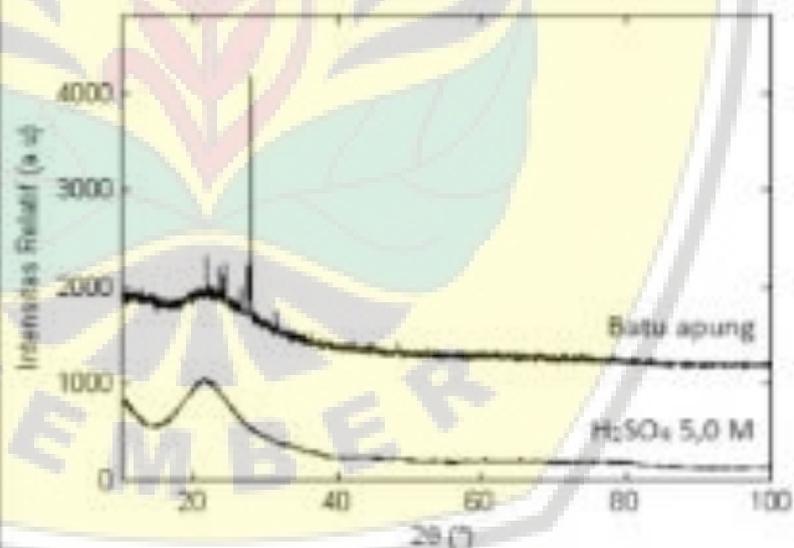


JURNAL
Teori
dan Aplikasi
Fisika



Gambar 1. hal 128

Editorial Team

Editor in chief

1. Junaidi Junaidi, (SCOPUS ID: 56764306600) Departement of Physics, Faculty of Math and Science, University of Lampung, Jl. Soemantri Brodjonegoro No. 1, Bandar Lampung 35145, Indonesia

Journal Manager

1. Gurum Ahmad Pauzi, (ID SCOPUS 55387649100) Departement of Physics, Faculty of Math and Science, University of Lampung, Jl. Soemantri Brodjonegoro No. 1, Bandar Lampung 35145, Indonesia
2. Leni RumiYanti, Departement of Physics, Faculty of Math and Science, University of Lampung, Jl. Soemantri Brodjonegoro No. 1, Bandar Lampung 35145, Indonesia, Indonesia

Editorial Board

1. Donni Kis Apriyanto, (ID SCOPUS 57202283331) Departement of Physics, Faculty of Math and Science, University of Lampung Jl. Soemantri Brodjonegoro No. 1, Bandar Lampung, 35145, Indonesia
2. Iqbal Firdaus, (ID SCOPUS 56070089800) Departement of Physics, Faculty of Math and Science, University of Lampung, Jl. Soemantri Brodjonegoro No. 1, Bandar Lampung 35145, Indonesia
3. Humairoh Ratu Ayu, (ID SCOPUS 57202385806) Departement of Physics, Faculty of Math and Science, University of Lampung, Jl. Soemantri Brodjonegoro No. 1, Bandar Lampung 35145, Indonesia

Section Editor

1. Ihat Solihat, Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pamulang Jl. Surya Kencana No.1, Pamulang Bar., Pamulang, Kota Tangerang Selatan, Banten 15417, Indonesia
2. Agustina Dyah Setyowati, Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Pamulang Jl. Surya Kencana No.1, Pamulang Bar., Pamulang, Kota Tangerang Selatan, Banten 15417, Indonesia
3. Gede Arya Wiguna, (ID SCOPUS 56069379100) Departement of Physics, Faculty of Math and Science, Gadjah Mada University Bulaksumur, Caturtunggal, Kec. Depok, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta 55281, Indonesia
4. Ramacos Fardela, (ID SCOPUS 57208863320) Teknik Komputer, Sekolah Tinggi Teknologi Payakumbuh Jl. Khatib Sulaiman, Sawah Padang, Payakumbuh Selatan, Kota Payakumbuh, Sumatera Barat 26222, Indonesia

