

Sistem Kendali dan Pemantau Kualitas Air Tambak Udang Berbasis Salinitas, Suhu, dan pH Air

Rika Sri Utami^{*1}, Roslidar², Alfatirta Mufti³, Muhammad Rizki⁴

^{1,2,3,4} Jurusan Teknik Elektro dan Komputer, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala
Jl. Tgk, Syech Abdurrauf, No. 7 Darussalam, Banda Aceh 23111, Indonesia

¹rikasriutami@usk.ac.id

²roslidar@usk.ac.id

³alfatirta.ee@usk.ac.id

⁴muhammadrizki199804@gmail.com

Abstrak— Dalam budidaya udang vaname, pertumbuhan udang sangat dipengaruhi oleh kualitas air. Jika kualitas air tersebut tidak dapat dipertahankan pada salinitas 10–25 ppt, suhu 26°C–30°C dan pH air 7,5–8,5 maka kondisi Udang Vaname tidak optimal. Dalam penelitian ini dirancang suatu prototipe yang dapat mengendalikan dan memantau salinitas, suhu, dan pH air berbasis Mikrokontroler ATmega328. Prototipe dibentuk menggunakan medium kotak gabus pada air tambak udang, kemudian diprogram pada Mikrokontroler ATmega328 dengan range salinitas 10–25 ppt menggunakan sensor salinitas, suhu lebih besar dari 26°C menggunakan sensor suhu DS18B20 dan pH air 7,5–8,5 menggunakan sensor pH. Hasil pengujian yang didapat menunjukkan perubahan salinitas akan menyebabkan pompa air tawar akan aktif saat salinitas >25, pompa air laut aktif saat salinitas <10, dan kedua pompa menjadi tidak aktif pada range 10–25. Selain itu, perubahan suhu mempengaruhi kerja heater yang aktif ketika suhu <26°C, dan menjadi tidak aktif saat suhunya >26°C. Sementara perubahan pH mempengaruhi kerja pompa larutan asam yang akan aktif ketika pH >8,5, pompa larutan basa akan aktif saat pH <7,5, dan kedua pompa tidak aktif saat pH 7,5–8,5. Dalam penelitian ini, sistem bekerja dengan baik dan dapat mempertahankan kondisi kualitas air pada range salinitas 10–25 ppt, suhu >26°C dan pH air 7,5–8,5.

Kata Kunci— Salinitas, ph, suhu, pompa, heater.

I. PENDAHULUAN

Negara Indonesia merupakan negara maritim yang wilayah pesisirnya masih cukup luas. Indonesia sangat berpotensi untuk mendukung budidaya udang dan ikan [1]. Untuk meningkatkan produksi udang, kualitas air tambak merupakan faktor penting yang harus diperhatikan oleh para pembudidaya. Kualitas air merupakan hal yang terpenting, begitu juga dengan parameter-parameternya. Suhu, salinitas, pH dan oksigen terlarut adalah parameter yang sangat berpengaruh pada budidaya udang.

Kualitas air dapat ditinjau dari faktor fisika, kimia dan biologi perairan, dimana hal tersebut meliputi kegiatan monitoring, pengelolaan kualitas air dan perlakuan jika terjadi penyimpangan nilai optimal parameter kualitas air. Jika kualitas air telah dipertahankan secara optimal maka lingkungan tambak udang optimal sesuai dengan kisaran

hidup udang sehingga pertumbuhan udang cepat dan tercipta produksi yang maksimal [2].

Banyak petambak udang yang gagal panen karena cuaca sering berubah-ubah yang dapat mengakibatkan buruknya kualitas air pada tambak, sehingga udang rentan terhadap penyakit dan jika berkelanjutan maka akan mengakibatkan kematian massal pada udang. Pengaruh keadaan air memang sangat penting pada pertumbuhan udang

Dari latar belakang tersebut, maka diperlukan pemantauan dan pengontrolan kualitas air tambak agar dapat diketahui kondisi kualitas air. Pada penelitian ini dibangun suatu sistem kendali dengan menggunakan arduino uno sebagai kontrol pada pengendalian salinitas, suhu dan pH air pada tambak udang, agar terjaga salinitas pada 10–25 ppt, suhu pada 26–30°C dan pH pada 7,5–8,5. Pemantauan dapat dilakukan melalui pengamatan nilai ketiga parameter pada LCD.

II. STUDI PUSTAKA

A. Kualitas Air Tambak Udang

Kondisi kualitas air sangatlah besar pengaruhnya pada tambak. Pemantauan kualitas air tambak perlu dilakukan rutin untuk mendukung kehidupan biota udang didalamnya. Informasi kualitas air sangat dibutuhkan sebagai langkah awal untuk mencegah kesalahan dalam pengelolaan terhadap kondisi biota utamanya, yaitu udang di dalam tambak.

