

**RANCANG BANGUN SISTEM DETEKSI AIR
TERKONTAMINASI CU BERBASIS LASER DIODA
MERAH DAN SENSOR FOTODIODA**

SKRIPSI

Untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat Sarjana S-1

Program Studi Fisika



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

diajukan oleh
Siti Rofikhoh
12620015

Kepada

**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UIN SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA**

2016



PENGESAHAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Nomor : B- 3736/Un.02/D.ST/PP.05.3/10/2016

Skripsi/Tugas Akhir dengan judul : Rancang Bangun Sistem Deteksi Air Terkontaminasi Cu Berbasis Laser Dioda Merah Dan Sensor Fotodiode

Yang dipersiapkan dan disusun oleh :
Nama : Siti Rofikhoh
NIM : 12620015
Telah dimunaqasyahkan pada : 6 Oktober 2016
Nilai Munaqasyah : A-
Dan dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga

TIM MUNAQASYAH :

Ketua Sidang

Frída Agung Rakhmadi, S.Si., M.Sc.
NIP. 19780510 200501 1 003

Penguji I

Drs. Nur Untoro, M.Si.
NIP.19661126 1996031 001

Penguji II

Cecilia Yanuarief, S.Si., M.Si.
NIP. 19840127 201503 1 001

Yogyakarta, 13 Oktober 2016
UIN Sunan Kalijaga
Fakultas Sains dan Teknologi
Dekan



Dr. Muftono, M.Si.

NIP. 19691212 200003 1 001



SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Persetujuan Skripsi

Lamp :

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

di Yogyakarta

Assalamu'alaikum wr. wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Siti Rofikhoh

NIM : 12620015

Judul Skripsi : Rancang Bangun Sistem Deteksi Air Terkontaminasi Cu Berbasis Laser Dioda Merah dan Sensor Fotodioda

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam Fisika

Dengan ini kami mengharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqsyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 21 September 2016

Pembimbing

Frida Agung Rakhmadi, M.Sc
NIP. 19780510 200501 1 003

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini saya:

Nama : Siti Rofikhoh
NIM : 12620015
Prodi : Fisika
Fakultas : Sains dan Teknologi

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi yang berjudul “Rancang Bangun Sistem Deteksi Air Terkontaminasi Cu Berbasis Laser Dioda Merah Dan Sensor Fotodioda” merupakan hasil penelitian saya sendiri, tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 21 September 2016

Yang menyatakan,



Siti Rofikhoh
NIM:12620015

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

Motto Hidup:

Selalu ada harapan bagi mereka yang sering berdoa..

Selalu ada jalan bagi mereka yang sering berusaha..

Kesuksesan selalu disertai dengan kegagalan.

Skripsi ini penulis persembahkan untuk:

- ❖ Allah SWT
- ❖ Bapak dan Ibu tercinta
- ❖ Dek Iyang, Dek Safin dan Dek Naila
- ❖ Seluruh keluarga besar kos sapan
- ❖ Sahabat seperjuanganku Fisika'12
- ❖ Seluruh Mahasiswa Fisika UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
- ❖ Almamaterku tercinta

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Allah SWT atas segala limpahan rahmat dan hidayah-Nya kepada kita semua sehingga segala berkah yang dirasakan lebih bermakna dan sembah sujud dihaturkan kepada-Nya. Shalawat serta salam semoga tercurah kepada Nabi Muhammad SAW. Hanya karena Allah pula laporan skripsi yang berjudul “Rancang Bangun Sistem Deteksi Air Terkontaminasi Cu Berbasis Laser Dioda Merah dan Sensor Fotodioda ” ini dapat diselesaikan dengan baik.

