajian-kajian yang pernah dilakukan oleh peneliti sebelumnya dengan bersumber dari buku, jurnal-jurnal, prosiding yang relevan. Juga dipelajari tentang perangkat-perangkat utama terkait perancangan penelitian ini.

2) Observasi

Metode adalah dengan melakukan pengamatan langsung kelapangan untuk mendapatkan permasalahan yang sebenarnya dalam pembudidayaan ikan.

3) Perancangan perangkat

Metode ini diawali dengan merancang konsep dari gambaran permasalahan yang telah diperoleh dari observasi lapangan dan kemudian dilanjutkan dengan membuat perangkat sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai.

B. Perancangan Sistem

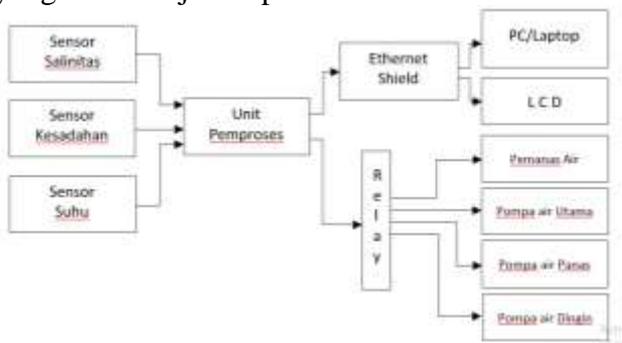
Perangkat yang dirancang pada penelitian ini dibagi atas empat bagian utama, yaitu bagian sensor, bagian pemproses, bagian pengirim data, dan bagian output. Perangkat ini juga terdapat 3 jenis kolam yang berbeda.

Bagian *input* terdiri dari sensor salinitas (kadar garam), sensor kesadahan (kadar zat

kapur) dan sensor suhu. Semua sensor tersebut ditempatkan/ dimasukkan pada kolam utama tempat pembudidayaan.

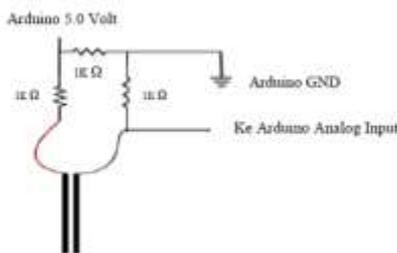
Bagian pemroses terdiri dari *Arduino Uno* yang akan mengatur fungsi kerja dari sistem sensor dan memberi perintah pada perangkat output. Bagian *Ethernet Shield* adalah perangkat yang berfungsi mengirimkan data dan terhubung dengan jaringan komputer. Sedangkan bagian *output* terdiri dari PC/Laptop dan LCD sebagai perangkat monitoring dan kontrol yang akan menampilkan hasil pengolahan data dari pembacaan sensor-sensor.

Pada bagian *output* ini juga terdapat 3 pompa air serta pemanas air yang akan beroperasi sesuai keadaan temperatur air yang telah ditentukan. Setiap pompa ditempatkan di 3 jenis kolam, yaitu kolam utama, kolam pendingin dan kolam pemanas. Khusus instrumen pemanas air ditempatkan pada kolam pemanas. Pemanas air yang digunakan adalah pemanas air minum dengan elemen sederhana yang umum dijual dipasaran.



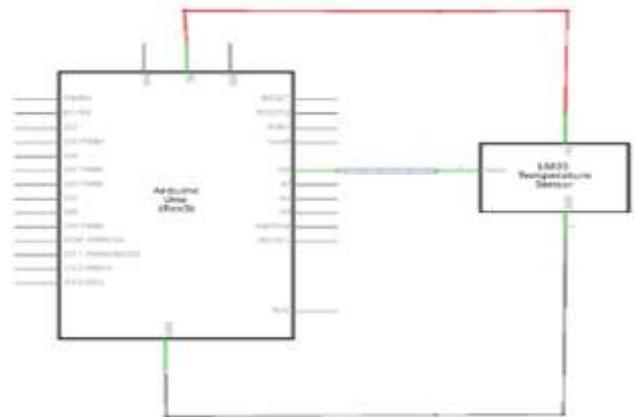
Gambar 1. Blok diagram sistem

Sensor salinitas penelitian ini menggunakan sensor konduktivitas yaitu terdiri dari dua elektroda yang dimasukkan pada kolam /air laut dan kemudian dialiri arus listrik. Daya hantar listrik larutan ini yang kemudian akan menjadi masukan pada rangkaian ADC pada Arduino.