B. Salinitas

Salinitas merupakan sifat kualitas air yang terpenting yang harus sangat diperhatikan dalam proses budidaya udang. Salinitas terbaik dalam pembudidayaan udang yaitu pada 20,5+3,5 ppt. Salinitas dibawah 15 ppt juga dapat digunakan untuk membudiyakan udang, namun kurang maksimal dan tingkat produktifitas tambak lebih rendah dibanding dengan salinitas yang disarankan [3].

Nilai salinitas air untuk perairan air tawar berkisar pada 0–5 ppt, perairan payau berkisar 6–29 ppt, dan perairan laut berkisar pada 30–40 ppt [4]. Perubahan salinitas yang signifikan sangat berbahaya karena dapat berakibat pada rusaknya pakan alami di dalam tambak yang juga dapat

memperlambat pertumbuhan udang dan efek terburuknya, udang di dalam tambak juga bisa mati [5].

C. Oksigen Terlarut

Oksigen terlarut atau *dissolved oxygen* (DO) merupakan oksigen terlarut yang ada di dalam badan air. Kadar oksigen terlarut juga harus diperhatikan dalam budidaya udang, semakin banyak oksigen terlarut yang terdapat pada tambak udang maka semakin baik untuk pertumbuhannya [6]. Kadar oksigen terlarut dapat turun karena digunakan untuk proses pernafasan udang di dalam tambak [7].

Jika kebutuhan oksigen terlarut tidak mencukupi akan mengakibatkan kondisi kesehatan udang menurun bahkan dapat berakibat kematian pada udang [8]. Kadar oksigen terlarut yang terbaik dalam pembudidayaan udang yaitu 4,5–7 mg/L [9].

D. Suhu

Suhu air tambak sangat mempengaruhi proses biologi, fisika, dan kimia pada air. Suhu air sangat berpengaruh pada proses pertumbuhan morfologi, tingkah laku, metabolisme dan reproduksi udang di dalam tambak. Pengaruh suhu dalam proses budidaya udang sangat besar, di mana semakin tinggi suhu di dalam air maka konsentrasi oksigen terlarut akan turun [10]. Suhu air yang baik untuk budidaya udang vanname yaitu berkisar antara 26°–30°C [11].

E. Derajat Keasaman (pH)

Derajat keasaman dapat mempengaruhi hidupnya jasad renik pada perairan. Perairan asam yang kurang dari 7 akan menyebabkan oksigen terlarut dapat berkurang. Hal ini akan menyebabkan konsumsi oksigen udang menurun, aktivitas pernafasan naik serta nafsu makan akan berkurang. Kondisi ini dapat menurunkan produktivitas dan menjadikan udang tersebut mati [12].

pH air dapat diatur untuk air tambak dengan cara memberi suatu fluida cair untuk pH naik dan pH turun. Fluida cair pH naik atau basa kuat digunakan untuk menaikkan suatu derajat keasaman pH pada tambak udang. Cairan tersebut terdiri dari 10% KOH (kalium hidroksida) dan 90% aquades. Sedangkan cairan pH turun atau asam kuat dapat digunakan untuk menurunkan suatu derajat keasaman pH pada tambak udang. Fluida cair ini terdiri dari 10% H₂SO₄ (asam sulfat) dan 90% aquades. H₂SO₄ (asam sulfat), HNO₃ (asam nitrat), dan H₃PO₄ (asam fosfat) merupakan suatu senyawa kimia yang dapat menurunkan derajat keasaman pH [13].

F. Mikrokontroler ATmega328

Perangkat lunak yang digunakan untuk mengaplikasikan Arduino bersifat *open source* yang di mana kebutuhan pemrogramannya dapat disesuaikan dengan kebutuhan sistem [14]. Arduino Uno adalah papan sirkuit berbasis mikrokontroler ATmega328. IC (integrated circuit) ini memiliki 14 input/output digital (6 output untuk PWM), 6 analog input, resonator kristal keramik 16 MHz, Koneksi USB, soket adaptor, pin header ICSP, dan tombol reset [15]. Hal inilah yang dibutuhkan untuk mensupport

mikrokontroler dapat secara mudah terhubung dengan kabel power USB atau kabel power supply adaptor AC ke DC atau juga *battery*.

G. Heater

Heater ini berfungsi untuk menghangatkan suhu air dalam aquarium dengan menggunakan *water heater*. Aquarium ini ikan dan tanaman aquascape akan lebih sehat dan bisa tumbuh dengan optimal. Umumnya *heater* digunakan untuk membuat suhu air di dalam aquarium stabil atau meminimalisir serangan penyakit semisal dari jamur atau bakteri. Suhu yang stabil juga bisa menjaga dari stress [16].

H. Sensor Konduktivitas / Tds / Kadar garam

Salinitas adalah kadar garam terlarut atau natrium yang terkandung di dalam air. Perhitungan jumlah kadar garam terlarut di air dinyatakan dalam satuan 0/00 (parts/thousand). Zat-zat yang terlarut meliputi garam-garam anorganik, senyawa-senyawa organik yang berasal dari organisme hidup dan gas-gas terlarut. Salinitas juga sangat dipengaruhi oleh tekanan osmotik air. Semakin tinggi salinitas di suatu perairan maka semakin besar pula tekanan osmotik tersebut. Biotabiota yang hidup di perairan asin, harus bisa menyesuaikan dirinya dengan tekanan osmotik dari lingkungan tersebut [17].

