

SISTEM KONTROL KEKERUHAN DAN TEMPERATUR AIR LAUT MENGUNAKAN MICROCONTROLLER ARDUINO MEGA

Anizar Indriani¹, Y. Witanto², Supriyadi¹, Hendra²

¹Program Studi Teknik Elektro, Universitas Bengkulu, Kandang Limun Bengkulu

²Program Studi Teknik Mesin, Universitas Bengkulu, Kandang Limun Bengkulu

E-mail: aniz_raimin@yahoo.com

ABSTRAK -- Sistem kontrol merupakan bagian yang tidak dapat dipisahkan dalam kehidupan sehari-hari. Saat ini penerapan sistem kontrol telah menjamah bidang perkebunan, perikanan ataupun pertanian. Dalam penelitian ini, sistem kontrol akan diterapkan pada proses budidaya perikanan seperti budidaya ikan kerapu. Dimana ikan kerapu memiliki habitat dengan kondisi air laut dengan kadar garam 30 - 33 ppt, kadar oksigen ± 4 ppm, temperatur air laut 24° - 31° C dan kadar keasaman (pH) air laut 7,6 - 7,8. Kecepatan arus air ideal sekitar 20 hingga 40 cm/detik dimana diperlukan untuk pergantian air dan oksigen serta untuk mengalirkan sisa metabolisme ikan serta pakan ikan keluar. Kondisi habitat ikan ini harus dapat dikontrol dengan baik. Di beberapa tempat budidaya ikan kerapu sistem penjagaan kondisi habitat ini dilakukan secara manual. Dengan adanya sistem kontrol, kondisi habitat ini akan sangat mudah dijaga. Dimana dalam penelitian ini difokuskan pada kemampuan sistem kontrol kekeruhan dan temperatur air laut meliputi fungsi sensor, waktu kerja pengontrol dan kinerja peralatan kontrol. Perangkat pengontrol menggunakan microcontroller Arduino Mega dengan beberapa sensor temperatur dan kekeruhan. Sensor temperatur menggunakan tipe DS18S20 dan untuk kontrol kekeruhan menggunakan sensor turbidity. Dari hasil pengujian didapatkan bahwa sistem kontrol ini dapat mengatur dan menjaga kadar kekeruhan dan temperatur air laut dengan arus 0.215 A untuk satu relay dan 0.33 A untuk 3 relay. Untuk kekeruhan dibutuhkan waktu yang dibutuhkan untuk kontrol aktif yaitu 15 detik dengan indikator kekeruhan dari pakan ikan sebanyak 50 gram dan 10 liter air. Untuk kapasitas yang lain 15 liter air didapatkan waktu kontrol aktif pada 40 detik dengan jumlah pakan 50 gram. Hal ini menunjukkan kontrol kekeruhan bekerja dengan baik dengan semakin keruh air laut semakin cepat bekerja sistem kontrol menggantikan air laut untuk tetap menjaga habitatnya. Waktu yang dibutuhkan untuk menurunkan temperatur 1.27° C adalah 6 menit 37 detik dengan kapasitas 10 liter.

Kata kunci: Microcontroller, arus, tegangan, ikan Kerapu, Arduino Mega, kekeruhan

1. PENDAHULUAN

Sistem kontrol merupakan bagian yang tidak terpisahkan saat ini bagi kehidupan sehari-hari. Dimulai dengan peralatan rumah tangga seperti *rice cooker*, *magic jar*, *dispencer*, kulkas, *air conditioner* dan lainnya. Dimana semua peralatan tersebut memiliki sistem pengatur berupa kontrol temperatur, kadar air dan lainnya. Di bidang lain sistem kontrol sangat mudah ditemukan seperti dalam sistem kontrol pesawat terbang, drone, pengolahan makanan, industri manufaktur dan lainnya. Saat ini sistem kontrol sudah dapat digunakan untuk membantu proses pengolahan hasil perkebunan, perikanan dan pertanian. Dimulai dengan kontrol proses pengolahan hingga packing produk, kontrol habitat ikan, kontrol kadar kering dan lainnya. Semua produk tersebut dapat dikontrol menggunakan sistem kontrol *microcontroller* dan *programmable logic control* (PLC).