Keberhasilan dalam penulisan ini tidak terlepas dari pihak-pihak yang telah membantu penulis. Untuk itu, saya menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Orang tuaku, semangatku, yaitu Bapakku tercinta Ahmad Chusairi dan ibuku terkasih Sri Suharsi, yang tidak pernah lupa disetiap sujudnya untuk mendo'akan hal-hal yang terbaik dan selalu memberi support serta adik-adiku (Iyang, Safin, Naila) yang selalu memberi semangat kepada penulis.
2. Bapak Frida Agung Rakhmadi, M.Sc selaku dosen pembimbing yang senantiasa bersabar dalam membimbing hingga laporan ini selesai.
3. Bapak Nur Untoro, M.Si selaku penguji I, terimakasih atas saran dan koreksi yang telah diberikan kepada penulis.
4. Bapak Cecilia Yanuarief, M.Si selaku penguji II, terimakasih atas saran dan koreksi yang telah diberikan kepada penulis.
5. Dosen Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta yang telah mengajarkan dan membagikan ilmunya kepada penulis.

6. Pranata Laboratorium Pendidikan (PLP) Bapak Agung Nugroho yang menyediakan waktu untuk berbagi ilmunya;
7. Seluruh staf dan karyawan di bagian Tata Usaha Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta;
8. Teman seperjuangan Hikmahuz Zahroh yang selalu membantu dan menemani dalam proses pengambilan data, sehingga laporan skripsi dapat diselesaikan.
9. Tim fotokopi (Hida, Gilang), Esi, Nisa, Ardian, Mbak Desti, Iin, Mbak Dina, Mas Taufik, Misbach dan Domo yang senantiasa memberikan semangat dan membantu dalam proses pembuatan skripsi.
10. Seluruh teman-teman senasib dan seperjuanganku Fisika 2012 dan semua pihak yang telah memberikan bantuan dan dukungan dalam penyusunan skripsi ini.

Semoga laporan skripsi ini dapat memberikan sumbangan keilmuan yang bermanfaat bagi semua pihak yang terlibat dalam peningkatan kepedulian terhadap pentingnya menjaga lingkungan dari bahaya Cu. Akhir kalam, semoga laporan ini bermanfaat bagi kita semua, meskipun laporan ini jauh dari sempurna. Saran dan kritik yang membangun sangat kami harapkan untuk perbaikan laporan skripsi serupa di masa depan.

Yogyakarta, 15 Oktober 2016

Siti Rofikhoh
12620015

DAFTAR ISI

| | |
|---|-------------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| HALAMAN PENGESAHAN | ii |
| HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI | iii |
| HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI..... | iv |
| MOTTO DAN PERSEMBAHAN..... | v |
| KATA PENGANTAR..... | vi |
| DAFTAR ISI..... | viii |
| DAFTAR TABEL | xii |
| DAFTAR GAMBAR..... | xiii |
| DAFTAR LAMPIRAN | xv |
| ABSTRAK | xvi |
| BAB I PENDAHULUAN..... | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 4 |
| 1.3 Tujuan Penelitian | 5 |
| 1.4 Batasan Penelitian | 5 |
| 1.5 Manfaat Penelitian | 6 |

| | |
|---|-----------|
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA..... | 7 |
| 2.1 Penelitian yang Relevan..... | 7 |
| 2.2 Landasan Teori..... | 9 |
| 2.2.1 Air | 9 |
| 2.2.2 Tembaga (Cu)..... | 13 |
| 2.2.2.1 Sifat Tembaga (Cu)..... | 14 |
| 2.2.2.2 Tembaga (Cu) Bagi Organisme | 15 |
| 2.2.2.3 Keracunan Tembaga (Cu) | 16 |
| 2.2.3 Laser Dioda Merah Tipe APCD-635-02..... | 17 |
| 2.2.4 Intensitas Cahaya Tampak | 19 |
| 2.2.5 Sensor Fotodioda..... | 21 |
| 2.2.6 Karakterisasi Sensor..... | 24 |
| 2.2.7 Arduino Uno R3..... | 32 |
| 2.2.8 LCD (<i>Liquid Crystal Display</i>)16x2 | 35 |
| 2.2.9 Air dalam Perspektif Islam | 37 |
| BAB III METODE PENELITIAN | 41 |
| 3.1 Waktu dan Tempat Penelitian | 41 |
| 3.2 Alat dan Bahan..... | 41 |
| 3.2.1 Alat..... | 41 |
| 3.2.2 Bahan..... | 42 |
| 3.3 Prosedur Penelitian..... | 42 |
| 3.3.1 Karakterisasi Sensor Fotodioda..... | 43 |

