

Analisis dan Pemanfaatan Tabung Optik Bentuk U Untuk Pengukuran Kekeruhan Air Kolam Budi Daya Ikan Serta Pengontrolannya Menggunakan Programmable Logic Controller (PLC)

Dewi Sartika Rhomadhani, Gurum Ahmad Pauzi & Warsito

Jurusan Fisika FMIPA Universitas Lampung

Jl.Prof. Dr. Soemantri Brojonegoro No.1 Gedung Meneng Bandar Lampung 35145

E-mail: dewisartikarhomadhani@gmail.com, gurum4in@yahoo.com

Diterima (16 Agustus 2015), direvisi (15 September 2015)

Abstract. *It has been realized a turbidity sensor from U shape optical materials for controlling turbidity of pond's water fish farming using PLC. The U shape turbidity sensor consists of a RGB LED as transmitter and LDR as receiver. This research made a round-shape turbidity sensor from optical materials and turbidity sensor without optical materials also. Turbidity sensor has calibrated by using turbidimeter with Nephelometric Turbidity Units (NTU). Water samples were measured from 0 NTU-900 NTU. The water turbidity of pond fish farming was controlled by Omron PLC CPM1A. The vacuum pump system and sewerage works when the pool water turbidity reaches a reference turbidity, which is 400 NTU. When turbidity was under turbidity reference, the system stops working. Based on the results of research using a U-shaped optical materials turbidity respond output sensor was only about 0.01 volts-0.03 volts. On the other hand the round-shape from optical materials turbidity sensor did not respond to changes in turbidity, while the turbidity sensor without optical materials give linear response.*

Keywords. *Optical materials, Omron PLC CPM1A, turbidity.*

Abstrak. *Telah direalisasikan sensor kekeruhan dari bahan optik bentuk U untuk pengontrolan kekeruhan air kolam budi daya ikan menggunakan PLC. Sensor kekeruhan bahan optik bentuk U terdiri dari LED RGB sebagai transmitter dan LDR sebagai receiver. Dibuat juga sensor kekeruhan dari tabung optik bentuk lingkaran dan sensor kekeruhan tanpa bahan optik. Pengkalibrasian sensor terhadap tingkat kekeruhan menggunakan turbidimeter yang memiliki satuan Nephelometric Turbidity Units (NTU). Sampel air yang diukur dari 0 NTU-900 NTU. Pengontrolan kekeruhan air kolam budi daya ikan menggunakan PLC Omron CPM1A. Sistem pompa penghisap dan pembuangan air bekerja ketika kekeruhan air kolam mencapai kekeruhan referensi, yaitu 400 NTU. Saat kekeruhan berada dibawah kekeruhan referensi sistem berhenti bekerja. Berdasarkan hasil penelitian menggunakan sensor kekeruhan bahan optik bentuk U output sensor berkisar 0,01 volt-0,03 volt. Sementara, sensor kekeruhan bahan optik bentuk lingkaran memberikan respon tetap terhadap perubahan kekeruhan, dan sensor kekeruhan tanpa bahan optik memberikan respon linier.*

Kata Kunci. *Bahan optik, kekeruhan, PLC Omron CPM1A*

PENDAHULUAN

PLC merupakan sistem yang dapat memanipulasi, mengeksekusi dan atau memonitor keadaan proses pada laju yang amat cepat, dengan dasar data yang bias di program dalam sistem berbasis mikroprosesor integral (Rozan *et al*, 2005). Banyak kelebihan penggunaan alat kontrol tersebut dibandingkan dengan sistem kontrol proses konvensional, diantaranya jumlah kabel yang dibutuhkan bisa berkurang, mengkonsumsi daya yang lebih rendah, bisa dengan cepat mendeteksi kesalahan, dan *sparepart* yang dibutuhkan tidak banyak, tetapi terdapat kelemahan sistem kontrol, yaitu kesulitan saat dilakukan penggantian dan kesulitan dalam pelacakan kesalahan (Setiawan, 2005). Pada pelaksanaannya sebagai kontrol sistem, PLC ini didukung oleh perangkat lunak yang merupakan bagian penting dari PLC. Program PLC biasanya terdiri dari 2 jenis, yaitu *ladder* diagram dan instruksi dasar diagram, setiap PLC mempunyai perbedaan dalam penulisan program (Anwar, 2010). Berbagai macam PLC yang digunakan dalam perindustrian diantaranya Siemens, Omron, Mitsubishi, dan Allen Bradley.

