

# RANCANG BANGUN SISTEM KONTROL KADAR OKSIGEN DI DALAM AIR PADA KOLAM PEMBENIHAN IKAN LELE MUTIARA DI UNIT KERJA BUDIDAYA AIR TAWAR (UKBAT) WONOCATUR CANGKRINGAN, SLEMAN, YOGYAKARTA

## DESIGN OF DISSOLVED OXYGEN CONTROL SYSTEM IN THE WATER OF THE MUTIARA CATFISH HATCHERY POND IN DEPARTEMENT OF FISHERIES WONOCATUR CANGKRINGAN, SLEMAN, YOGYAKARTA

Mela Yusvarina<sup>1)</sup> dan Sumarna, M.Si., M.Eng.<sup>2)</sup>

NIM. 12306141002 <sup>1)</sup> dan NIP. 19610308 199101 1 001 <sup>2)</sup>

Mahasiswa Prodi Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Yogyakarta <sup>1)</sup> dan

Dosen Prodi Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Yogyakarta <sup>2)</sup>

[melayusvarina33@gmail.com](mailto:melayusvarina33@gmail.com)

### Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui cara membuat sensor polarografik, mengetahui rancang bangun sistem kontrol oksigen terlarut pada kolam pembenihan lele dan mengetahui perbandingan hasil panen benih ikan lele antara kolam pembenihan yang dipasang *aerator* dan kolam yang dipasang alat kontrol oksigen. Sensor polarografik dibuat sebagai pendeteksi oksigen di dalam air dengan menggunakan katoda platina dan anoda perak yang diberi KCl 0,1 M sebanyak 1,5 ml dan ditutup dengan membran PTFE. Arduino digunakan sebagai komparator dan pemutar motor servo. Metode yang digunakan untuk menganalisis rangkaian sistem kontrol oksigen adalah diagram blok. Hasil pengujian tegangan referensi sensor sebesar 0,7 V. Servo berputar 120° regulator terbuka dan 180° saat regulator tertutup. Panjang rata-rata benih pada kolam yang diberi *aerator* sebesar  $(1,8 \pm 0,3)$  cm dan massa rata-ratanya  $(0,14 \pm 0,06)$  gram. Sedangkan panjang rata-rata benih pada kolam yang diberi alat pengendali oksigen sebesar  $(3,0 \pm 0,5)$  cm dan massa rata-ratanya  $(0,3 \pm 0,2)$  gram. Perbedaan panjang rata-rata benih antara dua kolam signifikan, sedangkan perbedaan massa rata-rata kedua kolam tidak signifikan.

Kata kunci: sistem kontrol, oksigen, sensor polarografik, benih lele Mutiara

### Abstract

*This research was aimed to make polarographic oxygen sensor, to design dissolved oxygen control system in the Mutiara catfish hatchery pond and to determine the ratio of catfish fry between the pond which used aerator and the pond which used dissolved oxygen control device. Polarographic oxygen sensor was created as a detector of the oxygen in the water used a platinum cathode and a silver anode which was added 1.5 ml of KCl 0.1 M, and was covered with a PTFE membrane. Arduino was used as a comparator and servo motor controller. The method used to analyse oxygen control system was block diagram. The result of the reference voltage of sensor was 0.7 V. Servo rotated 120°, regulators opened and 180° when the regulator was closed. The average length of the catfish fry in the pond which used aerator was  $(1.8 \pm 0.3)$  cm and the average mass was  $(0.14 \pm 0.06)$  grams. While the average length of catfish fry in the pond which used oxygen control system device was  $(3.0 \pm 0.5)$  cm and average mass was  $(0.3 \pm 0.2)$  grams. The difference in average length of catfish fry between two pond was significant, while the difference in average mass of both was insignificant.*

*Keywords: control system, oxygen, polarographic oxygen sensor, fry of Mutiara catfish*

## I. PENDAHULUAN

Keberhasilan bisnis budidaya perikanan tidak lepas dari ketersediaan benih ikan. Benih merupakan komponen *input* dan sangat

menentukan untuk tahap selanjutnya, yaitu pembesaran.

Kebutuhan benih ikan lele di kelompok tani kelurahan Wukirsari kecamatan Cangkringan, Sleman, Yogyakarta sangat tinggi.