Proofreader

1. Roniyus Marijunus, Departement of Physics, Faculty of Math and Science, University of Lampung, Jl. Soemantri Brodjonegoro No. 1, Bandar Lampung 35145, Indonesia

Administrator

1. Agus Riyanto, (ID SCOPUS 57200574356) Departement of Physics, Faculty of Math and Science, University of Lampung Jl. Soemantri Brodjonegoro No. 1, Bandar Lampung 35145, Indonesia

INDEXED BY



Vol 7, No 2 (2019)

Jurnal Teori dan Aplikasi Fisika

Table of Contents

Articles

Pengaruh Variasi H₂SO₄ Pada Pembentukan Nanosilika Berbasis Batu Apung Riska Trisna Nuraini, Posman Manurung, Suprihatin Suprihatin	125-132
Pengaruh Suhu Sintering Terhadap Pembentukan Fase Superkonduktor BSCCO-2223 dengan Kadar Ca = 2,10 Menggunakan Metode Pencampuran Basah Komala Dewi, Suprihatin Suprihatin, Syafriadi Syafriadi	133-138
Sintesis Superkonduktor BSCCO-2223 dengan Variasi Waktu Sintering pada Kadar Ca=2,10 Menggunakan Metode Pencampuran Basah Siti Istikomah, Suprihatin Suprihatin, Agus Riyanto	139-144
Rancang Bangun Mobile Infant Warmer dengan Menggunakan Pemanas DC Bayu Wahyudi, Mohamad Miftahudin, Iqbal Firdaus	145-152
Pengaruh Ethanolamina (MEA) dalam Pembentukan TiO₂ dari Bahan Awal Ti Butoksida Rika Rahayu, Posman Manurung, Yanti Yulianti	153-160
Pengaruh Variasi Konsentrasi HCl Pada Pembentukan Nanosilika Berbasis Batu Apung Lusi Vusfita Sari, Posman Manurung, Yanti Yulianti	161-168
Penentuan Indeks Bias Kaca Berdasarkan Pola Interferensi Cahaya Laser Terhambur Menggunakan Cermin Datar "Berdebu" Rossy Lydia Ellyana, I Wayan Angga Wijaya Kusuma	169-178
Karakterisasi Sensor LDR dan Aplikasinya pada Alat Ukur Tingkat Kekeuhan Air Berbasis Arduino UNO Bowo Eko Cahyono, Ina Dwi Utami, Novia Puji Lestari, Nur Shabrina Oktaviany	179-186
Variasi Konsentrasi Inhibitor Ekstrak Buah Harendong (<i>Melastoma Affine D. Don</i>) Pada Baja Per Daun Dengan Perlakuan Panas 300 Dan 700 °C Terhadap Laju Korosi Dalam Larutan NaCl 3% Dwi Kurniawan, Ediman Ginting Suka, Suprihatin Suprihatin	187-196
Pemanfaatan Biomassa Sebagai Inhibitor Organik Pada Baja Aisi 1020 Di Universitas Lampung Rizky Damayanti, Pulung Karo Karo, Agus Riyanto	197-206
Pengaruh Variasi Konsentrasi Ekstrak Daun Alpukat (<i>Persea americana M.</i>) Sebagai Inhibitor Pada Baja Tahan Karat SS-304 Dalam Medium Korosif HCl 1M Windy Mustika Sari, Syafriadi Syafriadi, Ediman Ginting Suka	207-214
Desain Inti Reaktor SCWR (<i>Supercritical Water Reactor</i>) Model Teras Silinder (r, z) dengan Bahan Bakar Thorium Hasil Daur Ulang Setyaningsih Setyaningsih, Yanti Yulianti, Simon Sembiring	215-222
Pengaruh Laju Penginjeksian Doping Sulfur terhadap Aktivitas Fotokatalis Nanotitania Menggunakan Metode Sol Gel Delfi Oktavia Amrani, Posman Manurung, Pulung Karo Karo	223-230
Analisis Karakteristik Elektrik Onggok Singkong sebagai Pasta Bio-Baterai Tri Sumanzaya, Amir Supriyanto, Gurum Ahmad Pauzi	231-238
Pengaruh Penambahan Inhibitor Ekstrak Kopi Dan Waktu Perendaman Terhadap Laju Korosi Pada Baja Karbon Aisi 1020 Dalam Larutan NaCl 3% Hartono Simanjuntak, Ediman Ginting, Suprihatin Suprihatin	239-248