Sebagai negara kepulauan yang besar, dengan pulau-pulau seluas $\pm 1.900.000 \text{ km}^2$, dan lautan seluas $\pm 6.864 \text{ km}^2$, maka Indonesia adalah negara perikanan yang memiliki potensi tinggi. Keadaan ini cukup mencerminkan luas dan tingginya potensi perikanan, besar peluang untuk menggali sumber-sumber hayati perairan yang belum dimanfaatkan. Selain perairan laut yang demikian luas, Indonesia juga memiliki perairan darat yang cukup luas, yaitu sekitar 15 juta hektar (Susanto, 2009) sehingga masyarakat Indonesia memanfaatkannya untuk membudidayakan ikan. Dalam pembudidayaan ikan hal yang harus diperhatikan, yaitu kualitas air salah satunya kekeruhan air. Kekeruhan air dalam budi daya ikan yang baik, yaitu 200-400 NTU. Kekeruhan air menyebabkan ikan

sulit bernafas karena kekurangan oksigen. Selain itu, insang akan tertutup oleh partikel-partikel lumpur, batas pandang ikan berkurang, dan nafsu makan berkurang.

Kekeruhan adalah keadaan buram atau kekaburan dari cairan yang disebabkan oleh partikel individu (padatan tersuspensi) yang umumnya tidak terlihat dengan mata telanjang, mirip dengan asap di udara. Kekeruhan dalam air permukaan dapat disebabkan oleh pertumbuhan *fitoplankton*, kegiatan manusia yang mengganggu tanah, seperti konstruksi dapat menyebabkan tingkat sedimen yang tinggi ketika memasuki perairan selama musim hujan karena limpasan air hujan sehingga menciptakan kondisi keruh (Kautsar, 2010). Tingkat kekeruhan suatu zat cair dapat diukur menggunakan suatu alat, yaitu turbidimeter.

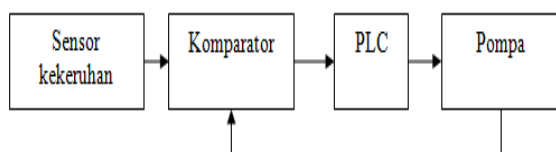
Turbidimeter adalah suatu metoda analisis kuantitatif yang berdasarkan pada pelenturan sinar oleh suspensi zat padat. Pada dasarnya yang diukur adalah perbandingan antara intensitas sinar yang diteruskan dengan intensitas sinar mula-mula. Namun, alat ukur tersebut memerlukan biaya yang tidak sedikit untuk mendapatkannya. Oleh karena itu, selalu ada metode-metode untuk pengukuran kekeruhan dengan standar yang sama dan kualitas yang baik.

Dengan demikian peneliti memanfaatkan bahan optik bentuk U sebagai sensor kekeruhan untuk mengendalikan kekeruhan air kolam budi daya ikan dengan menggunakan PLC Omron CPM1A sebagai kontrolnya. Sensor kekeruhan ini menggunakan *Light Emitting Diode* (LED) *Red, Green, Blue* (RGB) sebagai transmitter, dan *Light Dependent Resistor* (LDR) sebagai *receiver* dan diasumsikan efektif, mudah dibersihkan, LED dan LDR tidak basah, bahan optik yang mudah didapatkan, murah, dan dapat dibuat dengan mudah.