Pada tahun 2012, bibit lele yang dibutuhkan untuk 262 buah kolam pembesaran sekitar 943200 ekor. Namun penyedia bibit lele di sekitar daerah Cangkringan hanya mampu memenuhi sekitar 419200 ekor [1]. Nilai *survival rate* larva ikan lele di BPTKP Unit Kerja Wonocatur sebesar 34,22% atau tingkat kematian larva sebesar 65,78% untuk satu kali siklus pembenihan dengan jumlah larva awal yang ditebar sebanyak 60000 ekor [2].

Faktor yang menyebabkan tingginya tingkat kematian larva salah satunya adalah rendahnya kualitas air. Kualitas air dapat dilihat dari kadar oksigen yang larut di dalam air. Kebutuhan oksigen ikan dipengaruhi oleh umur, aktivitas serta kondisi perairan. Semakin tua dan semakin besar ukuran ikan, konsumsi oksigen semakin rendah [3]. Kadar oksigen kurang dari 4 mg/l menyebabkan larva ikan lele menjadi *stress*. Rendahnya oksigen menyebabkan larva ikan kurang nafsu makan dan berkembangnya bakteri infeksi yang dapat menjadi masalah serius pada larva. Jika kekurangan oksigen tersebut berlangsung (4–6) jam, larva akan mati [4].

Kegiatan produksi benih lele di UKBAT Wonocatur menggunakan berbagai macam alat penunjang seperti *aerator*, bak penampungan, DO meter, pH meter dan lain-lain. Untuk memenuhi *supply* oksigen pada kolam pembenihan digunakan sistem aerasi yang selalu hidup. Kadar oksigen pada kolam yang diberi aerasi sekitar 5 mg/l.

Seiring perkembangan teknologi, sistem kontrol oksigen terlarut dapat digunakan sebagai alternatif dalam memenuhi kebutuhan oksigen benih. Sistem kontrol yang akan dibuat oleh

peneliti menggunakan gas oksigen yang ditampung dalam tabung oksigen. Dalam perancangan sistem kontrol oksigen di dalam air tersebut juga diperlukan sensor oksigen terlarut.

Sensor polarografik atau voltametrik merupakan sensor yang dapat mendeteksi oksigen di dalam air. Sensor tersebut terdiri dari dua elektroda yaitu platina atau emas sebagai elektroda negatif dan perak sebagai elektroda positif. Perubahan arus yang dihasilkan sebanding dengan jumlah oksigen yang bereaksi.

## II. METODE PENELITIAN

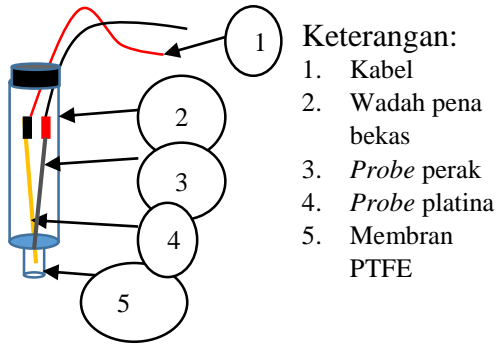
### A. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan mulai bulan Februari 2016 sampai bulan Agustus 2016 di Balai Pengembangan Teknologi Kelautan dan Perikanan (BPTKP) UKBAT Wonocatur, Cangkringan, Sleman, Yogyakarta.

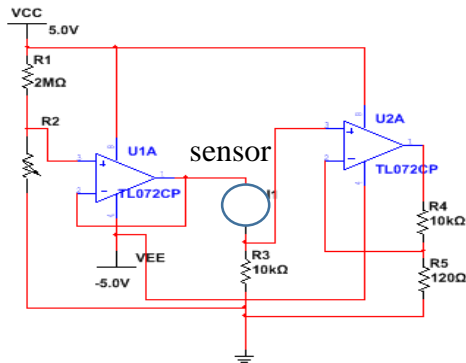
### B. Instrumen Penelitian

#### 1. Pembuatan sensor polarografik

Untuk membuat sensor polarografik digunakan 1 buah platina dengan diameter 1,98 mm dan panjang 5 cm; 1 buah perak dengan diameter 0,77 mm dan panjang 8 cm; membran PTFE panjang 10 cm, lebar 1,9 cm tebal 0,02 cm; KCl 0,1 M sebanyak 1,5 ml; rangkaian tegangan referensi sensor dan rangkaian penguat *non inverting*. Desain sensor ditunjukkan oleh Gambar 1. Sedangkan rangkaian sensor ditunjukkan oleh Gambar 2.