Karakterisasi Sensor LDR dan Aplikasinya pada Alat Ukur Tingkat Kekeruhan Air Berbasis Arduino UNO

Bowo Eko Cahyono^{(1,a)*}, Irna Dwi Utami^(1,b), Novia Puji Lestari^(1,c),
Nur Shabrina Oktaviany^(1,d).

⁽¹⁾Jurusan Fisika, FMIPA, Universitas Jember

Kampus Tegalboto, Jl. Kalimantan 37 Jember Kode Pos 68121

email: ^(a*) bowo_ec.fmipa@unej.ac.id, ^(b) irnadwi501@gmail.com, ^(c) noviapujilestari2705@gmail.com,

^(d) viashabrina@gmail.com

Diterima (16 Juli 2019), Direvisi (14 Agustus 2019)

Abstract. A system of monitoring turbidity levels in real time using an LDR sensor has been designed and implemented. This study aims to characterize the LDR sensor and subsequently the results are used as a basis in the application of the deterioration system design for water turbidity levels. The characterization results show that the LDR sensor has sensitivity of 0.0082 mV per lux and it has linear trend of relationship between the received light intensity and the output voltage of LDR by linearity of 90.86%. After being applied in measuring instruments the light intensity of the sensor has a precision level of 92.58% and the level of accuracy of the measurement results is an average of 87.89%. Based on the results of the design that has been carried out this instrument is able to turn on the water pump for the purification process automatically when the intensity of back scattering is less than 72 lux.

Keywords: System monitoring, level of turbidity, Sensor LDR characteristic

Abstrak. Sebuah sistem monitoring tingkat kekeruhan air secara realtime dengan menggunakan sensor LDR telah dirancang dan diimplementasikan. Penelitian ini bertujuan mengkarakterisasi sensor LDR dan selanjutnya hasilnya dipakai sebagai dasar dalam aplikasi perancangan system deteksi tingkat kekeruhan air. Hasil karakterisasi menunjukkan bahwa sensor LDR memiliki sensitivitas 0,0082 mV per lux dan memiliki trend hubungan yang linier antara intensitas cahaya yang diterima dan tegangan output dari LDR dengan tingkat kelinieran 90,86%. Setelah diaplikasikan dalam intrumen pengukur intensitas cahaya sensor memiliki tingkat presisi 92,58% dan tingkat akurasi hasil pengukuran adalah rata-rata 87,89%. Berdasarkan hasil rancang bangun yang telah dilakukan intrumen ini mampu menghidupkan pompa air untuk proses penjernihan secara otomatis ketika intensitas hamburan balik yang terbaca kurang dari 72 lux.

Kata kunci: Sistem monitoring, Karakteristik Sensor LDR, Tingkat kekeruhan,

PENDAHULUAN

Air adalah senyawa yang paling penting di bumi. Air merupakan sumber kehidupan bagi makhluk hidup [1]. Air minum yang baik dikonsumsi menurut Departemen Kesehatan Indonesia adalah air minum yang memiliki syarat-syarat antara lain tidak berasa, tidak berbau, tidak berwarna, dan tidak mengandung logam berat [2]. Air

keruh merupakan salah satu ciri air yang tidak bersih dan tidak sehat.