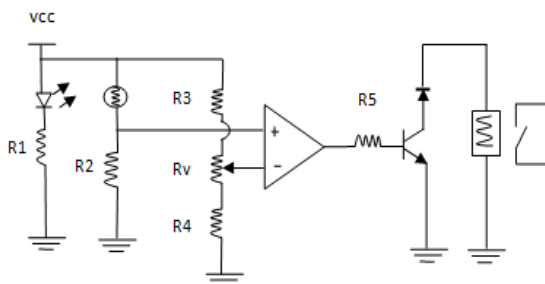
METODE PENELITIAN

Sensor kekeruhan dibuat dari bahan optik dari lampu neon yang tidak terpakai lagi digunakan sebagai sensor untuk mengontrol kekeruhan. LDR dan LED RGB dipasang di ujung tabung optik bentuk U. Didalam tabung optik diberi air sebagai medium rambatan cahaya dari LED ke LDR.

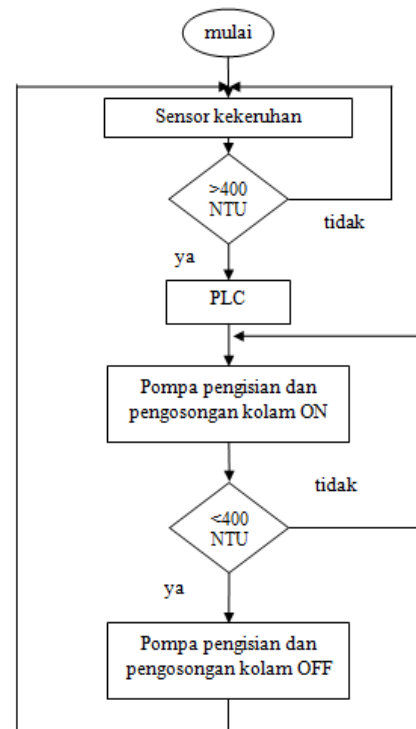
Gambar 1 merupakan diagram blok penelitian, keluaran sensor kekeruhan berupa tegangan dibandingkan dengan komparator kemudian dijadikan sebagai input PLC untuk mengeksekusi program PLC, yaitu mengaktifkan kerja pompa pengisian dan pengosongan air di dalam kolam. Apabila kekeruhan air kolam telah mencapai referensi pompa pengisian dan pengosongan air berhenti. **Gambar 2** adalah rangkaian sensor kekeruhan dengan komparator. **Gambar 3** merupakan diagram alir rancangan sistem. Referensi kekeruhan air untuk perkembangan pada budi daya ikan umumnya yaitu berkisar antara 25-400 NTU (Cahyono, 2002) pada penelitian ini 400 NTU menjadi referensi nilai kekeruhan budi daya ikan.



Gambar 1. Diagram blok penelitian



Gambar 2. Rangkaian sensor



Gambar 3. Diagram alir rancangan sistem

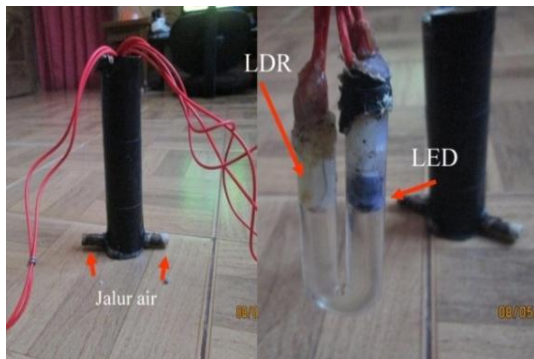
Rangkaian komparator dibutuhkan untuk membandingkan tegangan keluaran sensor dengan referensi. Tujuannya untuk mengaktifkan relay.