Gambar 1. Desain Sensor Oksigen Polarografik



Gambar 2. Desain Rangkaian sensor

## 2. Pembuatan Rangkaian Penghubung Motor Servo dengan Regulator Tabung Oksigen

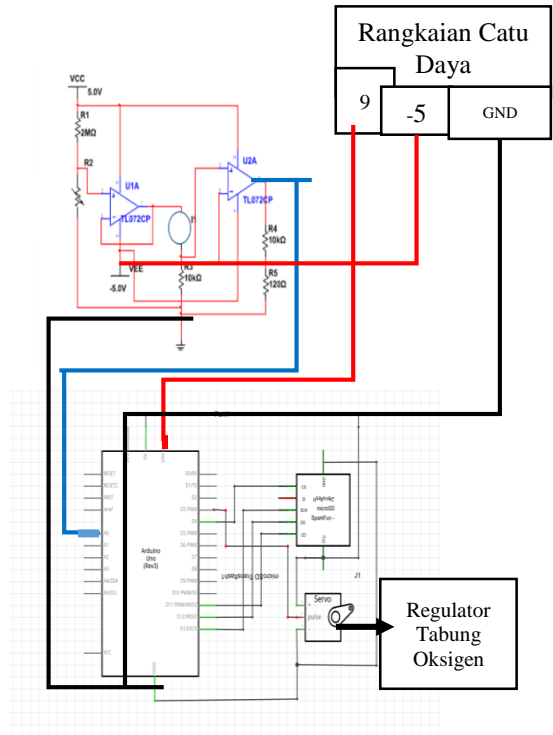
Untuk membuka dan menutup regulator secara otomatis, digunakan motor servo. Namun, motor servo tidak dapat dihubungkan langsung dengan regulator, sehingga diperlukan gear untuk menghubungkan keduanya. Rangkaian tersebut ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Desain Rangkaian Motor Servo dengan Regulator Oksigen

## 3. Rangkaian Total Sistem Kontrol Oksigen

Rangkaian sistem kontrol ditunjukkan oleh Gambar 4.

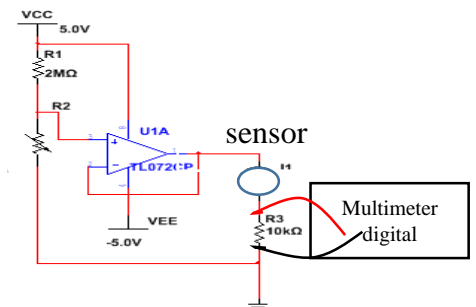


Gambar 4. Rangkaian Sistem Kontrol Oksigen

## C. Teknik Pengambilan Data

### a. Penentuan Tegangan Referensi untuk Sensor

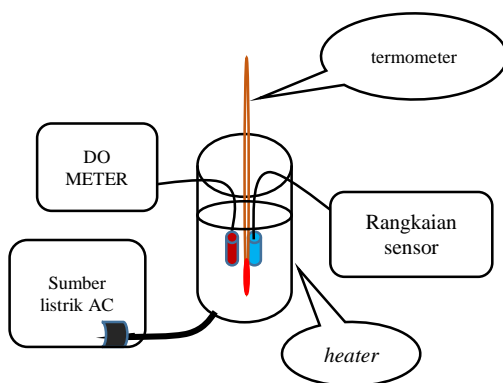
Rangkaian alat untuk menentukan tegangan referensi sensor seperti pada Gambar 5. Tegangan referensi dibuat dari (0,1 – 1) V. Tegangan referensi yang dipilih adalah tegangan referensi yang membuat tegangan keluar sensor dalam keadaan *steady*.