I. Sensor Suhu

Sensor suhu DS18B20 suatu alat yang dapat mendeteksi suhu berupa digital outputnya. DS18B20 dapat mencapai akurasi yang bagus, dan dapat mendeteksi suhu pada temperatur -55°C–125°C. DS18B20 terdapat keluaran digital yang tidak memerlukan rangkaian ADC dan hanya membutuhkan 1 *wire* saja [18]. Sensor DS18B20 memiliki 3 kaki, yaitu vcc dihubungkan ke sumber daya, kaki DQ dihubungkan pada L/O mikrokontroler, dan kaki ground dihubungkan ke ground tegangan sumber. Sensor ini dapat bekerja dengan mengubah sebuah suhu, menjadi tegangan. Perbandingan tegangan yang keluar dari sensor DS18B20 adalah 100°C setara dengan 1 volt [19].

J. Sensor pH

Sensor pH adalah alat yang sering digunakan oleh manusia misalnya di laboratorium dan pabrik industri yang berfungsi untuk mengecek pH air. pH meter merupakan suatu alat yang digunakan untuk pengukuran pH pada air, dan zat cair lainnya. Cara kerja pH meter adalah dengan memasukkan alat tersebut ke zat cair yang akan diukur tingkat pH nya. Alat ini mempunyai prinsip kerja yaitu dengan menghitung elektron, jika semakin banyak elektron di zat cair yang akan diukur maka pH nya akan tinggi begitupun sebaliknya. Ini karena batang pada pH meter berupa larutan elektronik yang lemah.

Dalam menggunakan pH meter, tingginya keasaman atau kebasaaan dari sebuah zat dapat dilihat berdasarkan dari jumlah ion hidrogen dan ion hidroksida dalam larutan tersebut [20].

K. Liquid Cristal Display

LCD (Liquid Crystal Display) adalah suatu jenis display elektronik yang diciptakan dengan teknologi CMOS logic

yang dapat bekerja dengan tidak menghasilkan suatu cahaya, tapi dapat memantulkan cahaya tersebut yang berada di sekelilingnya. LCD sifatnya untuk memperlihatkan sebuah data, baik itu sebuah karakter, huruf, angka maupun grafik. LCD adalah lapisan dari campuran organik antara lapisan kaca bening dengan elektroda transparan indium oksida dalam bentuk tampilan seven-segment dan lapisan elektroda pada kaca belakang.

Pada saat elektroda aktif, molekul organik dengan panjang dan silindris dapat menyesuaikan dirinya oleh elektroda dari suatu segmen. Cahayanya terpantul tidak dapat melewati molekul yang menyesuaikan diri dan segmen yang aktif menjadi terlihat gelap dan berbentuk karakter data yang akan ditampilkan [21].

L. Relay

Relay adalah sebuah komponen/rangkaian elektronika yang sifatnya elektronis serta sederhana relay susunannya dengan saklar, lilitan, dan poros besi. Penggunaan relay sangat banyak sekali pada perangkat elektronika. Terutama pada alat yang sifatnya otomatis. Cara kerja alat ini dimulai dengan saat mengalir arus listrik melalui koil, lalu membuat medan magnet disekitarnya sehingga dapat mengubah saklar yang ada pada relay.

Relay memiliki lima buah kaki. Dua kaki digunakan untuk mengaktifkan koil. Kedua kaki tersebut tidak memiliki tanda. Yang mana boleh terbalik dalam memasangnya. Tiga kaki lainnya berfungsi sebagai saklar [22].

M. Pompa Air

Pompa air adalah sebuah alat mekanis yang memiliki fungsi untuk menaikkan cairan dari daratan rendah ke daratan tinggi. Pompa memiliki prinsip, dimana dapat mengubah energi mekanik motor menjadi aliran fluida. Energi yang diterima oleh fluida bisa dipakai untuk menaikkan tekanan dan mengatasi tahanan yang terletak pada saluran yang dilalui [23].