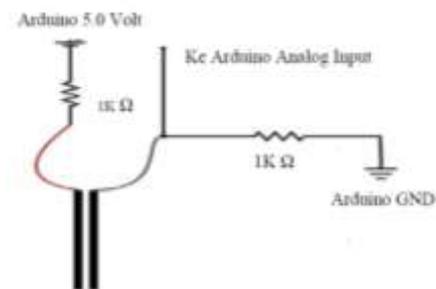
Gambar 2. Perancangan sensor salinitas

Sensor suhu penelitian ini menggunakan sensor type LM35 dengan tegangan keluaran analog. Range suhu yang dapat dideteksi sensor ini adalah -55 °C sampai 150 °C. Tegangan output sensor ini bervariasi dari -1 volt sampai 5 volt sesuai kondisi suhu disekitar sensor. Tegangan output sensor naik sebesar 10mV/ °C.



Gambar 3. Perancangan sensor suhu

Sensor kesadahan pada penelitian ini menggunakan metal keping yang terbuat dari bahan perak. Metal tersebut dialiri tegangan 5 volt DC sebagai pendeteksi perubahan resistansi. Tegangan output dari kepingan metal ini diteruskan menjadi masukan bagi ADC *Arduino*. Sensor ini mengukur kandungan kadar zat kapur (CaCO_3) dalam satuan ppm.



Gambar 4. Perancangan sensor kesadahan

Pada perancangan penelitian ini, diperlukan pula perangkat lunak guna mendukung perancangan sistem keseluruhan. Berikut ini perangkat lunak, perancangan dan fungsinya:

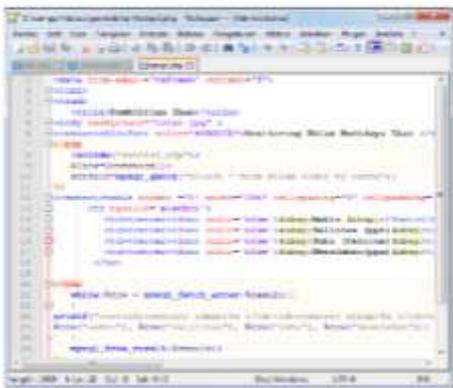
1) *Arduino Uno IDE*

Arduino IDE (Integrated Development Environment) adalah perangkat lunak yang berfungsi untuk mengkonfigurasi board mikrokontroler *Arduino Uno* yang berisi editor

teks untuk menulis kode, area pesan, konsol teks, toolbar dengan tombol untuk fungsi-fungsi umum dan serangkaian menu. Sistem operasional yang kompetibel digunakan yaitu Windows, Mac OS X, Linux. Pada perancangan penelitian ini sistem operasional yang digunakan adalah Windows.

2) Perancangan Halaman WEB

Monitoring kualitas air kolam ikan budidaya pada penelitian ini berbasis *website*. *Web* adalah tampilan pada *browser* dengan alamat domain khusus. *Web* dapat dibangun dengan menggunakan bahasa PHP dan HTML dengan tampilan menggunakan bahasa CSS. *Web* tersebut disimpan pada satu komputer sebagai *server*. Selain menyimpan program *web*, *Server* juga menyimpan *database* untuk dapat diakses oleh *admin* atau *client* dari *browser*. *Website* tersebut dibangun menggunakan program *notepad++*. Berikut ini adalah tampilan dari perangkat lunak *notepad++*.



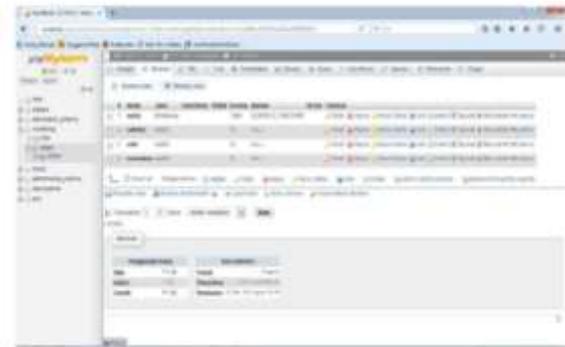
Gambar 5. Tampilan perangkat lunak *notepad++*

3) Perancangan Database

Fungsi dari *database* adalah sebagai media penyimpanan yang dapat diakses oleh *web*. *Database* dibangun dengan menggunakan *phpmyadmin* yang dapat dibuka dengan mengakses halaman <http://localhost/phpmyadmin> dari *browser* dengan terlebih dahulu menginstall aplikasi XAMPP (X, Apache, Mysql, PHP, Perl). *Database* yang dirancang ini menyimpan tabel hasil pengukuran kualitas air (Waktu, Salinitas, Suhu, Kesadahan). Berikut ini adalah tampilan dari XAMPP dan *phpMyAdmin*.