Tingkat kekeruhan air biasa disebut Turbiditas. Turbiditas pada air disebabkan oleh adanya materi suspensi, seperti tanah liat/lempung, endapan lumpur, partikel organik yang koloid, plankton, dan organisme mikroskopis lainnya. Tingkat kekeruhan air biasanya diukur dengan alat turbidimeter yang berprinsip pada

spektroskopi absorpsi, dan nilai pembacaannya dinyatakan dalam satuan NTU [3]. Dalam kepentingan praktis pengukuran turbiditas dengan turbidimeter terkendala dengan harga yang cukup mahal, sehingga umumnya turbidimeter hanya dipakai oleh kalangan tertentu seperti PDAM (Perusahaan Daerah Air Minum), perusahaan air mineral, atau perusahaan yang membutuhkan nilai tingkat kekeruhan zat cair [4].

Turbiditas juga bisa diukur dengan nephelometer yang berprinsip pada hamburan sinar dengan peletakan detektor pada sudut 90° dari sumber sinar dan yang diukur adalah hamburan cahaya oleh campuran atau mediumnya [5]. Ketika cahaya ditransmisikan ke air, partikel-partikel tersuspensi akan memblokir transmisi cahaya saat melalui air. Arah jalan cahaya yang ditransmisikan akan mengalami perubahan ketika cahaya menyentuh partikel dalam kolom air. Jika tingkat kekeruhan rendah maka hanya sedikit cahaya yang akan disebar dari arah semula [6]. Besarnya turbiditas sebanding dengan besarnya intensitas cahaya yang dihamburkan.

Dalam bidang elektronika, LDR banyak digunakan sebagai sensor cahaya [7, 8, 9]. Secara umum LDR bekerja berdasarkan pengaruh dari intensitas cahaya yang datang pada bagian sensor. Besarnya intensitas cahaya akan mempengaruhi besarnya nilai resistansi pada LDR [10]. Pengaruh intensitas cahaya terhadap resistansi LDR ini bersifat menurun secara eksponensial [11]. Karakteristik LDR ini dapat dimanfaatkan untuk mendeteksi intensitas cahaya pada proses hamburan balik dari suatu cairan tertentu [12]. Perubahan nilai resistansi pada LDR akibat perubahan intensitas cahaya yang jatuh padanya akan menghasilkan perubahan tegangan. Perubahan tegangan inilah yang akan digunakan sebagai indikator menentukan tingkat kekeruhan sampel yang dideteksi [13].

Berdasarkan uraian tersebut di atas, diperlukan alat ukur tingkat kekeruhan air dengan harga yang lebih murah. Penelitian ini bertujuan untuk membuat alat ukur tingkat kekeruhan air dengan menggunakan sensor cahaya LDR berbasis arduino UNO dengan tampilan pada monitor. Sensor cahaya LDR digunakan sebagai pendeteksi cahaya untuk mengetahui tingkat kekeruhan air yang hasilnya dapat dilihat pada tampilan monitor sedangkan arduino UNO berfungsi sebagai pengolah data dari sensor.

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah karakterisasi sensor dan rancang bangun alat pengukur tingkat kekeruhan air. Karakterisasi dilakukan untuk mengetahui karakteristik statik sensor yaitu berupa sensitivitas, kelinieran, presisi, dan akurasi yang selanjutnya dijadikan dasar dalam desain dan pemrograman pada Arduino UNO.

Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Project Board sebagai papan rangkaian yang digunakan untuk sementara.
2. LED sebagai sumber cahaya.
3. Kabel penghubung antar komponen pada papan rangkaian.
4. LDR sebagai sensor cahaya.
5. Arduino UNO sebagai system pengolah dan kontrol.
6. Relay sebagai saklar elektrik
7. Dinamo motor sebagai indikasi pompa penjernih air.
8. Resistor digunakan untuk menahan sebagian arus listrik agar sesuai dengan kebutuhan rangkaian.
9. Catu daya digunakan sebagai sumber arus listrik .