Gambar 5. Rangkaian Percobaan Penentuan Tegangan Referensi Sensor

## b. Karakterisasi Sensor Oksigen Polarografik

Karakterisasi sensor oksigen polarografik dilakukan dengan memvariasi kadar oksigen terlarut. Untuk mendapatkan nilai kadar oksigen yang bervariasi dilakukan dengan metode pemanasan. Air yang akan diukur oksigennya dipanaskan dengan menggunakan *heater* air. Kemudian diukur tegangan keluaran sensor setiap bertambahnya suhu. Setelah itu dibandingkan dengan kadar oksigen yang terukur oleh DO meter. Pengukuran oksigen menggunakan DO meter dan sensor dilakukan pada waktu yang sama. *Set* alat percobaan ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Set Alat untuk Karakterisasi Sensor

## c. Pengujian Pengaruh Sudut Putaran Motor Servo Terhadap Keluaran Oksigen Dari Tabung Oksigen

Pengujian pengaruh sudut putar motor servo dilakukan karena motor servo digunakan sebagai pemutar regulator tabung oksigen. Besar putaran motor servo mempengaruhi banyaknya oksigen yang keluar dari tabung oksigen. Hasil pengujian ini juga untuk menentukan sudut

*Rancang Bangun Sistem.... (Mela Yusvarina)*  
saat oksigen yang keluar bernilai tertentu dan pada saat oksigen tidak keluar sama sekali.

## d. Pengukuran Panjang dan massa Benih ikan lele Mutiara Hasil Panen

Pengukuran panjang dan benih ikan lele Mutiara dilakukan saat pemanenan. Pengukuran dilakukan pada 100 sampel benih yang diambil secara acak. Pengukuran panjang benih dilakukan menggunakan penggaris, sedangkan untuk mengukur massa benih ikan lele digunakan timbangan benih.

## D. Teknik Analisis Data

### a. Analisis Diagram Blok

Peneliti membuat diagram blok berdasarkan prinsip kerja dan rangkaian listrik pada sistem kontrol oksigen.

### b. Analisis Penentuan Tegangan Referensi Sensor

Hasil pengukuran tegangan keluaran sensor terhadap tegangan referensi sensor diplot menggunakan perangkat lunak Origin Lab 6.1.

### c. Analisis Pengukuran Panjang dan Massa Benih ikan Lele Mutiara Hasil Panen

Sampel yang diukur panjang dan massanya sebanyak 100 sampel benih yang diambil secara acak. Hasil pengukuran panjang dan massa benih dipilah menggunakan grafik. Data hasil pemilahan dihitung rata-rata dan ralatnya menggunakan persamaan (1) dan persamaan (2).

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} \quad (1)$$

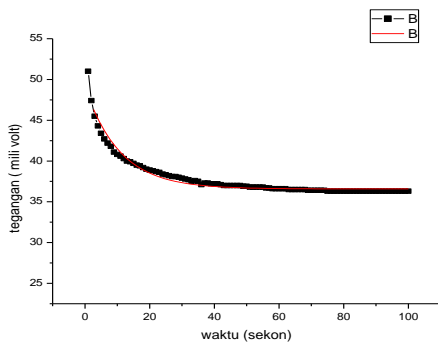
$$\Delta \bar{x} = \sqrt{\frac{\sum(x-\bar{x})^2}{n-1}} \quad (2)$$

dengan  $\bar{x}$  adalah rata-rata data dan  $n$  adalah jumlah data.

### III. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### A. Penentuan Tegangan Referensi Sensor Oksigen Polarografik

Tegangan referensi yang divariasikan sebesar (0,1 – 1) V. Tegangan referensi dihubungkan pada sensor, kemudian dilakukan pengukuran tegangan keluaran sensor dengan menggunakan multimeter. Pengambilan data dilakukan selama 100 detik. Tegangan referensi yang tepat untuk sensor polarografik adalah 0,7 V seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 7.