Pada penelitian terdahulu *microcontroller* digunakan untuk mengatur sirkulasi air panas dan dingin pada kolam ikan kerapu menggunakan ATmega dan Arduino Mega [1] [2]. Ikan kerapu [3] merupakan ikan yang sangat memiliki potensi ekspor yang tinggi dimana memerlukan pengontrolan pada kondisi habitat ikan tersebut jika dilakukan pembudidayaan seperti ikan kerapu

tikus, ikan kerapu macan [4-5] dan ikan kerapu lumpur. Habitat ikan Kerapu berada di dalam laut, karang atau perairan dengan tingkat salinitas yang tinggi. Ikan Kerapu [6] hidup pada kondisi air laut yang mengandung kadar garam 30 - 33 ppt, kadar oksigen ± 4 ppm, temperatur air laut 24° - 31° C dan kadar keasaman (pH) air laut 7,6 - 7,8. Kecepatan arus air ideal sekitar 20 hingga 40 cm/detik dimana kecepatan ini diperlukan untuk pergantian air dan oksigen, mengalirkan sisa metabolisme ikan dan pakan ikan keluar. Budidaya ikan kerapu telah dilakukan pada kolam terbuka, keramba apung [3], air deras [6].

Pengaturan menggunakan sistem kontrol ini telah dapat mengatur sirkulasi air dan menjaga temperatur air laut untuk habitat ikan kerapu. Kekurangan pada penelitian terdahulu adalah belum adanya kontrol kekeruhan air laut akibat metabolisme ikan dan pakan ikan yang larut dalam air laut.

Dalam tulisan ini akan dibuat sistem kontrol kekeruhan terintegrasi dengan kontrol temperatur air laut. Dimana sistem kontrol ini akan mengukur kadar keruh air dan temperaturnya. Jika kadar keruh dan temperatur melewati ambang batas yang disetting maka sistem kontrol akan memerintahkan air bersih dengan temperatur yang sesuai untuk mensuplay air laut ke dalam Kolam. Selain itu juga akan diukur daya keluaran

dari relay yang digunakan pada sistem kontrol air laut ini. Dari hasil pengujian yang dilakukan didapatkan kinerja kontrol kekeruhan dan temperatur air dapat bekerja secara bersamaan.

Sistem kontrol merupakan bagian penting dalam kehidupan sehari-hari pada saat ini. Sistem kontrol terdiri atas *open* dan *close loop*. Dimana sistem ini memiliki beberapa kelebihan dan kekurangan seperti *open loop* yaitu sistem yang sederhana hanya memerlukan input dan output. Sementara *close loop* merupakan sistem kontrol tertutup yang lebih kompleks rangkaian dan sistemnya tetapi menghasilkan sistem kontrol yang lebih baik. Dimana pada sistem tertutup keluaran dari sistem dapat dijadikan *feedback* untuk mengontrol sistem tersebut agar berjalan lebih baik.

Penggunaan sistem kontrol dalam kehidupan sehari-hari dapat dilihat pada sistem pengaturan air, pemanas air, pemasak nasi, sirkulasi udara dan lainnya. Dimana semua aplikasi ini menggunakan sistem *open* dan *close loop*.

Dalam sistem kerja kontrol terdapat dua media pengontrol dalam memindahkan energi yaitu kontrol *on-off* dan kontrol sudut fasa. Kontrol *on-off* sebagai bagian penghubung ke beban sumber AC yang dapat diputus dan dihubungkan sesuai dengan keinginan. Sementara kontrol sudut fasa berfungsi sebagai penghubung beban dengan sumber AC dimana setiap bagian dari putaran tegangan masukan dapat diatur sesuai range pengaturan tegangan secara penuh.

Dalam sistem kontrol, pengaturan itu dapat dilakukan dengan menggunakan media analog digital converter (ADC). IC ADC 0804 merupakan bagian dari ADC yang berfungsi pengubah analog ke digital CMOS 8 bit. Beberapa karakteristik penting dari ADC 0804 adalah:

1. Mempunyai dua masukan analog yaitu: Vin(+) dan Vin(-).
2. Mengkonversikan masukan tegangan analog menjadi keluaran digital 8 bit dengan range 0 sampai 5 V.
3. Mempunyai rangkaian *clock* internal, yang dapat menghasilkan frekuensi *clock* sebesar $f = 1/(1.1RC)$.
4. Dengan frekuensi *clock* 640 KHz waktu konversinya adalah sekitar 100 μ S.
5. ADC 0804 didesain untuk mudah dihubungkan dengan bus data suatu sistem mikroprosesor.