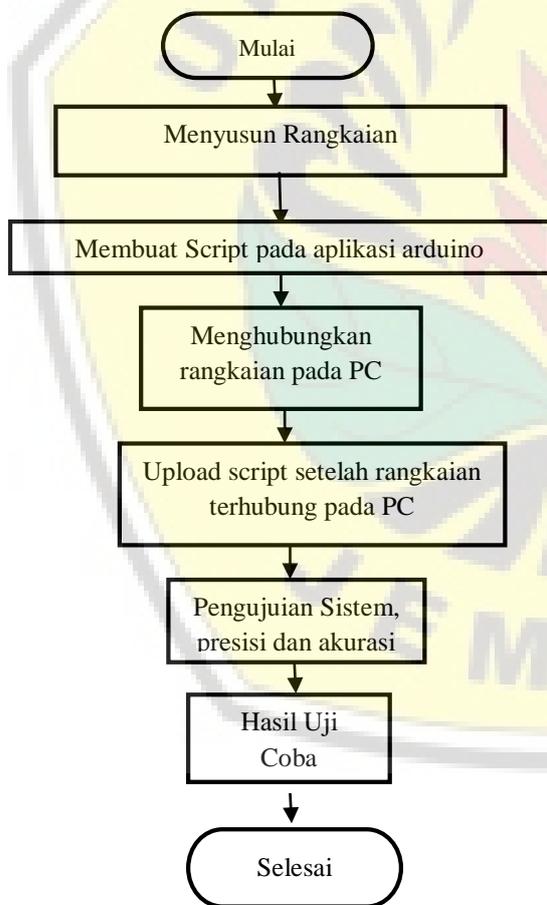
- 10. Lux meter, berfungsi untuk mengukur besarnya intensitas cahaya pada proses karakterisasi
- 11. Laptop/ PC, untuk menjalankan program pada arduino.

Tahapan Penelitian

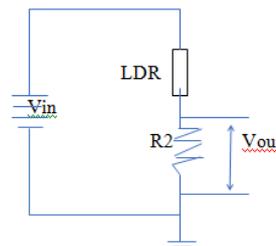
Penelitian tingkat kekeruhan air dilakukan dengan tahapan-tahapan seperti tampak pada gambar berikut:



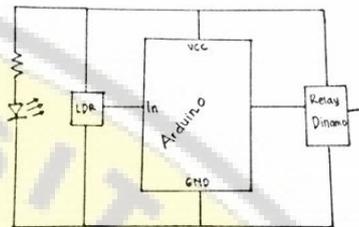
Gambar 1. Diagram blok tahapan penelitian



Gambar 2. Diagram alir percobaan



Gambar 3. Desain rangkaian sensor LDR



Gambar 4. Desain rangkaian Arduino UNO Pendeteksi kekeruhan air

1. Desain rangkaian sensor dan Arduino UNO

Desain rangkaian yang digunakan dalam penelitian dapat dilihat pada gambar 3 dan 4

2. Karakterisasi sensor

Tingkat kelinieran dan sensitivitas dari sensor dilakukan dengan mengambil data hubungan antara intensitas cahaya (I) dan output tegangan (V) yang dihasilkan oleh sensor LDR. Kelinieran sama dengan nilai koefisien determinasi (R^2) dari garis regresi linier grafik yang diperoleh, sedangkan sensitivitas dinyatakan dari nilai slope grafik yang diperoleh tersebut.

Selanjutnya, tingkat presisi dan akurasi dari sensor diperoleh dengan mengambil data sebanyak 10 kali pada setiap nilai intensitas cahaya yang diukur dengan Luxmeter dan sistem instrumentasi yang telah didesain berbasis pada sensor LDR dan Arduino UNO.