HASIL DAN PEMBAHASAN

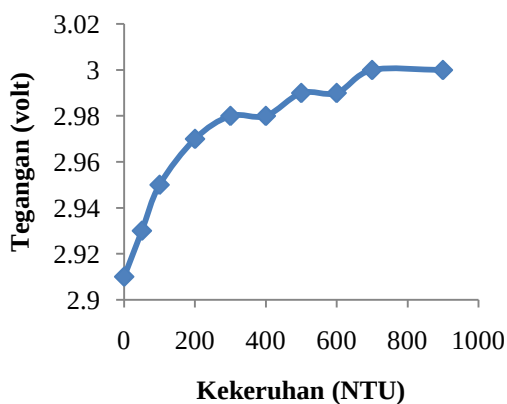
Karakteristik Sensor Kekeruhan

Sensor kekeruhan terdiri dari LED RGB sebagai *transmitter*, LDR sebagai *receiver* yang dipasang pada kedua ujung lampu optik bentuk U, diameter tabung U sebesar 1 cm, dan jarak antara LED ataupun LDR dengan lengkungan, yaitu 4 cm dapat dilihat seperti **Gambar 4**.

Berdasarkan hasil karakteristik sensor kekeruhan bentuk U dibuat grafik. Respon sensor terhadap tingkat kekeruhan sangat kecil hanya berkisar 0,01-0,03 volt, hal ini dikarenakan cahaya yang diterima oleh LDR tidak besar dibandingkan dengan peningkatan kekeruhan air.



Gambar 4. Sensor kekeruhan bentuk U



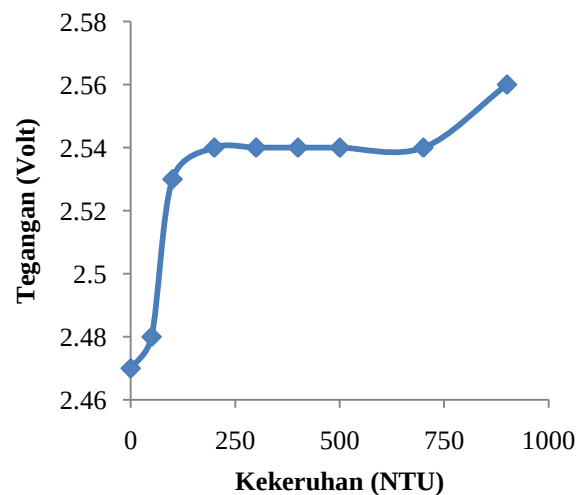
Gambar 5. Grafik tegangan terhadap kekeruhan pada LED hijau

Hasil karakteristik sensor kekeruhan dari bahan optik bentuk U kurang baik untuk digunakan karena grafik keluaran sensor tidak dapat didekati dengan persamaan garis lurus Menurut (Wildian, 2000) Linieritas merupakan kemampuan sensor untuk membentuk hubungan antara output dan input yang diwujudkan dengan persamaan garis lurus. **Gambar 5** merupakan grafik tegangan terhadap tingkat kekeruhan.

Sebagai perbandingan, sensor kekeruhan dibuat dari bahan optik. LDR dan LED berada pada masing-masing ujung bahan optik tersebut seperti pada **Gambar 6**. Besar diameter lingkaran, yaitu 5,5 cm dan diameter tabung optik sebesar 0,5 cm. Data hasil pengukuran kekeruhan dapat dilihat pada grafik hubungan tegangan terhadap kekeruhan pada **Gambar 7**.



Gambar 6. Desain sensor kekeruhan bentuk lingkaran



Gambar 7. Grafik tegangan terhadap kekeruhan

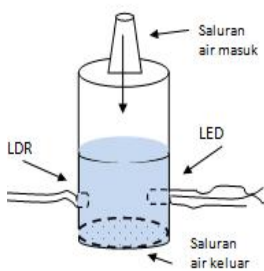
Berdasarkan data hasil pengujian sensor kekeruhan bentuk lingkaran respon sensor tidak stabil bahkan cenderung tidak berubah. Hal ini disebabkan cahaya yang merambat melalui medium air tidak sampai pada *receiver* pada saat keadaan air keruh dan cahaya lebih banyak menyebar keluar dari bahan optik. Seberkas cahaya mengenai permukaan, yaitu medium air ke medium kaca sebagian ada yang di pantulkan dan ada yang dibiaskan. Medium air dan medium kaca merupakan medium transparan sehingga cahaya sebagian besar diteruskan atau dibiaskan.