| | | |
|--|--|-----------|
| 3.3.2 | Pembuatan Sistem Akuisisi Data | 45 |
| 3.3.3 | Pembuatan Sampel Latih..... | 51 |
| 3.3.4 | Pengambilan Data dari Sampel Latih..... | 52 |
| 3.3.5 | Pengolahan dan Analisis Data Sampel Latih | 52 |
| 3.3.6 | Pembuatan Sistem Deteksi..... | 53 |
| 3.3.7 | Pembuatan Sampel Uji..... | 54 |
| 3.3.8 | Implementasi Sistem Deteksi Pada Sampel Uji..... | 55 |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN | | 59 |
| 4.1 | Hasil Penelitian | 59 |
| 4.1.1 | Karakterisasi Sensor Fotodiode..... | 59 |
| 4.1.2 | Pembuatan Sistem Akuisisi Data | 60 |
| 4.1.3 | Pengolahan dan Analisis Data Sampel Latih | 61 |
| 4.1.4 | Pembuatan Sistem Deteksi..... | 62 |
| 4.1.5 | Implementasi Sistem Deteksi Pada Sampel Uji..... | 62 |
| 4.2 | Pembahasan..... | 63 |
| 4.2.1 | Karakterisasi Sensor Fotodiode..... | 63 |
| 4.2.2 | Pembuatan Sistem Akuisisi Data | 65 |
| 4.2.3 | Pengolahan dan Analisis Data Sampel Latih | 66 |
| 4.2.4 | Pembuatan Sistem Deteksi..... | 67 |
| 4.2.5 | Implementasi Sistem Deteksi Pada Sampel Uji..... | 68 |
| 4.3 | Integrasi-Interkoneksi | 68 |

| | |
|-------------------------------|-----------|
| BAB V KESIMPULAN | 70 |
| 5.1 Kesimpulan | 70 |
| 5.2 Saran..... | 70 |
| DAFTAR PUSTAKA | 72 |
| LAMPIRAN..... | 75 |



DAFTAR TABEL

| | | |
|-----------|--|----|
| Tabel 2.1 | Beberapa sifat unsur tembaga (Cu) | 15 |
| Tabel 2.2 | Spesifikasi umum laser dioda merah..... | 18 |
| Tabel 2.3 | Spesifikasi laser dioda merah..... | 18 |
| Tabel 2.4 | Pedoman penentuan kuat lemahnya hubungan | 28 |
| Tabel 2.5 | Spesifikasi <i>board</i> Arduino Uno R3..... | 33 |
| Tabel 3.1 | Daftar alat untuk membuat sistem deteksi | 41 |
| Tabel 3.2 | Bahan untuk membuat sistem deteksi | 42 |
| Tabel 3.3 | Implementasi sistem deteksi pada sampel uji air terkontaminasi Cu 1 ppm | 55 |
| Tabel 3.4 | Implementasi sistem deteksi pada sampel uji air terkontaminasi Cu 2 ppm | 56 |
| Tabel 3.5 | Implementasi sistem deteksi pada sampel uji air terkontaminasi Cu 3 ppm | 57 |
| Tabel 3.6 | Implementasi sistem deteksi pada sampel uji air terkontaminasi Cu 4 ppm | 57 |
| Tabel 3.7 | Presentase keberhasilan setiap jenis sampel..... | 58 |
| Tabel 4.1 | Sampel latih air normal dan air terkontaminasi Cu..... | 61 |
| Tabel 4.2 | Presentase keberhasilan implementasi sistem deteksi pada pada sampel uji..... | 63 |