III. METODE PENELITIAN

A. Alur Penelitian

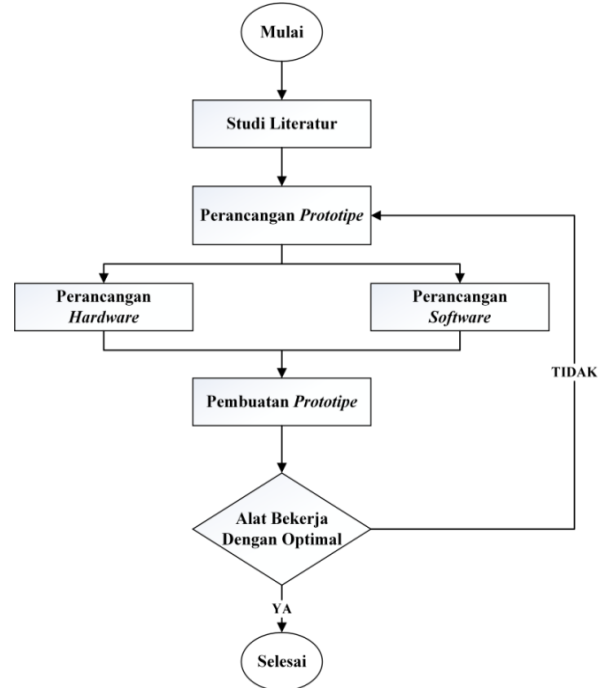
Alur penelitian ini dapat dilihat pada diagram alir Gambar 1. Tahapan penelitian dimulai dengan melakukan studi literatur melalui berbagai literatur yang bersumber dari buku, kajian ilmiah, artikel, jurnal, atau sumber-sumber lain yang berkaitan dengan masalah dalam penelitian ini. Kemudian dilanjutkan dengan melakukan perancangan prototipe, yang diawali dengan perancangan *hardware* secara keseluruhan dengan menggunakan beberapa perangkat keras. Selanjutnya, dilakukan perancangan *software* untuk memungkinkan proses kerja alat berfungsi dengan baik.

Sistem ini menggunakan mikrokontroler ATmega 328 sebagai pusat pengontrolan masukan agar diperoleh *output* yang diinginkan. *Input* yang digunakan adalah sensor suhu, sensor salinitas dan sensor pH air. Setelah perancangan *hardware* dilanjutkan dengan perancangan *software* yang akan dilakukan pada penelitian ini dengan menggunakan bahasa pemrograman C++ pada Arduino.

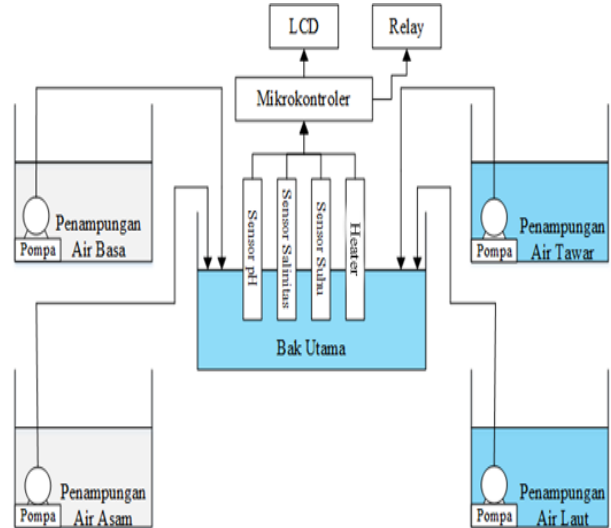
B. Rancangan / Desain Sistem

Rancangan sistem ini terdiri dari rancangan perangkat keras dan perangkat lunak.

Perancangan perangkat keras dapat dilihat pada Gambar 2. Sistem perangkat keras terdiri dari mikrokontroler ATmega328 sebagai pengendali utama, sensor salinitas, sensor suhu, sensor pH, pompa air, LCD dan *relay*.



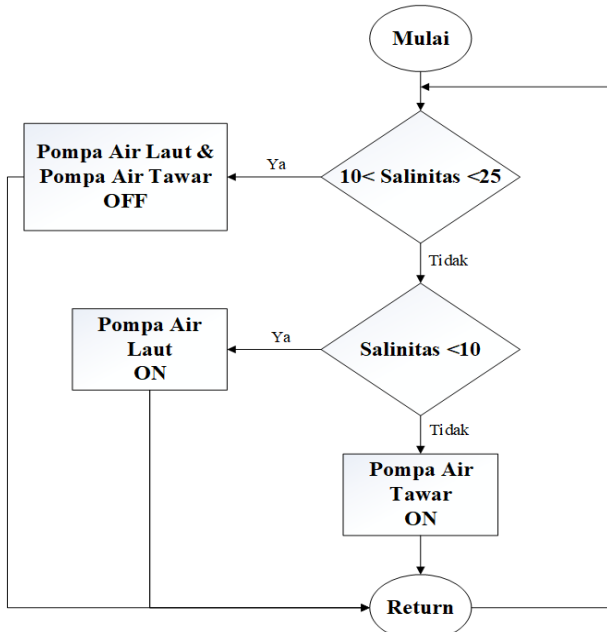
Gambar 1 Alur Penelitian



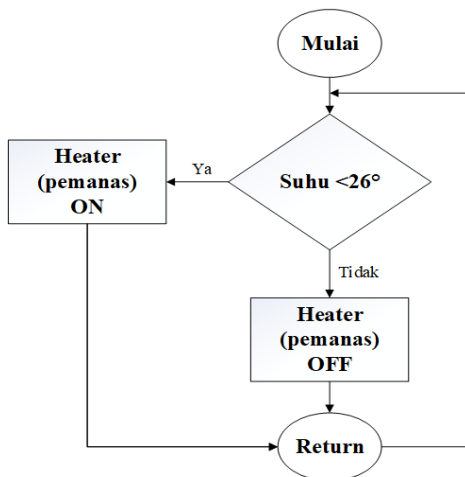
Gambar 2 Desain hardware

Sementara, perancangan perangkat lunak dibangun untuk mengontrol salinitas, suhu dan pH. Pada Gambar 3 diperlihatkan alur kerja sensor salinitas. Pada saat kondisi salinitas lebih besar dari 10 atau lebih kecil dari 25 terpenuhi, maka pompa air laut dan pompa air tawar akan mati. Namun,