Sistem kontrol saat ini sudah banyak yang menggunakan peralatan kontrol seperti *microcontroller*, PLC dan lainnya. *Microcontroller* merupakan bentuk *single chip* computer yang dapat diprogram untuk melakukan pekerjaan kontrol. *Microcontroller* yang sering digunakan adalah ATtiny, ATmega, AT90S, AT86RF, Arduino Uno, Arduino Mega dan lainnya [1]. Dalam tulisan ini menggunakan *microcontroller*

Arduino Mega untuk mengatur kekeruhan dan temperatur air laut habitat ikan Kerapu.

Ikan kerapu merupakan ikan yang sangat dicari oleh masyarakat karena mengandung gizi yang tinggi berfungsi sebagai keseimbangan kesehatan, anti oksidan dan perkembangan otak seperti mineral dan vitamin berupa asam amino, vitamin B kompleks, tarurin, selenium dan Omega 3. Kandungan gizi yang tinggi menyebabkan ikan kerapu memiliki nilai ekonomis yang tinggi.

Ikan kerapu hidup di habitat laut karang dengan kondisi air laut yang mengandung kadar garam 30 - 33 ppt, kadar oksigen \pm 4 ppm, temperatur air laut 24^o - 31^oC dan kadar keasaman (pH) air laut 7,6 - 7,8. Kecepatan arus air ideal sekitar 20 hingga 40 cm/detik dimana kecepatan ini diperlukan untuk pergantian air dan oksigen, mengalirkan sisa metabolisme ikan dan pakan ikan keluar. Pengaturan kecepatan diperlukan agar arus yang mengalir tidak tinggi yang dapat menyebabkan ikan Kerapu stress, energi dalam air tidak terbuang secara cuma-cuma dan lainnya. Ikan Kerapu termasuk karnivora yang kurang aktif dan dapat dibudidayakan karena daya adaptasi yang tinggi. Ada 3 jenis ikan kerapu, yaitu kerapu tikus, kerapu macan, dan kerapu lumpur.

Budidaya ikan Kerapu harus memperhatikan aspek biologi, fisik dan kimia. Aspek biologis seperti ketersediaan sumber makanan, aspek fisik meliputi temperatur air, kedalaman perairan, kejernihan, kecepatan arus dan dasar laut berkarang/berpasir. Aspek kimia meliputi salinitas, kadar keasaman, kadar oksigen, amoniak dan lainnya. Fluktuasi salinitas dan oksigen dapat mempengaruhi nafsu makan dan pertumbuhan ikan kerapu. Kondisi perairan dengan pH netral sampai sedikit basa merupakan kondisi ideal untuk kehidupan ikan kerapu macan. Dimana pH rendah mengakibatkan ikan menjadi lemah dan mudah diserang penyakit. Kualitas lingkungan habitat ikan Kerapu dapat menurun disebabkan oleh pencemaran dari sisa pakan, kotoran ikan, ikan yang mati dan lainnya. Pencemaran ini akan menurunkan kualitas air, meningkatkan kadar amoniak, mengurangi oksigen dan menyebabkan kegagalan dalam budidaya ikan Kerapu. Penanggulangan pencemaran ini dilakukan dengan cara probiotik [5] yaitu memperbaiki dan mempertahankan kualitas air serta menghambat pertumbuhan organisme pathogen. Hal ini dikenal dengan sistem kontrol biologis [7] yaitu menyeimbangkan kondisi mikrobiologis dengan menggunakan bakteri seperti *Alteromonas* sp., *Bacillus* sp., *Lactobasillus* sp., *Thiobacillus* sp., *Photosyntetic* bacteria, dan bakteri asam laktat (BAL).