Gambar 6. Tampilan perangkat lunak XAMPP



Gambar 7. Tampilan Database

C. Cara Kerja Perangkat

Perangkat *input* pada penelitian ini terdiri dari tiga sensor yaitu sensor salinitas, sensor suhu, dan sensor kesadahan yang ditempatkan didalam air. Setiap sensor akan mendeteksi dan mengukur keadaan kualitas air kolam sesuai fungsinya masing-masing. Informasi dari sensor tersebut adalah data hasil pengukuran berupa data analog. Data analog tersebut selanjutnya diteruskan ke bagian pemroses data yaitu Arduino Uno, pada proses ini data diubah menjadi bentuk data digital. Data digital ini kemudian ditampilkan pada bagian output yang berfungsi sebagai monitoring dan kontrol yaitu LCD dan PC/Laptop. LCD dihubungkan dari Arduino dengan menggunakan kabel jumper, dan PC/Laptop dihubungkan menggunakan *Ethernet Shield* yang ditampilkan pada web melalui aplikasi Mozilla, Chrome atau sejenis lainnya.

Selain berfungsi sebagai monitoring yang menampilkan suhu terukur pada kolam budidaya, *web* pada penelitian ini juga difungsikan untuk menentukan nilai suhu yang harus diterapkan pada kolam budidaya tersebut.

Sehingga sistem akan bekerja berdasarkan nilai suhu/temperature yang ditetapkan pada *web* tersebut.

Bila suhu air pada kolam budidaya melebihi dari nilai suhu yang ditetapkan pada *web*, maka sistem akan bekerja untuk mendinginkan kolam tersebut agar temperatur kolam kembali normal sesuai dengan suhu yang ditentukan. Sistem pendingin dalam rancangan ini menggunakan air biasa yang disupply dari luar kolam utama budidaya. Air dingin tersebut dipompa kedalam kolam budidaya dengan pompa air dingin, dan secara bersama sebagian air pada kolam utama dipompa keluar dengan pompa air utama.

Bila suhu air pada kolam kurang dari suhu yang ditetapkan pada *web*, maka sistem akan memerintahkan bagian pemanas air bekerja untuk memanaskan air pada kolam khusus air panas. Sistem pemanas pada rancangan penelitian ini menggunakan element pemanas. Air panas selanjutnya dipompa menuju kolam utama budidaya agar suhu kolam tersebut mencapai keadaan normal sesuai yang telah ditetapkan *web*.

IV. PENGUJIAN DAN ANALISIS

A. Pengujian Perangkat

1) Pengujian Sensor Salinitas

Pengujian sensor salinitas dilakukan pada dua kondisi yaitu pada air laut dan air tawar yang dilakukan untuk mengetahui tingkat kadar garam terlarut yang terdapat pada kedua jenis air tersebut. Pengujian sensor dilakukan sebanyak sepuluh kali dengan jeda waktu selama 10 menit dan menggunakan alat ukur pembanding pabrikan (*refracto*).

Berikut hasil perhitungan:

$$\begin{aligned} \text{Tegangan terukur} &= \text{Data ADC} \times \text{Ketelitian} \\ &= 664 \times 0,00488281 \\ &= 3,24 \text{ Volt} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Ketelitian} &= \frac{A_{vcc}}{\text{jumlah bit}} \\ &= \frac{5}{1024} \\ &= 0,00488281 \text{ Volt} \\ &= 4,88281 \text{ mv} \end{aligned}$$

Bila data ADC yang terbaca 664, maka konversi kadar kesadahan air dalam satuan per 100 menjadi (ppt) adalah:

$$\begin{aligned} \text{Ppt} &= \text{Data ADC} \times \text{ketelitian} \times 9 \\ &= 664 \times 0,00488281 \times 9 \\ &= 29 \text{ ppt} \end{aligned}$$