apabila kondisi tersebut tidak terpenuhi, maka ketika salinitas kurang dari 10 maka pompa air laut akan aktif dan sebaliknya, jika kondisi salinitas diatas 25, maka pompa air tawar yang aktif.



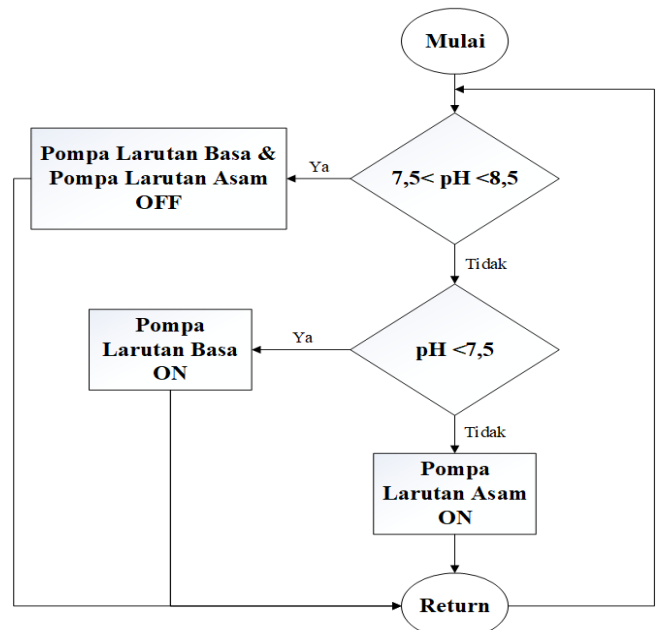
Gambar 3 Flowchart salinitas



Gambar 4 Flowchart suhu

Pada Gambar 4 diperlihatkan sensor suhu, dimana pada saat kondisi suhu 26° terpenuhi, maka heater akan hidup/on. Namun, apabila kondisi tersebut tidak terpenuhi, maka heater akan mati.

Diagram alir kendali pH dapat dilihat pada Gambar 5. Dimana, saat kondisi $7,5 < \text{pH} < 8,5$ terpenuhi, maka pompa larutan basa dan pompa larutan asam akan mati. Namun, apabila kondisi tersebut tidak terpenuhi, maka akan dilihat kondisi ketika pH kurang dari 7,5 dimana jika terpenuhi maka pompa larutan basa saja yang akan aktif dan sebaliknya, jika kondisi pH dibawah 7,5 tidak terpenuhi, maka pompa larutan asam yang aktif.



Gambar 5 Flowchart pH

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

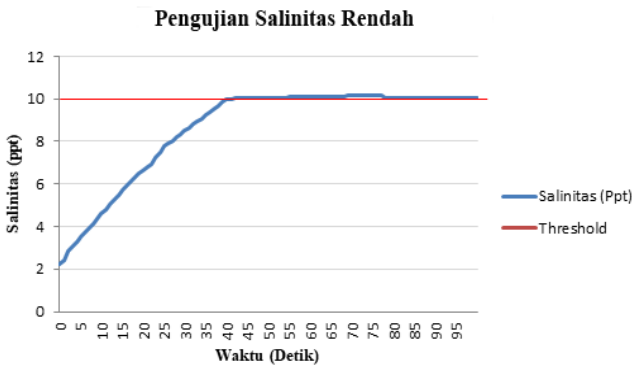
A. Hasil Pengujian Sistem Kendali Salinitas

Pada kondisi salinitas air yang rendah, system kendali dapat mengaktifkan pompa air laut secara otomatis. Untuk menaikkan salinitas air tersebut, pompa akan memompa air laut dari bak penampung ke dalam bak utama, agar salinitas air naik hingga mencapai *range* 10–25. Ketika kondisi *range* salinitas air tercapai, maka pompa air laut akan mati.