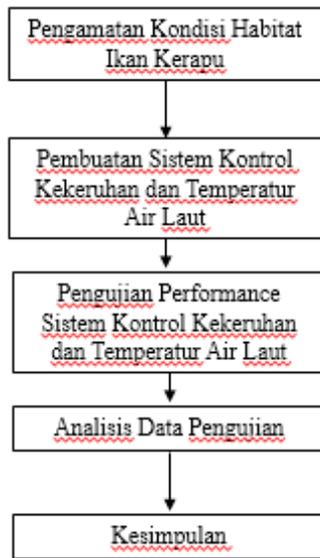
Selain kontrol biologis juga dapat dilakukan dengan kontrol mekanik dan elektrik yaitu kontrol otomatis menggunakan *microcontroller* [1-2][8].

2. METODOLOGI PENELITIAN

Sistem kontrol kekeruhan dan temperatur air laut dilakukan dengan menggunakan *microcontroller* Arduino Mega. Sensor temperatur yang digunakan adalah DS18S20 dan sensor kekeruhan menggunakan turbidity.

2.1 Tahapan Pengujian

Tahapan pengujian sistem kontrol kekeruhan dan temperatur air laut menggunakan *microcontroller* Arduino Mega dapat dilihat pada Gambar 1. Diawali dari pengamatan sistem kerja habitat ikan kerapu dilanjutkan dengan studi literature. Pembuatan sistem kontrol kekeruhan dan temperatur air laut, pengujian sistem kontrol kekeruhan dan temperatur air laut serta kesimpulan.



Gambar 1. Tahapan pengujian sistem kontrol kekeruhan dan temperatur air laut Menggunakan *microcontroller* Arduino Mega

2.2 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan meliputi:

1. *Microcontroller* Arduino Mega untuk sistem kontrol kekeruhan dan temperatur air laut. Bentuk mesin kontrol kekeruhan dan temperatur air laut dapat dilihat pada Gambar



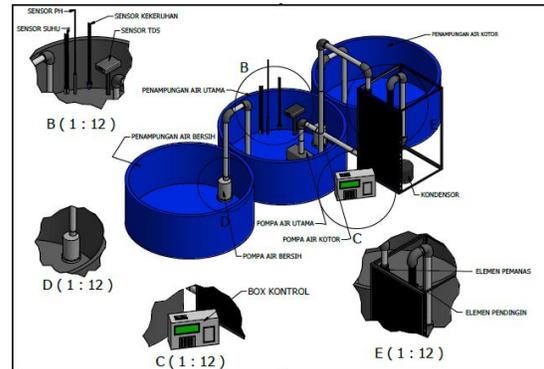
Gambar 2. Bentuk mesin kontrol kekeruhan dan temperatur air laut

2. Kolam ikan dan sistem pemipaannya
3. Mesin pendingin dan pemanas air laut yang berfungsi untuk menaikkan dan menurunkan temperatur air laut.
4. Pompa kolam ikan.
5. Solar cell 200 WP dan betere.
6. Sensor temperatur air laut DS18S20 (lihat Gambar 3).



Gambar 3. Sensor Temperatur Air Laut DS18S20

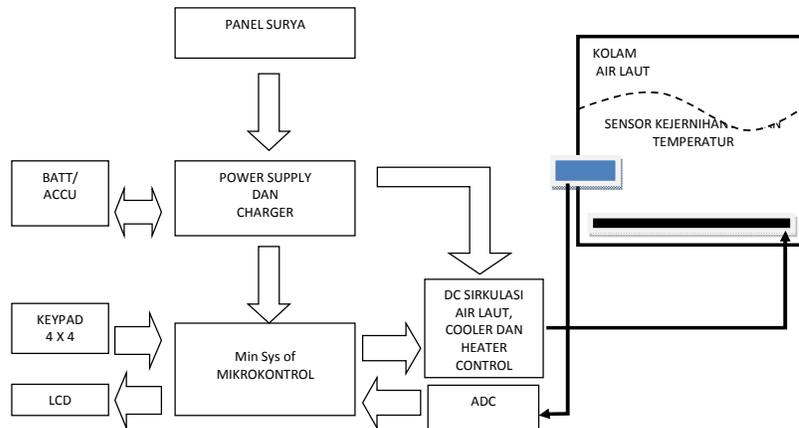
7. Sensor kekeruhan air laut Turbidity.
8. Alat ukur kadar kekeruhan air laut turbidity meter.
9. Multimeter untuk mengukur tegangan dan arus yang dihasilkan oleh mesin kontrol kekeruhan dan temperatur air laut.
10. Power supply
11. ADC