Cahaya yang melalui batas antar dua medium dengan kerapatan optik yang berbeda kecepatannya akan berubah.

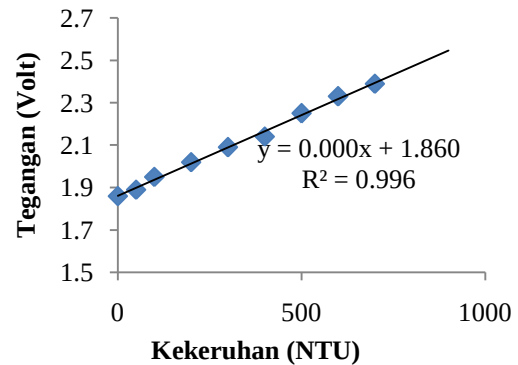
Perubahan kecepatan cahaya tersebut yang menyebabkan cahaya mengalami pembiasan. Kecepatan cahaya berbanding terbalik dengan indeks bias medium rambatan. Indeks bias air lebih kecil di bandingkan indeks bias kaca.

Sebagai perbandingan lain mendesain sensor kekeruhan seperti **Gambar 8**. Sensor tersebut tidak memanfaatkan bahan optik bentuk U maupun lingkaran, melainkan LED RGB dan LDR berhadapan di dalam sebuah tabung gelap, sehingga air yang terukur berada diantara LED dan LDR. Dengan menggunakan prinsip hamburan cahaya, cahaya dilewatkan melalui suatu zat cair, maka ada sebagian energi foton cahaya itu yang diserap dan sebagian lagi dihamburkan oleh partikel-partikel tersuspensi yang berada di jalur lintasan cahaya tersebut (Lambrou *et al*, 2008).

Hasil pengujian karakteristik sensor kekeruhan tanpa bahan optik yang diperoleh dibuat grafik hubungan tegangan terhadap tingkat kekeruhan air seperti **Gambar 9**. Pengujian sensor kekeruhan pada metode ini menghasilkan persamaan garis linier dengan persamaan: $y = 0,000x + 1,571$; $R^2 = 0,973$ untuk LED merah, $y = 0,000x + 1,103$; $R^2 = 0,969$ untuk LED hijau, terhadap tingkat kekeruhan air $y = 0,000x + 1,860$; $R^2 = 0,996$ untuk LED biru. Y adalah variabel tegangan yang diukur dan x merupakan variabel tingkat kekeruhan air.



Gambar 8. Desain sensor kekeruhan LED dan LDR yang bersebrangan



Gambar 9. Grafik hubungan tegangan

Berdasarkan karakteristik ketiga sensor kekeruhan, yang dapat digunakan pada penelitian ini, yaitu desain sensor kekeruhan yang tidak memanfaatkan bahan optik. Sensor kekeruhan ini digunakan untuk pengontrolan budi daya kolam ikan.

Rancangan Program

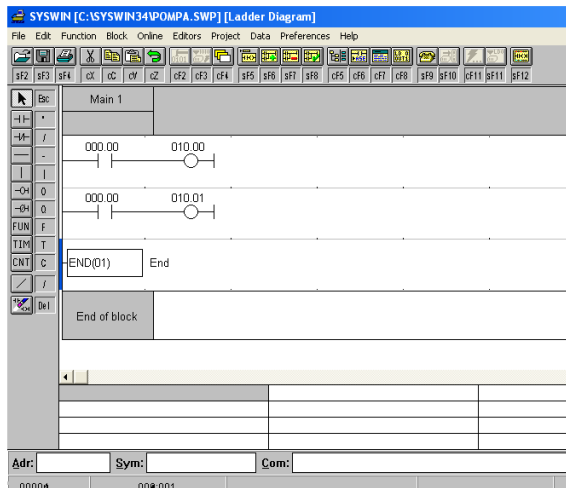
PLC digunakan untuk mengontrol kerja pompa penghisap dan pompa membuang air. PLC yang digunakan adalah PLC Omron CPM1A dengan *input* dan *output* sebanyak 12. Program yang digunakan pada PLC, yaitu Syswin 3.4.