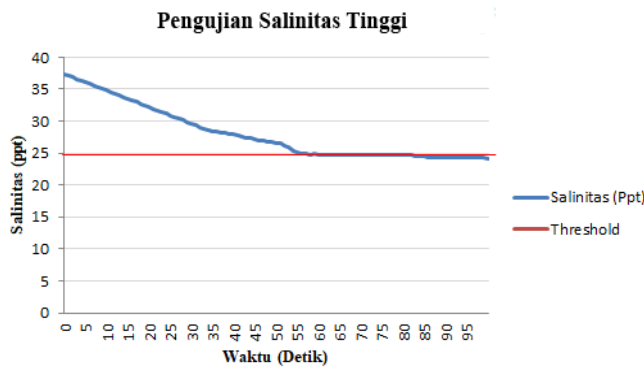
Hasil pengujian salinitas dapat dilihat pada Gambar 6. Grafik dari hasil pengujian sensor salinitas dalam kondisi air salinitas rendah menunjukkan nilai awal 2,2 ppt menuju salinitas diatas 10 ppt. Selama sistem belum mampu melebihi nilai tersebut, pompa air laut akan terbuka hingga salinitas menjadi diatas 10 ppt. Dari grafik tersebut terlihat bahwa sistem yang dibuat dapat mencapai nilai diatas 10 ppt. Dengan demikian, kondisi salinitas rendah mampu ditingkatkan hingga *range* salinitas >10 ppt.

Sementara pada pengujian kondisi air dengan salinitas yang tinggi, pompa air tawar terbuka otomatis untuk menurunkan salinitas air tersebut, agar salinitas air naik hingga mencapai *range* 10–25. Ketika kondisi *range* salinitas air tercapai, maka pompa air tawar akan mati.

Hasil pengujian salinitas dapat dilihat pada Gambar 7. Grafik dari hasil pengujian sensor salinitas dalam kondisi air salinitas tinggi menunjukkan nilai awal 37,4 ppt menuju salinitas kurang dari 25 ppt. Selama sistem belum mampu mengurangi nilai tersebut, pompa air tawar akan terbuka hingga salinitas menjadi kurang dari 25 ppt. Dari grafik tersebut terlihat bahwa sistem yang dibuat dapat mencapai nilai kurang dari 25 ppt, Dengan demikian, kondisi salinitas tinggi mampu diturunkan hingga *range* salinitasnya kurang dari 25 ppt.



Gambar 6 Grafik pengujian salinitas pada kondisi air rendah



Gambar 7 Grafik pengujian salinitas pada kondisi air tinggi

B. Hasil Pengujian Sistem Suhu

Pada hasil pengujian suhu dengan kondisi yang rendah, untuk menaikkan suhu air digunakan heater yang akan on hingga suhu air mencapai pada >26°C. Hasil pengujian suhu dapat dilihat pada Gambar 8, dimana sensor suhu dalam kondisi suhu air dari rendah dengan nilai awal 24,2°C menuju nilai diatas 26°C. Selama sistem belum mencapai nilai diatas 26°C, heater akan hidup untuk memanaskan air pada bak utama hingga suhu diatas 26°C. Dari grafik pengujian suhu saat kondisi suhu air rendah, sistem yang dibuat dapat mencapai nilai lebih dari 26°C, Dengan demikian, kondisi suhu yang rendah mampu dinaikkan hingga suhu >26°C.

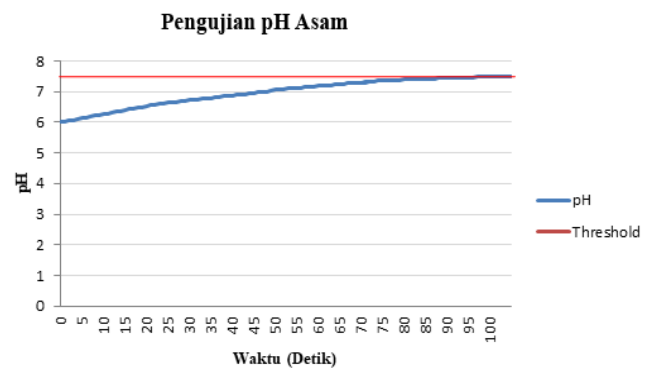


Gambar 8 Grafik pengujian saat suhu rendah

C. Hasil Pengujian Sistem pH Asam

Pada pengujian kondisi air dengan pH asam, untuk menaikkan pH air tersebut pompa larutan basa akan memompa larutan basa dari bak penampung kedalam bak utama, agar pH air naik hingga mencapai range 7,5–8,5. Ketika kondisi range pH air tercapai, maka pompa larutan basa akan mati.

Hasil pengujian pH saat kondisi asam dapat dilihat pada Gambar 9. Tampak bahwa grafik dari hasil pengujian sensor pH dalam kondisi air asam dengan nilai awal pH 6 menuju nilai diatas 7,5. Selama sistem belum mampu melebihi nilai tersebut, pompa larutan basa akan terbuka hingga pH diatas 7,5. Dari grafik tersebut terlihat bahwa sistem yang dibuat dapat mencapai nilai diatas 7,5. Dengan demikian, larutan basa mampu menaikkan pH hingga range pH diatas 7,5