Tingkat presisi dari instrumen yang didesain dianalisis menggunakan standard deviasi. Nilai ini digunakan untuk menggambarkan tingkat random error yang

muncul [14] pada penggunaan sensor LDR. Tingkat presisi dihitung dengan menggunakan rumus

$$\text{Presisi} = 100\% - \text{StdDev} (\%) \quad (1)$$

Selanjutnya tingkat akurasi dari instrument dianalisis menggunakan data intensitas cahaya hasil pengukuran menggunakan instrument yang didesain dan dibandingkan dengan data yang didapat dengan menggunakan luxmeter.. Penghitungan akurasi memakai rumus

$$\text{Akurasi} = 100\% - \text{error} (\%) \quad (2)$$

dimana

$$\text{error} (\%) = \frac{I_{\text{arduino}} - I_{\text{luxmeter}}}{I_{\text{luxmeter}}} \times 100\% \quad (3)$$

3. Desain Pendeteksi Kekeruhan Air

Desain pendetesi kekeruhan air berfungsi untuk mengetahui apakah suatu air tersebut keruh atau tidak. Pendektesi ini menggunakan dynamo listrik sebagai indikatornya. Jika intensitas cahaya hamburan balik di atas ambang batas yang ditentukan maka air termasuk jernih dan dynamo berada pada kondisi off, sedangkan jika intensitas cahaya hamburan balik berada di bawah ambang batas maka dikatakan air tersebut keruh dan secara otomatis dynamo akan on untuk proses penjernihan air.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Karakterisasi Sensor LDR

Setelah semua komponen dirangkai seperti pada gambar 1 dan 2 selanjutnya dilakukan proses karakterisasi sensor. Data hasil pengukuran intensitas cahaya dengan menggunakan Luxmeter dan output tegangan yang dihasilkan LDR diberikan pada tabel 1 berikut.

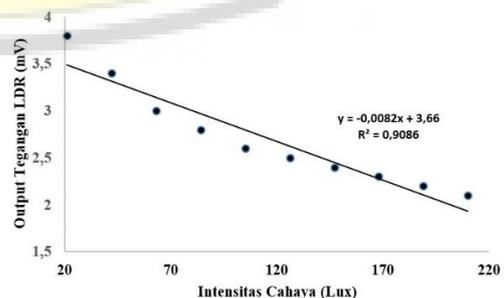
Tabel 1. Data hasil pengukuran intensitas cahaya dan output tegangan LDR

No	Intensitas (Lux)	Tegangan LDR (mV)
1	21	3,8
2	42	3,4
3	63	3,0
4	84	2,8
5	105	2,6
6	126	2,5
7	147	2,4
8	168	2,3
9	189	2,2
10	210	2,1

Berdasarkan data pada tabel 1 maka dapat dibuat grafik hubungan antara nilai intensitas cahaya dan output tegangan LDR seperti tampak pada gambar 5.

Berdasarkan gambar 5 kita dapat mengetahui bahwa linieritas hubungan antara intensitas dan output tegangan pada LDR yang diindikasikan oleh nilai R² adalah 90,86% sedangkan sensitivitas sensor LDR yang diindikasikan oleh slope grafik adalah 0,0082 mV per lux.

Hasil karakterisasi sensor yang selanjutnya adalah presisi dan akurasi. Dalam karakterisasi tingkat presisi dan akurasi dari instrument yang didesain, dilakukan pengambilan sebanyak 10 data untuk setiap nilai intensitas cahaya. Konsistensi hasil pengukuran merupakan tingkat presisi dari intrumen sedangkan kedekatan nilai pembacaan intrumen yang dibandingkan dengan nilai pembacaan pada luxmeter standar adalah indikasi dari akurasi



Gambar 5. Grafik hubungan intensitas cahaya terukur (Lux) terhadap output tegangan (mV)

Instrumen yang didesain. Data hasil pengukuran nilai intensitas cahaya yang dilakukan dengan menggunakan luxmeter

dan instrument yang didesain diberikan pada tabel 2.