Sistem pompa penghisap dan pembuangan air bekerja ketika kekeruhan air kolam mencapai kekeruhan referensi, yaitu 400 NTU, hingga terjadi pertukaran air untuk mengurangi tingkat kekeruhan. Saat kekeruhan berada dibawah kekeruhan referensi sistem berhenti bekerja.

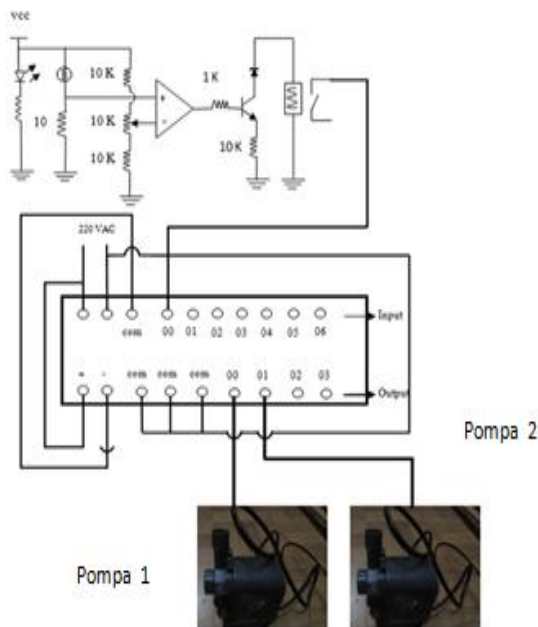
Pengalamatan input dan output PLC tertera pada **Tabel 1**. Mentransfer program dari PC ke PLC. **Gambar 10** ladder diagram pengisian dan pengosongan. Sebelum program ditransfer ke PLC terlebih dahulu memeriksa komunikasi serial antara PC dan PLC. Setelah *download* program *succssesfull* artinya program terinstal pada PLC dan program siap dijalankan. Selanjutnya pemasangan *input* dan *output* seperti **Gambar 11** instalasi PLC Omron CPM1A.

Tabel 1. Pengalamatan input dan output PLC

Input	Alamat	keterangan	Output	Alamat	Keterangan
Relay	000.00	menghidupkan atau mematikan sistem	Pompa 1	100.00	Pompa 1
			Pompa 2	100.01	menghisap air bersih dan pompa 2 membuang kolam ikan



Gambar 10. Ladder diagram pengisian dan pengosongan kolam ikan

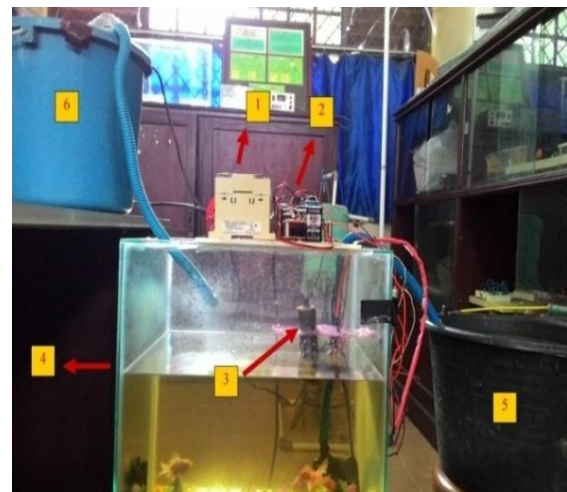


Gambar 11. Instalasi PLC Omron CPM1A

PLC disupply tegangan 220 VAC dari PLN dan Output PLC menghasilkan tegangan 24 VDC. Menghubungkan setiap *input* dan *output* sesuai dengan *ladder* diagram yang dibuat. Menghubungkan com pada komponen input dengan negatif (-) 24 VDC di komponen *output*, menghubungkan com *output* dengan negatif (-) 220 VAC, positif (+) 24 VDC dengan positif (+) 220 VAC.