Gambar 9 Grafik pengujian salinitas pada kondisi air tinggi

D. Hasil Pengujian Sistem pH Basa

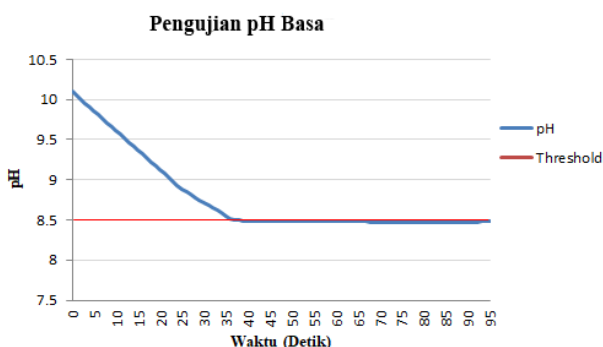
Pada pengujian kondisi air dengan pH basa, untuk menurunkan pH air, pompa larutan asam akan memompa larutan asam dari bak penampung masuk kedalam bak utama, agar pH air turun hingga mencapai range 7,5–8,5. Ketika kondisi range pH air tercapai maka pompa larutan asam akan mati.

Hasil pengujian pH saat kondisi basa dapat dilihat pada Gambar 10. Grafik menunjukkan sensor pH dalam kondisi air basa dengan nilai awal pH 10,1 menuju nilai kurang dari 8,5. Selama sistem belum mampu mengurangi nilai tersebut, pompa larutan asam akan terbuka hingga pH kurang dari 8,5. Dari grafik tersebut terlihat bahwa sistem yang dibuat dapat mencapai nilai kurang dari 8,5. Dengan demikian, larutan asam mampu menurunkan pH hingga range pH kurang dari 8,5.

E. Hasil Pengujian Kinerja Sistem Pengendalian Salinitas, Suhu, dan pH Air

Pengujian sistem secara keseluruhan dilakukan untuk mengetahui sistem yang dirancang dapat bekerja sesuai fungsinya. Pengujian dilakukan untuk 6 kondisi salinitas, suhu dan pH berbeda-beda. Sehingga hasil pengujian sistem secara keseluruhan dapat dilihat pada Tabel 1.

Berdasarkan data hasil pengujian yang diperoleh seperti pada Tabel 1. Pada pengujian kinerja sistem pengendalian salinitas, suhu dan pH dapat dianalisis bahwa pompa air laut akan bekerja pada saat salinitas lebih kecil dari 10 ppt, pompa air tawar akan bekerja pada saat salinitas lebih besar dari 25 ppt, dan kedua pompa tersebut akan mati, saat salinitas berkisar pada 20–25 ppt. Pada pengujian suhu, bahwa heater akan bekerja pada saat suhu dibawah 26°, sementara ketika suhu >26°C maka heater akan mati (off). Pada pengujian pH, pompa larutan asam akan bekerja pada pH lebih besar 8,5, pompa larutan basa akan bekerja pada pH lebih kecil 7,5, dan kedua pompa tersebut akan mati (off) saat pH berkisar pada 7,5–8,5.



Gambar 10 Grafik pengujian salinitas pada kondisi air tinggi

TABEL I
PENGUJIAN SISTEM PENGENDALIAN SALINITAS, SUHU, DAN PH

| No | Salinitas (Kadar Garam) | | | Suhu | | pH Air | | |
|----|--------------------------|-----------------|----------------|--------|-----------|--------|--------------------|--------------------|
| | Salinitas (Ppt) | Pompa Air Tawar | Pompa Air Laut | Heater | Suhu (°C) | pH | Pompa Larutan Asam | Pompa Larutan Basa |
| 1 | 9,1 | OFF | ON | ON | 24,5° | 6,0 | OFF | ON |
| 2 | 9,8 | OFF | ON | ON | 25,1° | 6,7 | OFF | ON |
| 3 | 14,6 | OFF | OFF | ON | 25,7° | 7,6 | OFF | OFF |
| 4 | 20,7 | OFF | OFF | OFF | 26,3° | 8,3 | OFF | OFF |
| 5 | 26,2 | ON | OFF | OFF | 27,2° | 8,6 | ON | OFF |
| 6 | 27,4 | ON | OFF | OFF | 28,9° | 8,9 | ON | OFF |

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis yang telah dilakukan, sistem kendali yang telah dibangun mampu mendeteksi perubahan salinitas, suhu dan pH. Ketika salinitas lebih besar dari 25 maka pompa air tawar akan aktif, saat salinitas lebih kecil dari 10 maka pompa air laut akan aktif, dan saat salinitas berada pada 10–25 kedua pompa tidak aktif. Ketika suhu lebih kecil dari 26°C maka heater akan aktif, dan saat suhu diatas 26°C maka heater tidak aktif. Ketika pH lebih besar dari 8,5 maka pompa larutan asam akan aktif, saat pH lebih kecil dari 7,5 maka pompa larutan basa akan aktif, dan saat pH berada pada 7,5–8,5 kedua pompa tidak aktif.