Gambar 7. Grafik Hubungan Antara Waktu dengan Tegangan Keluaran Sensor pada Tegangan Referensi 0,7 V

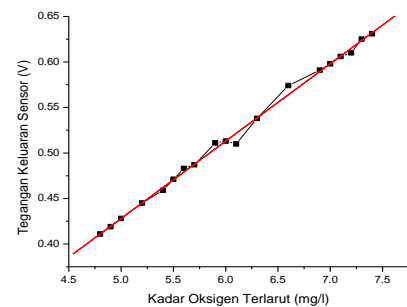
#### B. Karakterisasi Sensor Oksigen Polarografik

Karakterisasi sensor diperlukan untuk mengetahui kerja sensor. Karakterisasi dilakukan dengan cara membandingkan nilai tegangan keluaran sensor dengan kadar oksigen terlarut. Tegangan referensi yang dihubungkan

pada sensor sebesar 0,7 V. Kemudian dilakukan pengukuran nilai hambatan potensiometer pada saat tegangan 0,7 V. Hasil data karakterisasi sensor polarografik ditunjukkan pada Tabel 1 dan grafik hubungan antara kadar oksigen dan tegangan keluaran sensor ditunjukkan oleh Gambar 8.

Tabel 1. Data Karakterisasi Sensor

Suhu (°C)	Kadar Oksigen (mg/l)	Tegangan Keluaran Sensor (V)
27	7.5	0.638
28	7.4	0.631
29	7.3	0.625
30	7.2	0.610
31	7.1	0.606
32	7	0.598
33	6.9	0.591
34	6.6	0.574
35	6.3	0.538
36	6.1	0.510
37	6	0.513
38	5.9	0.511
39	5.7	0.487
40	5.6	0.483
41	5.5	0.471
42	5.4	0.459
43	5.2	0.445
44	5	0.428
45	4.9	0.419
46	4.8	0.411



Gambar 8. Grafik Hubungan Antara Kadar Oksigen Terlarut dengan Tegangan Keluaran Sensor

### C. Pengujian Pengaruh Sudut Putaran Motor Servo Terhadap Keluaran Oksigen Dari Tabung Oksigen

Pengujian putaran motor servo terhadap keluaran oksigen dari tabung oksigen dilakukan untuk mengetahui pada sudut berapa regulator membuka dan menutup dengan sempurna. Data yang diperoleh ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Data Pengujian Sudut Servo

Sudut Putaran Servo (°)	Oksigen yang keluar per menit l/min			Keadaan Kran Regulator
0	12	12	12	Membuka
30	12	12	11,5	Membuka
60	11	11	10	Membuka
90	9	9	8,5	Membuka
120	6	6,5	5	Membuka
150	0	0	0	Menutup
180	0	0	0	Menutup

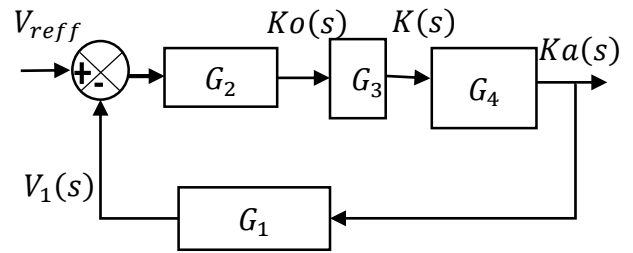
Berdasarkan hasil data yang diperoleh pada Tabel 2, peneliti memutuskan untuk mengatur putaran servo sebesar 120° saat regulator membuka dan 180° saat regulator menutup.

### D. Sistem Kontrol Kadar Oksigen di Dalam Air

Dalam perancangan sistem kontrol, langkah pertama yang harus dilakukan adalah menganalisis sistem yang akan dikontrol terlebih dahulu. Analisis sistem kontrol yang digunakan dalam penelitian ini adalah diagram blok.

Diagram blok suatu sistem adalah suatu penyajian bergambar dari fungsi yang dilakukan oleh tiap komponen dan aliran sinyalnya. Antarblok dihubungkan oleh garis yang menyatakan arah dari aliran sinyal. Anak panah yang menuju blok menunjukkan

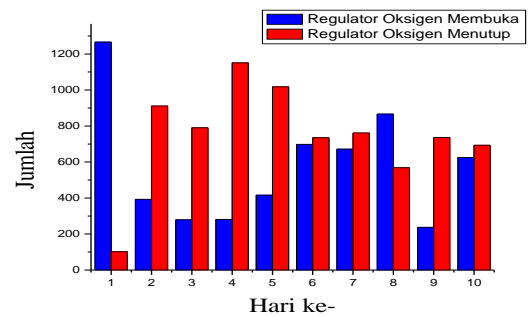
masukannya dan anak panah yang meninggalkan blok menunjukkan keluarannya [5]. Diagram blok untuk sistem kontrol oksigen ditunjukkan oleh Gambar 9.