Pengujian Alat

Pengujian alat penelitian ini dengan membuat tingkat kekeruhan dari tanah yang ditambahkan sampai kekeruhan mencapai referensi hingga sistem mulai bekerja. **Gambar 12** merupakan alat keseluruhan



Gambar 12. Alat keseluruhan penelitian 1. PLC Omron CPM1A, 2. Rangkaian relay, 3. Sensor kekeruhan, 4. Aquarium, 5. Bak pembuangan air, 6. Bak air bersih

Tabel 2. Data pengujian alat keseluruhan

Kekeruhan (NTU)	Tegangan (Volt)	Keadaan pompa
0	1,59	Mati
50	1,60	Mati
100	1,64	Mati
200	1,66	Mati
300	1,69	Mati
400	1,75	Hidup
500	1,80	Hidup
600	1,86	Hidup
700	1,97	Hidup
900	2,01	Hidup

Ketika kekeruhan mencapai 400 NTU sistem pompa penghisap dan pembuangan air bekerja. Pada kekeruhan air kolam mencapai kekeruhan referensi keadaan pompa tidak stabil bekerja diakibatkan respon sensor terhadap kekeruhan berubah-ubah. Pada kekeruhan 600 NTU pompa bekerja dalam keadaan stabil hingga terjadi pertukaran air untuk mengurangi tingkat kekeruhannya dan penambahan tanah dihentikan. Saat kekeruhan berada dibawah 400 NTU sistem berhenti bekerja.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan penelitian dapat disimpulkan bahwa respon sensor kekeruhan bahan optik bentuk U kurang baik, *output* sensor hanya berkisar 0,01 volt-0,03 volt. Sementara, sensor kekeruhan bahan optik bentuk lingkaran tidak memberikan respon terhadap perubahan kekeruhan, sedangkan sensor kekeruhan tanpa bahan optik memberikan respon linier. Untuk penelitian selanjutnya sebaiknya memaksimalkan pemanfaatan input dan output PLC Omron, yaitu menambahkan kontrol pada budidaya ikan

seperti kontrol temperatur, kadar oksigen, dan lain-lain.

DAFTAR PUSTAKA

- Anwar, choirul. 2010. *Cara Membuat Program PLC dengan Software CX Programmer + CX Simulator dan CX Designer(ebook)* Diakses pada tanggal 1 November 2014
- Cahyono, Bambang. 2001. *Budi Daya Ikan di Perairan Umum*. Kanisius. Yogyakarta.
- Kautsar, Akhmad .2010. *Turbidimeter*. www.scribd.com. Diakses pada tanggal 12 Desember 2014.
- Lambrou, T.P., Anastasiou, C.C., dan Panayiotou, C.G., 2008. *A Nephelometric Turbidity System for Monitoring Residential Drinking Water Quality*. Tesis, Dept. of Electrical and Computer Engineering, University of Cyprus, Nicosia, Cyprus.
- Rozan, Amran & Jhoni Indra. 2005. *Aplikasi PLC Merek Omron Sysmac CPM1A Pada Sistem Gerak Otomatis Pintu Garasi Mobil*. Jurnal Teknik Mesin, Politeknik Negeri Medan.
- Setiawan, Iwan.2005. *Programmable Logic Controller dan Teknik Perancangan Sistem Kontrol*, Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Susanto, Heru. 2009. *Kolam Ikan Ragam Pilihan Dan Cara Membuat*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Wildian. 2000. *Sistem Sensor*. Universitas Andalas: Sumatera Barat.