Gambar 4. Rancang bangun sistem kontrol kekeruhan dan temperatur air laut

Rancang bangun sistem kontrol kondisi air laut untuk habitat ikan Kerapu dapat dilihat pada Gambar 4 dengan spesifikasi:

- Kolam Air Laut dan box panel
Ketebalan kaca : 5 mm
Bahan box panel : Kayu / Fiber tebal
- Heater : 0.25 mm Oil
- Cooler : 0.5 mm coiling coil berisi refrigerant
- Evaporator : Tabung Freon
- Keypad : 4 x 4 Keypad
- LCD : 16 x 2 Mono/Green LCD
- Panel Surya : *Photovoltaic*/ PV (Energi Surya)
- Mikrokontrol : Arduino Mega
- Baterai : 24 Volt/ 25

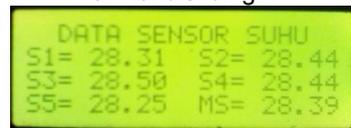


Gambar 5. Mekanisme kerja sistem kontrol kekeruhan dan temperatur air laut

Gambar 5 menunjukkan sistem kerja kontrol kekeruhan dan temperatur air laut menggunakan *microcontroller* Arduino Mega.

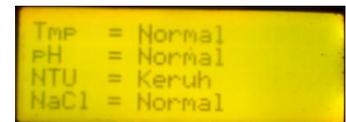
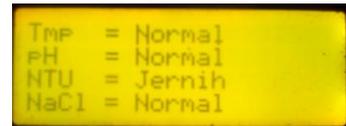
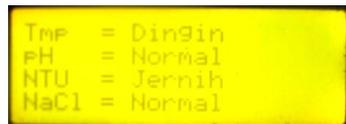


a. Kondisi dingin



b. Kondisi normal

Gambar 6. Kondisi Setingan Temperatur Air Laut



Gambar 7. Tampilan Kondisi Setingan Kekeruhan dan Temperatur Air Laut



Gambar 8. Nilai Kekeruhan Air Laut

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Denah sistem kontrol yang dibuat dapat dilihat pada Gambar 2. Dimana sistem kontrol akan bekerja mengalirkan air melalui pompa jika kondisi air laut memiliki nilai temperatur yang lebih rendah atau tinggi dan juga jika dideteksi air laut dalam kondisi keruh.

Jika temperatur air laut panas maka sistem pendingin dan pompa pengalir air akan aktif untuk mengalirkan air yang telah didinginkan oleh mesin pendingin (temperatur setingan di atas 30°C). Pada saat temperatur air laut melewati nilai 25°C maka sistem pemanas akan aktif untuk memanaskan air yang dialirkan oleh pompa. Besarnya setingan air laut dalam kondisi dingin dan kondisi normal dapat dilihat pada Gambar 6. Untuk kekeruhan air, juga akan mengalami hal yang sama dimana jika air menunjukkan indikasi keruh maka sensor akan memerintahkan mesin kontrol untuk membuat pompa aktif mengalirkan air bersih dari bak penampungan air bersih. Air kotor akan mengalir keluar untuk disaring dan dibersihkan pada bak penampungan lainnya.

Gambar 6 menunjukkan data tentang temperatur panas dan dingin yang terukur. Tampilan layar untuk mengetahui kondisi air laut dalam kondisi sesuai dengan habitat ikan Kerapu ditunjukkan oleh Gambar 7 dan besarnya nilai kekeruhan air laut dapat dilihat pada Gambar 8. Untuk pengujian performance mesin kontrol kekeruhan temperatur air laut berupa arus dan daya didapatkan hasil seperti terlihat pada Tabel 1. Dimana pada Tabel 1 ditunjukkan besarnya arus yang dihasilkan adalah 0.215 A dengan tegangan 12 Volt maka daya yang digunakan adalah 2.58 untuk satu relay. Untuk tiga relay dibutuhkan arus 0.33 A dan daya 2.96 w.