Perhitungan *error*:

$$\text{error: } \frac{\text{Rata-rata nilai perangkat yang terukur}}{\text{Rata-rata nilai alat pembanding yang terukur}} \times 100$$



(a) Perangkat rancangan



(b) Perangkat pembanding

Gambar 8. Pengujian salinitas pada air laut

Tabel 1. Hasil pengujian salinitas pada air laut

No	Data ADC yang terbaca	Tegangan (Volt)	Salinitas (ppm)	Refracto (ppm)
1	664	3,24	29	31
2	670	3,27	29	30
3	671	3,28	29	29
4	672	3,28	29	29
5	673	3,29	29	30
6	674	3,29	29	29
7	674	3,29	29	30
8	675	3,30	29	29
9	675	3,30	29	30
10	675	3,30	29	30

Dari tabel pengujian diatas, tingkat *error* sensor salinitas perangkat rancangan ini pada air laut dibanding dengan perangkat ukur pembanding (*refrakto*) adalah 2,4%.

Pengujian salinitas dengan metode yang sama pada air tawar diperoleh hasil:



(a) Perangkat rancangan



(b) Perangkat pembanding

Gambar 9. Pengujian salinitas pada air tawar

Tabel 2. Hasil pengujian salinitas pada air tawar

No	Data ADC yang terbaca	Tegangan (Volt)	Salinitas (ppt)	Refracto (ppm)
1	127	0,62	5	0
2	127	0,62	5	0
3	128	0,63	5	0
4	129	0,63	5	0
5	130	0,63	5	0
6	131	0,64	5	0
7	131	0,64	5	0
8	132	0,64	5	0
9	132	0,64	5	0
10	132	0,64	5	0

Pengujian salinitas perangkat pada air tawar dengan alat ukur pembanding *refracto* berbeda, ini dikarenakan sensor salinitas melakukan pengukuran berdasarkan konduktivitas pada air tawar, namun hal tersebut bisa dikatakan berjalan normal.

2) Pengujian Sensor Suhu

Pengujian sensor suhu dilakukan pada dua lokasi berbeda yaitu pada air laut dan air tawar. Pengujian dilakukan dengan mencelupkan sensor suhu kedalam dua jenis air tersebut dan diukur perubahan tegangan yang terjadi pada sensor LM35.



Gambar 10. Pengujian suhu pada air laut

Pengujian suhu menggunakan LM35 dilakukan sebanyak sepuluh kali dengan jeda waktu 10 menit, selanjutnya hasil pengukuran tersebut dibandingkan dengan thermometer yang sesuai standar pengukuran suhu cairan.

Berikut hasil pengujian sensor suhu:

Tabel 3. Hasil pengujian suhu pada air laut

No	Data ADC yang terbaca	Tegangan (Volt)	Suhu LM35 (°C)	Thermometer (°C)
1	64	0,31	28	30
2	64	0,31	28	30
3	64	0,31	28	29
4	64	0,31	28	28
5	64	0,31	28	28
6	64	0,31	28	29
7	63	0,31	27	29
8	64	0,31	28	28
9	63	0,31	27	27
10	63	0,31	27	27

Pengujian suhu pada tabel diatas rata – rata hasil pengukuran sensor adalah 27,7 °C dan pada thermometer pembandingnya rata – rata suhu yang terukur adalah 28,5 °C, tingkat *error* perangkat rancangan ini adalah 2,9%.

Pengujian suhu dengan metode yang sama pada air tawar diperoleh hasil sebagai berikut:



Gambar 11. Pengujian suhu pada air tawar

Tabel 4. Hasil pengujian suhu pada air tawar

No	Data ADC yang terbaca	Tegangan (Volt)	Suhu LM35 (°C)	Thermometer (°C)
1	64	0,31	28	29
2	63	0,31	27	28
3	63	0,31	27	28
4	63	0,31	27	27
5	64	0,31	28	29
6	63	0,31	27	28
7	63	0,31	27	29
8	63	0,31	27	29
9	63	0,31	27	28
10	63	0,31	27	28

Pengujian suhu pada tabel diatas rata-rata adalah 27,2 °C dan pada thermometer pembandingnya rata-rata suhu yang terukur adalah 28,3 °C, dengan tingkat *error* 3,9%.

3) Pengujian Sensor kesadahan

Pengujian sensor kesadahan dilakukan pada air tawar karena kesadahan hanya berlaku pada air tawar. Hasil pengujian ini hanya dilihat dari perbedaan ukur antara air yang telah di panaskan dengan air yang belum dipanaskan.