Tabel 2. Data hasil pengukuran intensitas cahaya dengan Luxmeter dan instrumen LDR

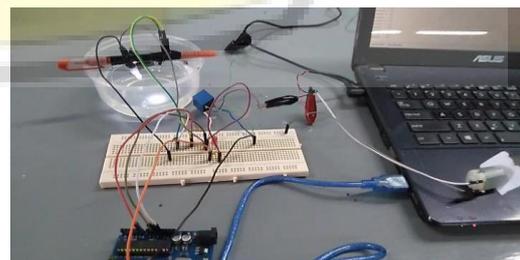
No	Luxmeter (lux)	Rata-rata sensor (lux)	Std dev	Presisi (%)	Akurasi (%)
1	2	5,90	0,88	85,16	95,00
2	7	6,80	1,03	84,81	97,14
3	14	13,90	1,60	88,52	99,29
4	22	26,70	2,67	90,00	78,64
5	34	32,30	1,57	95,15	95,00
6	73	71,60	3,41	95,24	98,08
7	104	97,40	7,34	92,47	93,65
8	153	116,70	4,42	96,21	76,27
9	211	165,40	1,43	99,14	78,39
10	295	198,80	1,81	99,09	67,39
		Rata-Rata		92,58	87,89

Berdasarkan data pada tabel 2 dan perhitungan tingkat presisi menurut persamaan 1 diperoleh bahwa tingkat presisi sensor LDR pada instrumen pengukur intensitas cahaya adalah rata-rata sebesar 92,58% sedangkan tingkat akurasi hasil pengukuran adalah rata-rata 87,89%. Nilai tingkat presisi tersebut memberikan informasi bahwa sensor LDR memiliki tingkat pembacaan yang stabil sehingga ketika digunakan dalam instrument pengukur intensitas cahaya. Nilai presisi tersebut juga menunjukkan konsistensi pembacaan yang tinggi dengan error kurang dari 8%. Sementara itu akurasi sensor dalam menunjukkan nilai yang seharusnya (nilai intensitas cahaya yang benar) masih perlu ditingkatkan khususnya untuk aplikasi tingkat pengukuran tingkat kekeruhan cairan yang teliti dan akurasi tinggi karena masih memiliki error yang lebih dari 10%. Namun demikian untuk aplikasi yang tidak terlalu membutuhkan akurasi tinggi seperti control otomatis untuk lampu taman atau penjernih air pada kolam dan akuarium, maka intrumen ini masih dapat digunakan dengan baik.

Hasil Desain Alat Ukur Tingkat Kekeruhan Air

Desain alat ukur tingkat kekeruhan air ini menggunakan sensor cahaya LDR dan arduino UNO. Hasil desain alat yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar 5.

Prinsip kerja dari LDR yaitu jika ada cahaya yang mengenai permukaan LDR maka nilai resistansinya akan mengecil, sebaliknya jika permukaan sedikit mengenai cahaya maka resistansinya akan semakin besar [15]. Cahaya saat mengenai LDR, maka foton akan menabrak atom *Cadmium Sulfida* (CdS) dan melepaskan elektron. Semakin besar intensitas cahaya