Pada kontrol kekeruhan terlihat waktu yang dibutuhkan adalah 1 menit 3 detik untuk mengaktifkan relay kontrol kekeruhan dan untuk non aktif selama 1 menit 5 detik pada volume 10 liter air laut dengan berat media pengkeruh dari pakan ikan 10 gram. Hal ini berarti relay bekerja

selama 2 detik. Untuk volume yang sama dan berat media pengeruh dari pakan ternak semakin besar 50 gram maka waktu untuk relay aktif adalah 15 detik dan non aktif sebesar 28 detik. Untuk berat media pengeruh 50 gram relay akan bekerja selama 13 detik. Ini menunjukkan semakin besar berat media pengeruh air laut dari pakan ternak maka waktu aktif dan non aktif relay untuk memberikan sinyal agar mesin kontrol aktif memerintahkan pompa untuk mengalirkan air laut bersih akan semakin cepat seperti terlihat pada Tabel 2. Waktu kerja relay juga akan semakin lama. Untuk volume air laut 15 liter juga terlihat fenomena yang sama yaitu 10 gram media pengeruh air laut dari pakan ternak akan mengaktifkan relay untuk memberikan sinyal pada mesin kontrol 37 detik dan untuk menonaktifkan relay selama 39 detik. Untuk 50 gram dibutuhkan waktu untuk relay aktif selama 40 detik dan non aktif 43 detik. Jadi waktu kerja relay untuk 50 gram media pengeruh air laut dari pakan ternak adalah 3 detik.

Untuk kontrol temperatur air laut dalam kondisi pemanasan dan pendinginan dapat dilihat pada Tabel 3. Dimana pada Tabel 3 terlihat bahwa waktu yang dibutuhkan untuk menurunkan temperatur 1.27°C adalah 6 menit 37 detik untuk memerintahkan mesin pendingin bekerja. Untuk kondisi panas waktu yang dibutuhkan untuk menaikkan emperatur 0.85°C adalah 4 menit 50 detik. Hal ini menunjukkan bahwa sistem kontrol ini baik untuk kontrol kekeruhan air laut maupun untuk kontrol temperatur air laut dapat bekerja

dengan baik. Untuk nilai kenaikan temperatur dan waktu yang dibutuhkan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 1. Arus yang dibutuhkan untuk Kontrol Relay

Jumlah Relay On	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)
1 Relay	12	0.215	2.58
2 Relay		0.275	3.30
3 Relay		0.33	3.96
Relay Off			

Tabel 2. Data Pengujian Kontrol Kekeruhan menggunakan Pakan Ikan

Volume Air (Liter)	Jumlah Pakan Ikan (Gram)	Relay On	Relay Off	Lama Kerja Relay
10	10	1 menit 3 detik	1 menit 5 detik	2 detik
	20	51 detik	54 detik	3 detik
	30	34 detik	38 detik	4 detik
	40	17 detik	29 detik	12 detik
	50	15 detik	28 detik	13 detik
15	10	37 detik	39 detik	2 detik
	20	33 detik	38 detik	5 detik
	30	18 detik	25 detik	7 detik
	40	14 detik	20 detik	6 detik
	50	40 detik	43 detik	3 detik

Tabel 3. Data Pengujian Kontrol Temperatur Pemanasan dan Pendinginan

Kondisi Pendinginan								
Volume Air (L)	Tegangan (V)	Arus (A)		Suhu (C)		Waktu	Suhu Lingkungan (C)	Kelembaban (%)
		Pompa	Sistem Pendingin	Awal	Akhir			
10 Liter	219.9	0.234	1.068	31.8	30.53	6:37	31.5	58%
	220.1	0.234	1.068	32.4	30.54	5:24	31.5	58%
	220.4	0.234	1.068	33.5	30.58	9:15	31.5	58%
	220.1	0.234	1.068	34.5	30.46	6:56	31.5	58%
	219.7	0.234	1.068	35.5	30.57	13:24	31.5	58%
Kondisi Pemanasan								
Volume Air (L)	Tegangan (V)	Arus (A)		Suhu (C)		Waktu	Suhu Lingkungan	Kelembaban (%)
		Pompa	Pemanas	Awal	Akhir			
10 Liter	220.2	0.234	0.72	27.5	28.35	4:50	32.4	67
	219.7	0.234	0.72	26.5	28.37	7:03	33	61
	219.9	0.234	0.72	25.5	28.37	9:43	32.9	61
	220.1	0.234	0.72	24.5	28.36	13:10	34.4	56
	219.7	0.234	0.72	23.5	28.35	16:17	34	58