Gambar 12. Pengujian kesadahan pada air tawar yang belum dipanaskan

Berikut hasil pengujian sensor kesadahan pada air tawar yang belum di panaskan:

Tabel 5. Hasil pengujian kesadahan pada air tawar yang belum dipanaskan

No	Data ADC yang terbaca	Tegangan (Volt)	Kesadahan (ppm)
1	130	0,63	22
2	130	0,63	22
3	131	0,63	23
4	132	0,64	23
5	132	0,64	23
6	133	0,64	23
7	133	0,64	23
8	133	0,64	23
9	133	0,64	23
10	134	0,65	23

Nilai rata-rata dari pengukuran kesadahan pada pengujian tersebut adalah 22,8 ppm, ini dikarenakan air tersebut terkandung senyawa kalsium bikarbonat dan magnesium bikarbonat.

Pengujian sensor kesadahan dengan metode yang sama pada air yang telah dipanaskan diperoleh hasil sebagai berikut:



Gambar 13. Pengujian sensor kesadahan pada air tawar yang telah dipanaskan

Hasil pengujian sensor kesadahan tersebut dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 6. Hasil pengujian sensor kesadahan pada air tawar yang belum dipanaskan

No	Data ADC yang terbaca	Tegangan (Volt)	Kesadahan (ppm)
1	97	0,47	17
2	100	0,48	17
3	100	0,48	17
4	101	0,49	17
5	102	0,49	17
6	103	0,50	18
7	104	0,50	18
8	104	0,50	18
9	105	0,51	18
10	105	0,51	18

Nilai rata-rata dari pengukuran kesadahan pada air yang telah dipanaskan perangkat ini adalah 17,5 ppm. Bila dibandingkan dengan pengujian terhadap air yang belum dipanaskan, terdapat penurunan nilai kesadahan air setelah dipanaskan. Ini terjadi karena setelah pemanasan senyawa akan terbebas dari ion kalsium dan

magnesium yang dan menyebabkan senyawa akan mengendap.

4) Pengujian pompa air

Pompa pada perangkat rancangan ini terdiri dari 3 buah pompa yang terdapat pada kolam utama, kolam pendingin dan kolam pemanas. Pompa pada kolam utama berfungsi sebagai pembuang air pada kolam utama, pompa ini akan mempercepat kondisi pada air kolam yang dalam keadaan suhu dingin/panas berlebih kembali kepada suhu normal. Pompa pada kolam pendingin berfungsi untuk memompa air dingin dari kolam pendingin menuju kolam utama. Pompa kolam air panas berfungsi untuk memompa air panas dari kolam pemanasan menuju kolam utama.

Setiap pompa air dikendalikan dengan *relay*. *Channel 1* pada *relay* digunakan untuk pompa kolam utama, *channel 2* pada *relay* digunakan untuk pompa air dingin dan *channel 3* pada *relay* digunakan untuk pompa air panas. Beroperasinya setiap pompa bergantung pada aktif atau tidak aktifnya *relay* pada setiap *channel 1*, *channel 2* atau *channel 3* tersebut.

5) Pengujian pemanas air

Pemanas air pada perangkat rancangan ini berfungsi untuk memanaskan air pada kolam pemanas. Air pada kolam pemanas tersebut akan digunakan untuk menaikkan suhu pada kolam utama bila suhu pada kolam utama tersebut berada dibawah suhu yang ditentukan. Pemanas air menggunakan *relay channel 4* yang terhubung sebelumnya dengan bagian pemroses. Ketika *channel 4 relay* aktif, maka pemanas air pun aktif dan ketika *channel 4 relay* tidak aktif, maka pemanas air pun ikut tidak aktif. Pemanas air beroperasi bergantung pada pembacaan sensor suhu pada kolam utama budidaya tersebut.

Kapasitas pemanas air pada perangkat rancangan ini dapat memanaskan air sebanyak 4 liter selama 5 menit dari suhu 29,5 °C hingga suhu 39,5 °C.

Tabel 7. Hasil pengujian Pemanas air

Perubahan kenaikan suhu		Perubahan penurunan Suhu	
Suhu (°C)	Waktu (detik)	Suhu (°C)	Waktu (detik)
24	0	31	0
24,1	264	30,9	18
24,2	528	30,8	36
24,3	792	30,7	54
24,4	1056	30,6	72
24,5	1320	30,5	90
24,6	1584	30,4	108
24,7	1848	30,3	126
24,8	2112	30,2	144
24,9	2376	30,1	162
25	2640	30	180

B. Analisis

Pengujian sensor salinitas air pada perangkat ini memiliki tingkat ketelitian mencapai 97,6 % dengan *error* 2,4 %.