REFERENSI

- [1] D. A. Pamungkas, “Dampak Pengembangan Usaha Tambak Udang Terhadap Kesejahteraan Masyarakat Di Kecamatan Poto Tano,” Universitas Muhammadiyah Mataram, 2019.
- [2] F. R. Putra dan A. Manan, “Monitoring Kualitas Air Pada Tambak Pembesaran Udang Vannamei (*Litopenaeus Vannamei*) Di Situbondo, Jawa Timur,” Universitas Airlangga, 2014.
- [3] S. R. Suyanto, A. Mujiman, Budidaya Udang Windu, Penebar Swadaya, Jakarta. 2004.
- [4] A. C. Nugroho, Analisis Salinitas, Suhu Dan Ph Air Dalam Budidaya Udang Vannamei (*Litopenaeus Vannamei*) Menggunakan Air Tanah Di Kecamatan Ngadirojo Kabupaten Pacitan, Universitas Muhammadiyah Malang, 2017.
- [5] B. Cahyono, Budidaya Udang Laut, Pustaka Mina. Jakarta, 2011
- [6] M. G. H. Kordi K and A. B. Tacung, Pengelolaan Kualitas Air Dalam Budidaya Perairan. Jakarta, Rineka Cipta, 2007.
- [7] B. Nurlia and S. Sanjaya, “Analisa dan Simulasi Model Kualitas Air pada Tambak dengan Menggunakan Kontrol Logika Fuzzy dan Kontrol ON/OFF,” Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2013.
- [8] T. Budiardi, T. Batara, and D. Wahjuningrum, “Tingkat Konsumsi Oksigen Udang Vaname (*Litopenaeus Vannamei*) dan Model Pengelolaan Oksigen pada Tambak Intensif,” Institut Pertanian Bogor, 2007.
- [9] W. Komarawidjaja, “Pengaruh Perbedaan Dosis Oksigen Terlarut (DO) Pada Degradasi Amonium Kolam Kajian Budidaya Udang,” J. Hidrosfir, 2006.
- [10] C. E. Boyd, and F. Lichtkoppler, “Water Quality Management for Ponds Fish Culture,” Department of Fisheries and Allied Aquacultures, Agricultural Experiment Station, Auburn Univ, Auburn, AL, USA, 1982
- [11] H. S. Suwoyo, S.Pi, M.Si, “bpbapmaros.kkp.go.id”. [Online]. Available: <https://bpbapmaros.kkp.go.id/wp-content/uploads/Ekstensif-Plus-Edit-Puslatlut-13-September-2018.pdf>
- [12] G. H. Pramono, W. Ambarwulan dan M. I. Cornelia, “Prosedur dan Spesifikasi Teknis Analisis Kesesuaian Budidaya Tambak Udang,” Bakorsurtanal, Jakarta, 2005.
- [13] A. Ghamaliel Ty, “Prototype Sistem Kendali Kualitas Air Tambak Udang,” Univeristas Negeri Yogyakarta, 2019.
- [14] M. D. Rezki, “Perancangan Pengendalian Lampu di Rumah Menggunakan Bluetooth Berbasis Arduino Uno Dipantau Melalui Smartphone,” Universitas Mercubuana, Jakarta, 2015.
- [15] J. Coburn, "www.makeuseof.com.", 22 Mei 2017. [Online]. Available: <https://www.makeuseof.com/tag/getting-started-with-arduino-a-beginners-guide/>. [Accessed 2 Desember 2020].
- [16] S. A. Nugroho” Perancangan Sistem Monitoring pada Akuarium Ikan Symphysodon Discus Berbasis Android Smartphone,” Universitas Kristen Satya Wacana, 2017.
- [17] N. M. Pambudiarto “Rancang Bangun Alat Pengukur Kadar Garam (Salinitas) Berbasis Mikrokontroler AT89S51,” Universitas Negeri Semarang, 2010.
- [18] E. Nurazizah, M. Ramdhani,S.T.,M.T., A. Rizal,S.T.,M.T., “Rancang Bangun Termometer Digital Berbasis Sensor Ds18b20 Untuk Penyandang Tunanetra (Design Digital Thermometer Based On Sensor Ds18b20 For Blind People,” Universitas Telkom, 2017.
- [19] A. Akbar, “Pengontrol Suhu Air Menggunakan Sensor DS18B20 Berbasis Arduino Uno,” Universitas Sumatra Utara, Medan, 2017.
- [20] L. Wibisono, “Perancangan Sistem Akuisisi Data Sensor Ph Berbasis Lapisan Silika Sol-Gel,” Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2010.
- [21] M. Natsir, D. B. Rendra, A. D. Y. Anggara, “Implementasi Iot Untuk Sistem Kendali Ac Otomatis Pada Ruang Kelas Di Universitas Serang Raya,” Universitas Serang Raya, 2019.
- [22] O. M. Sinaulan, Y. D. Y. Rindengan, B. A. Sugiarto, ” Perancangan Alat Ukur Kecepatan Kendaraan Menggunakan ATMega 16,” Universitas Sam Ratulangi, 2015.
- [23] J. Susilo, “Aplikasi On/Off Pompa Air Otomatis Berbasis Sensor Ultrasonik,” Sekolah Tinggi Manajemen Informatika Dan Komputer Atma Luhur, 2015.