Gambar 1. Diagram Blok Secara Keseluruhan

### E. Pengujian Alat Sistem Kontrol Oksigen

Pada pengujian alat sistem kontrol oksigen terjadi dua proses yaitu menutupnya regulator oksigen dan membukanya regulator oksigen. Banyaknya proses menutup dan membukanya regulator oksigen ditunjukkan dengan grafik pada Gambar 10.

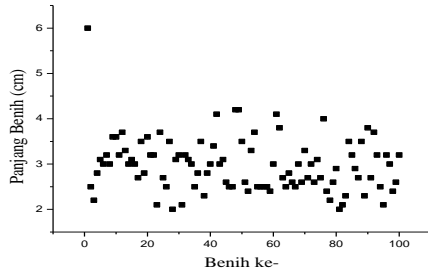


Gambar 10. Grafik Banyaknya Proses Menutup dan Membukanya Regulator Oksigen per Hari

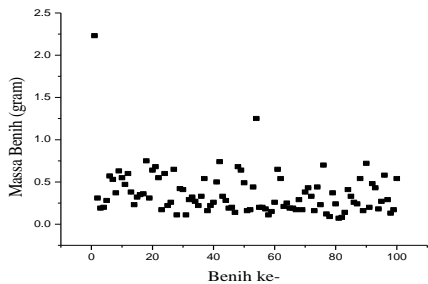
### F. Pengukuran Panjang dan Massa Benih Ikan Lele Hasil Panen

Pengukuran panjang dan massa benih ikan lele hasil panen dilakukan untuk membandingkan hasil benih pada dua kolam yang diberi perlakuan yang berbeda. Pada kolam yang pertama diberi aerasi dari *aerator* untuk mengendalikan oksigen, sedangkan kolam kedua diberi oksigen

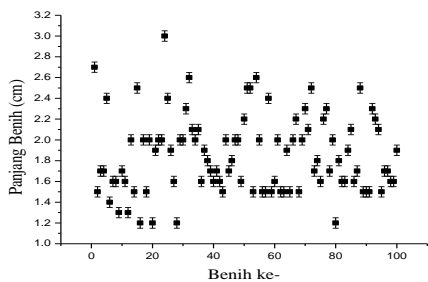
sebagai pengendali oksigen. Pemanenan benih ikan lele Mutiara dilakukan pada saat benih berumur 14 hari. Hasil pengukuran panjang dan massa benih ditunjukkan oleh Gambar 11 sampai dengan Gambar 14.



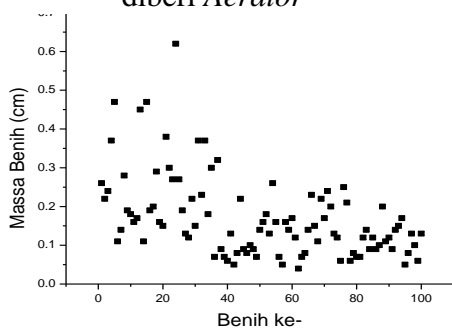
Gambar 11. Grafik Panjang Benih Ikan Lele Mutiara pada Kolam yang diberi Alat Pengendali Oksigen



Gambar 12. Grafik Massa Benih Ikan Lele Mutiara pada Kolam yang diberi Alat Pengendali Oksigen