Pengujian suhu air dilakukan pada dua lokasi yaitu pada air laut dan air tawar. Pada air laut tingkat ketelitian sensor suhu mencapai 97,1 % dengan *error* 2,9 % sedangkan pada air tawar 96,1% dengan tingkat *error* 3,9%.

Pengujian sensor kesadahan dilakukan pada air biasa (normal) dan air panas. Hasilnya, pada air normal nilai pembacaan sensor sebesar 22 ppm, dan pada air panas nilai pembacaan sensor sebesar 17 ppm.

Suhu yang ingin diatur pada kolam utama dapat diinputkan menggunakan aplikasi komputer/laptop yang dirancang. Suhu dapat diinput baik secara manual maupun dari pilihan yang tersedia pada monitor aplikasi.

Perangkat pemroses membutuhkan waktu untuk meng-*update* perubahan suhu setiap 2 detik, yaitu 1 detik untuk mengukur suhu serta untuk meng-*upload* hasil pengukuran ke *database* dan 1 detik sebagai *delay* sebelum pengukuran suhu berikutnya. Bila sensor suhu kolam utama mengukur kelebihan suhu dari batas yang ditetapkan, bagian pemroses memerintahkan pompa air pada kolam utama dan kolam pendingin mulai beroperasi. Air pada kolam utama akan dikeluarkan dan pada saat yang sama air pada kolam pendingin dimasukkan ke kolam utama sampai pembacaan suhu pada kolam utama kembali normal sesuai

suhu yang ditentukan. Proses ini membutuhkan waktu 6 detik.

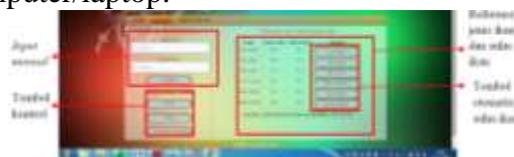
Bila sensor suhu kolam utama mengukur suhu air kurang dari batas suhu yang ditetapkan, bagian pemroses memerintahkan pengaktifan bagian pemanas pada kolam pemanas, pompa air pada kolam utama dan kolam pemanas mulai beroperasi. Proses ini membutuhkan waktu 66 detik. 60 detik pertama adalah untuk memanaskan air pada kolam pemanas, selanjutnya pompa air utama beroperasi mengeluarkan air pada kolam utama dan secara bersamaan air pada kolam pemanas dipompa dimasukkan ke kolam utama sampai pembacaan suhu pada kolam utama naik dan kembali normal sesuai suhu yang ditentukan.

Dari pengujian diperoleh hasil bahwa pada kolam berkapasitas 10 liter, untuk menaikkan suhu sebesar 0,1°C dibutuhkan 4 kali sirkulasi dengan waktu 264 detik atau 4,4 menit, untuk menaikkan suhu sebesar 1°C dibutuhkan 40 kali sirkulasi dengan waktu 2640 detik atau 44 menit. Elemen pemanas yang digunakan pada pengujian tersebut berjumlah 1 dan berukuran kecil. Untuk mempercepat kenaikan suhu bisa digunakan elemen pemanas berukuran besar atau memperbanyak elemen pada kolam pemanas.

Untuk menurunkan suhu 0,1°C pada kolam berkapasitas 10 liter, diperlu 3 kali sirkulasi dengan waktu 18 detik dan untuk menurunkan suhu 1°C diperlukan 30 kali sirkulasi dengan waktu 180 detik atau 3 menit. Waktu penurunan suhu bisa dipercepat dengan mempercepat debit air pompa pada kolam pendingin.

Dalam menaikkan atau menurunkan suhu pada kolam, perlu memperhatikan karakteristik jenis ikan budidaya tersebut. Ikan jenis tertentu memiliki sensitifitas pada perubahan suhu.

Hasil ukur sensor dikirimkan ke *web local host* melalui *Ethernet Shield*. Pembacaan hasil ukur dan pengontrolan kolam dapat dimonitoring dan dikontrol secara otomatis menggunakan komputer/laptop.