4. KESIMPULAN

Dari sistem kontrol kekeruhan dan temperatur air laut menggunakan *microcontroller* Arduino Mega didapatkan kesimpulan yaitu:

1. Mesin pengontrol dapat mengatur besarnya kadar kekeruhan dan temperatur air laut yang diinginkan untuk habitat ikan kerapu.
2. Pengujian performance mesin kontrol kekeruhan temperatur air laut menghasilkan besar arus sebesar 0.215 A dengan tegangan 12 Volt maka daya yang digunakan adalah 2.58 untuk satu relay. Untuk tiga relay dibutuhkan arus 0.33 A dan daya 2.96 W.
3. Pengujian kontrol kekeruhan menunjukkan waktu yang dibutuhkan untuk mengaktifkan relay kontrol kekeruhan adalah 1 menit 3 detik dan untuk non aktif selama 1 menit 5 detik pada volume 10 liter air laut dengan berat media pengeruh dari pakan ikan 10 gram dimana relay bekerja selama 2 detik. Untuk volume yang sama dan berat media pengeruh dari pakan ternak sebesar 50 gram maka waktu untuk relay aktif adalah 15 detik dan non aktif sebesar 28 detik
4. Semakin besar berat media pengeruh air laut dari pakan ternak maka waktu aktif dan non aktif relay untuk memberikan sinyal agar mesin kontrol aktif memerintahkan pompa agar mengalirkan air laut bersih akan semakin cepat.
5. Waktu yang dibutuhkan untuk menurunkan temperatur 1.27°C adalah 6 menit 37 detik untuk memerintahkan mesin pendingin bekerja. Untuk kondisi panas waktu yang dibutuhkan untuk menaikkan temperatur 0.85°C adalah 4 menit 50 detik dan pemanas bekerja.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih pada Pemerintah Republik Indonesia melalui Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia dan Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Universitas Bengkulu yang telah mendanai penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Indriani, A., Hendra, Witanto, Y., Error of Assembly *Microcontroller* Arduino Mega and ATmega in the Kontrol of Temperatur for Heating and Cooling Sistem, *Applied Mechanics and Materials*, ISSN: 1662-7482, Vol. 842, pp 324-328, doi:10.4028/www.scientific.net/AMM.842.324 Online: 2016-06-2, Trans Tech Publications, Switzerland.
- [2]. Indriani, A., Mesin Pengontrol Temperatur Air Aquarium otomatis Berbasis Mikrokontroler Untuk Budidaya Ikan Kerapu dengan Menggunakan Sumber Energi Terbarukan, Laporan Hibah Bersaing KEMENRISTEKDIKTI, 2015.
- [3]. Subachri, W., Zainuddin, Yanuarita, D., Makmur, Pamudi, Budidaya Ikan Kerapu-Sistem Karamba Jaring Apung dan Tancap, Oktober 2011, WWF-Indonesia.
- [4]. Suwoyo, H. S., Kajian Kualitas Air Pada Budidaya Kerapu Macan (*Epinephelus fuscoguttatus*) Sistem Tumpang Sari Di Areal Mangrove, Berkala Perikanan Terubuk Vol 39 No.2 Juli 2011.
- [5]. Risdianto, D., Amri, J., Athoo' Allah, Z., Aplikasi Probiotik Herbafarm Ikan, Udang Dan Tambak Pada Pemeliharaan Udang Vename (*Litopenaeus Vannamei*) Dan Ikan Kerapu Macan Untuk Meningkatkan Produksi Perikanan Nusantara, Prosiding SNST ke 6 Tahun 2015, ISBN 978-602-99334-4-4.
- [6]. Danakusumah, E., Studi Pendahuluan Budidaya Ikan Kerapu dengan Sistem Air Deras, Makalah yang dipresentasikan dalam Simposium Perikanan Indonesia II, Ujung Pandang, 1997.
- [7]. Izzati, M., Efektifitas *Sargassum Plagyophyllum* dan *Gracilaria Verrucosa* dalam menurunkan Kandungan Amoniak, Nitrit dan Nitrat dalam Air Tambak, F. MIPA UNDIP.
- [8]. Indriawati, K., Pembuatan Modul Kontrol Kualitas Air Tambak Udang Sebagai Sarana Pembelajaran Perbaikan Teknik Budidaya Udang, Jurusan Teknik Fisika FTI –ITS.