Gambar 13. Grafik Panjang Benih Ikan Lele Mutiara pada Kolam yang diberi Aerator



Gambar 14. Grafik Massa Benih Ikan Lele Mutiara pada Kolam yang Diberi Aerator

Berdasarkan grafik pada Gambar 11 dan 12, peneliti membuang data ke-1 dan data ke-59, sehingga diperoleh 98 data yang kemudian dihitung rata-rata dan ralatnya dengan menggunakan persamaan (1) dan (2) dan diperoleh hasil panjang rata-rata benih pada kolam perlakuan sebesar  $(3,0 \pm 0,5)$  cm dan massa rata-ratanya  $(0,3 \pm 0,2)$  gram. Sedangkan berdasarkan grafik pada Gambar 13 dan 14, peneliti membuang data sebanyak 9 data. Panjang rata-rata benih pada kolam kontrol sebesar  $(1,8 \pm 0,3)$  cm dan massa rata-ratanya  $(0,14 \pm 0,06)$  gram, sehingga dapat disimpulkan bahwa ikan pada kolam yang diberi alat oksigen panjang dan massa benihnya lebih besar dibandingkan pada kolam yang hanya diberi *aerator*.

#### IV. KESIMPULAN DAN SARAN

##### A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan data dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Telah dibuat sensor polarografik dengan komponen yang dibutuhkan seperti platina, perak, membran PTFE, larutan KCl 0,1 M, dan wadah untuk elektroda. Pembuatan sensor dilakukan dengan cara merangkai kedua elektroda dan dimasukkan ke dalam wadah bekas pena. Kemudian wadah diisi larutan KCl 0,1 M sebanyak 1,5 ml dan ujung wadah ditutup dengan membran PTFE. Setelah itu memilih tegangan referensi untuk sensor serta pengujian sensor. Pada



penelitian ini diperoleh data tegangan referensi sensor sebesar 0,7 V.

2. Telah dibuat sistem kontrol kadar oksigen di dalam air pada kolam pembenihan ikan lele Mutiara yang terdiri dari rangkaian sensor oksigen, Arduino Uno, rangkaian motor servo dan tabung oksigen sebagai pengendaliannya. Ketika kadar oksigen kurang dari 5 ml/L, motor servo berputar ke sudut 120° dan regulator dalam keadaan terbuka. Ketika kadar oksigen telah memenuhi 5 ml/L, motor servo berputar ke sudut 180° dan regulator dalam keadaan tertutup.
3. Panjang rata-rata benih pada kolam yang diberi *aerator* sebesar  $(1,8 \pm 0,3)$  cm dan massa rata-ratanya  $(0,14 \pm 0,06)$  gram. Sedangkan panjang rata-rata benih pada kolam yang diberi alat pengendali oksigen sebesar  $(3,0 \pm 0,5)$  cm dan massa rata-ratanya  $(0,3 \pm 0,2)$  gram. Perbedaan panjang rata-rata benih

*Rancang Bangun Sistem.... (Mela Yusvarina)*  
antara dua kolam signifikan, sedangkan perbedaan massa rata-rata kedua kolam tidak signifikan.

## V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Gatot Ario Wibisono. (2012). Studi Kelayakan Investasi Pembuatan Perikanan Pembibitan Ikan Lele Dalam Perspektif Supply Chain Management. *Skripsi*. Yogyakarta: Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga
- [2] Ridho Akbar Yosanto. (2015). Pembenihan dan Pembesaran Ikan Lele Sangkuriang Clarias sp. Di Unit Kerja Budidaya Air Tawar Wonocatur Cangkringan Sleman Yogyakarta. *Tugas Akhir*. Program Keahlian Teknologi Produksi dan Manajemen Perikanan Budidaya Institut Pertanian Bogor.
- [3] Yashinta Fujaya. (2002). *Fisiologi Ikan*. Makasar: Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan Nasional.
- [4] Wellborn, Dr. Thomas L., Jr., Leader, Extension Wildlife and Fisheries Department. (1914). *Catfish Farmer's Handbook*. Oxford: Mississippi State University.
- [5] Ogata, Katsuhiko. (1996). *Teknik Kontrol Otomatik*. (Alih Bahasa: Edi Laksono). Jakarta: Erlangga.

Yogyakarta, November 2016

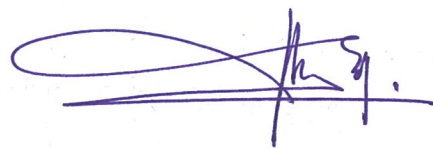
Mengetahui,

Reviewer



Agus Purwanto, M.Sc.  
NIP. 19650813 199512 1 001

Pembimbing



Sumarna, M.Si., M.Eng.  
NIP. 19610308 199101 1 001