Gambar 5. Desain rangkaian pengukur tingkat kekeruhan yang terhubung dengan PC

Yang datang, maka semakin banyak elektron yang terlepas dari ikatannya sehingga hambatan LDR akan berubah. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa semakin tinggi tingkat kekeruhan air maka intensitas yang dihasilkan semakin kecil. Sensor LDR dihubungkan ke V_{CC} dan input arduino A_0 . Output dari arduino pada rangkaian ini dihubungkan dengan relay dan dinamo. Relay berfungsi sebagai saklar sedangkan dinamo berfungsi sebagai indikator bahwa alat bekerja untuk memompa air dan menjernihkannya. Pada penelitian ini syarat batas yang digunakan yaitu apabila intensitas lebih dari atau sama dengan 72 lux maka dinamo mati, tetapi apabila intensitas kurang dari 72 lux (air keruh) maka dinamo akan hidup dan bekerja memompa air untuk proses penjernihan.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, didapatkan kesimpulan bahwa Sensor LDR memiliki sensitivitas 0,0082 mV per lux dan linieritas 90,86%. Dalam penggunaan untuk pengukuran intensitas cahaya LDR memiliki tingkat presisi 92,58% dan tingkat akurasi rata-rata 87,89%. Dari hasil karakterisasi tersebut, dalam aplikasinya pada instrumen pengukur tingkat kekeruhan air diperoleh bahwa semakin tinggi tingkat kekeruhan air, maka intensitas yang terukur semakin kecil. Instrumen ini didesain untuk menghidupkan Dinamo pada proses penjernihan air ketika intensitasnya kurang dari 72 lux.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] G. T. Miller and S. E. Spoolman, 2009, *Living in the Environment: Concepts, Connections, and Solutions 16th ed*, Brooks/Cole, Belmont, USA
- [2] Menteri Kesehatan RI, 2010, "Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 492/MENKES/PER/IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum" https://www.mapurna.id/files/SK_Per_menkes_492_2010.pdf, diakses pada 30 Juli 2019.
- [3] P.K. Somasundaram. and D.J. Ediosn., 2013, "Monitoring Water Quality using RF Module", *International Journal of Application or Innovation in Engineering & Management (IJAIEM)*, vol..2 no. 7 pp.220-224,
- [4] D.M. Siltri, Yohandri, dan Z. Kamus, 2015, "Pembuatan Alat Ukur Salinitas dan Kekeruhan Air Menggunakan Sensor Elektroda dan LDR", *Jurnal Saintek*, vol 7 no 2, pp.126-139.
- [5] T.P. Lambrou, C.C. Anastasia and Panayiotou, 2009, "A Nephelometric Turbidity System For Monitoring Residential Drinking Water Quality, Sensor Applications Experimentation and Logistics", *Proceeding of International Conference on Sensor Applications, Experimentation and Logistics*, vol 29 pp. 43-55,
- [6] M. Peslinof, 2013, "Desain Alat Ukur Tingkat Kekeruhan Air Menggunakan Sistem Sensor Serat Optik", *Tesis Universitas Andalas, Padang*
- [7] E. Kurniawan, C. Suhery, dan D. Triyanto, 2013, "Sistem Penerangan Rumah Otomatis Dengan Sensor Cahaya Berbasis Mikrokontroler", *Jurnal Coding Sistem Komputer Universitas Tanjungpura*, Volume 01 No. 2, pp. 1-10.
- [8] A.K. Tsauqi , M. Hadijaya, I. Manuel, V.M. Hasan, A. Tsalsabila , F. Chandra, T.Yuliana, P. Tarigan, dan Irzaman, 2016, "Saklar Otomatis Berbasis Light Dependent Resistor

- (LDR) pada Mikrokontroler Arduino UNO”, *Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-Journal) SNF2016*, Vol V.
- [9] A. Vrileuis, 2013, “Pemantau Lalu Lintas dengan Sensor LDR Berbasis Mikrokontroler ATmega16”, *Jurnal Rekayasa Elektrika*, Vol. 10, No. 3 pp. 142-146,
- [10] A. S. Moris, 2001. *Measurement and Instrumentation Principles*. Butterworth, New Delhi.
- [11] N.I. Nuzula dan Endarko, 2013, “Perancangan dan Pembuatan Alat Ukur Kekeruhan Air Berbasis sensor LDR”, *Berkala Fisika*, Vol 16 no 4 pp.11-18.
- [12] M. Karlen dan J. Benya. 2004. *Dasar-dasar Desain Pencahayaan.*, Jakarta : Erlangga.
- [13] A. Fairuz and M. Zubir., 2009, “Turbidimeter Design And Analysis: A Review On Optical Fiber Sensors For The Measurement Of Water Turbidity”, *Sensors* Vol 9 no 10 pp. 8311–8335.
- [14] J.P. Bentley, 2005. “*Principles of Measurement Systems*”. 4th ed. Pearson-Prentice Hall, England.
- [15] Ripka, Pavel, and Alois Tipek. 2007. “*Modern Sensors Handbook : Instrumentation and Measurement Series*”. ISTE, California - USA.