Gambar 14. Tampilan aplikasi kontrol melalui *web*



Gambar 15. Tampilan aplikasi monitoring melalui web

V. KESIMPULAN

Penelitian yang telah dilakukan ini dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Perangkat sistem kontrol serta monitoring kualitas air dan suhu air kolam budidaya ikan ini dapat dioperasikan dengan mudah dan efektif. Persentase *error* dari pembacaan sensor adalah berkisar 2,4% - 3,9%.
2. Aplikasi yang dijalankan melalui *web* sangat efektif untuk meng-inputkan nilai suhu yang ingin ditetapkan pada kolam melalui komputer/laptop, dan pembacaan nilai-nilai sensor yang terukur dapat dimonitoring.
3. Perangkat mampu mengontrol perubahan suhu pada kolam budidaya secara otomatis, penurunan suhu sebesar $0,1^{\circ}\text{C}$ pada kolam berkapasitas 10 liter membutuhkan waktu 18 detik, dan untuk menurunkan suhu sebesar 1°C membutuhkan waktu 180 detik (3 menit).
4. Untuk menaikkan suhu sebesar $0,1^{\circ}\text{C}$ dibutuhkan waktu 264 detik atau 4,4 menit, dan untuk menaikkan suhu sebesar 1°C dibutuhkan waktu 2640 detik atau 44 menit.
5. Waktu untuk menaikkan suhu pada air kolam lebih lama dari pada menurunkan suhu. Waktu tersebut dapat dipersingkat dengan menggantikan elemen pemanas yang lebih besar atau menambahkan elemen pemanas pada kolam pemanas.

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur peneliti kepada Allah SWT atas Rahmat dan Karunia yang diberikan oleh-NYA. Juga terimakasih kepada redaktur, reviewer dan

editor Jurnal Sustainable atas kerja kerasnya membantu penulis.

REFERENSI

- [1] N. Ridho., dan R. Pramana, "Konsep Sistem Penyelamatan di Laut dengan Pemanfaatan VTS dan Mikrokontroler", *Jurnal Sustainable*, Volume 4 No.1, ISSN 2087-5347, Mei 2013.
- [2] D.S. Maradong, "Potensi Besar Perikanan Tangkap Indonesia", *Deputi Bidang Kemaritiman*, Sekretariat Kabinet, <http://setkab.go.id>, 2016.
- [3] Suripin, "Pelestarian sumber daya tanah dan air", Penerbit Andi, Yogyakarta, 2002.
- [4] A.P. Simanjuntak., R.Pramana., dan D. Nusyirwan, "Pengontrol Suhu Air Pada Kolam Pendederan Dan Pembenuhan Ikan Nila Berbasis Arduino", *Jurnal Sustainable*, Volume 4 No.1, Mei 2013, ISSN 2087-5347
- [5] S. Mahfudz, dan P.M. Rahardjo, "Pengukur Suhu dan pH Tambak Air Terintegrasi dengan Data Logger", *Jurnal EECCIS*, Vol. II: hal 22-25, 2008.
- [6] S. Sridharan, "Water Quality Monitoring System Using Wireless Sensor Network", *International Journal of Advanced Research in Electronics and Communication Engineering (IJARECE)*, Volume 3, Issue 4, ISSN: 2278 – 909X, 2014.
- [7] T. Yuwono, L. Hakim, I. Ardi, dan T. Umar, "The Application of Internet of Things System for Water Quality Monitoring", *Internetworking Indonesia Journal*, Vol. 8, No.1, 2016.
- [8] A. Sabiq dan P. N. Budisejati, "Sistem Pemantauan Kadar pH, Suhu dan Warna pada Air Sungai Melalui Web Berbasis Wireless Sensor Network," *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer*, vol. 5, no. 3, pp. 94-100, Jul. 2017.
- [9] G. Imaduddin dan A. Saprizal, "otomatisasi monitoring dan pengaturan keasaman larutan dan suhu air kolam ikan pada pembenuhan ikan lele" *Jurnal Sistem Informasi, Teknologi*

Informatika dan Komputer Volume 7, Nomor 2, ISSN 2089-0265, 2017.

- [10] E. Lintang, Firdaus, dan I. Nurcahyani, “Sistem Monitoring Kualitas Air pada Kolam Ikan Berbasis *Wireless Sensor Network* menggunakan Komunikasi Zigbee”, *Prosiding SNATIF*, ISBN: 978-602-1180-50-1, 2017.