DAFTAR GAMBAR

| | | |
|-------------|---|----|
| Gambar 2.1 | Ikatan molekuler yang membentuk senyawa air | 10 |
| Gambar 2.2 | Tabel periodik unsur | 10 |
| Gambar 2.3 | Laser dioda merah dengan tipe APCD-635-02 | 18 |
| Gambar 2.4 | Bagan proses serapan didalam bahan | 19 |
| Gambar 2.5 | Fotodioda | 22 |
| Gambar 2.6 | Cara Kerja Sensor Fotodioda | 23 |
| Gambar 2.7 | Rangkaian sensor fotodioda | 24 |
| Gambar 2.8 | Korelasi positif dan negatif | 28 |
| Gambar 2.9 | Grafik penentuan eror riptabilitas | 31 |
| Gambar 2.10 | Kondisi saturasi | 31 |
| Gambar 2.11 | <i>Board</i> Arduino Uno R3 | 32 |
| Gambar 2.12 | Susunan pin LCD 16×2 karakter | 36 |
| Gambar 3.1 | Prosedur penelitian secara umum | 43 |
| Gambar 3.2 | Prosedur pembuatan perangkat keras secara umum | 45 |
| Gambar 3.3 | Desain rangkaian komponen utama | 46 |
| Gambar 3.4 | Prosedur pembuatan perangkat lunak | 48 |
| Gambar 3.5 | Diagram alir perangkat lunak sistem akuisisi data | 49 |
| Gambar 3.6 | Arduino IDE | 50 |
| Gambar 3.7 | Prosedur pembuatan sampel latihan | 51 |
| Gambar 3.8 | Diagram alir perangkat lunak untuk sistem deteksi | 54 |
| Gambar 4.1 | Grafik hubungan intensitas cahaya (lux) dengan | |

| | |
|---|----|
| tegangan (volt)..... | 59 |
| Gambar 4.2 Hasil pembuatan sistem akuisisi data | 60 |
| Gambar 4.3 Indikator air murni..... | 62 |
| Gambar 4.4 Indikator air terkontaminasi Cu..... | 62 |



DAFTAR LAMPIRAN

| | | |
|-------------|--|-----|
| Lampiran 1 | Data Karakteristik Sensor Fotodioda..... | 75 |
| Lampiran 2 | Mencari nilai a dan b | 76 |
| Lampiran 3 | Perhitungan Ripitabilitas | 76 |
| Lampiran 4 | Hasil Akuisisi Data Sampel Latih | 77 |
| Lampiran 5 | Hasil Implementasi Sistem Deteksi Pada Sampel Uji | 81 |
| Lampiran 6 | Persentase Hasil Implementasi Sistem Deteksi Pada Sampel Uji | 83 |
| Lampiran 7 | Sketch Program Sistem Akuisisi Data..... | 84 |
| Lampiran 8 | Sketch Program Sistem Deteksi | 85 |
| Lampiran 9 | Proses Pembuatan Sistem Deteksi..... | 86 |
| Lampiran 10 | Karakterisasi Sensor Photodioda, Pembuatan Sampel, Akuisisi Data dan Implementasi Sistem Deteksi..... | 89 |
| Lampiran 11 | Data Sheet Sensor Fotodioda..... | 92 |
| Lampiran 12 | Data Sheet Laser Dioda Merah..... | 101 |

RANCANG BANGUN SISTEM DETEKSI AIR TERKONTAMINASI CU BERBASIS LASER DIODA MERAH DAN SENSOR FOTODIODA

Siti Rofikhoh
12620015

ABSTRAK

Penelitian pembuatan sistem deteksi air terkontaminasi Cu berbasis laser dioda merah dan sensor fotodioda telah dilakukan. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui karakteristik sensor fotodioda, membuat sistem deteksi air terkontaminasi Cu, dan menguji sistem deteksi air terkontaminasi Cu. Penelitian ini dilakukan melalui lima tahapan: karakterisasi sensor fotodioda, pembuatan sistem akuisisi data, pengolahan dan analisis data sampel latih, pembuatan sistem deteksi, serta implementasi sistem deteksi pada sampel uji. Hasil karakterisasi sensor fotodioda pada penelitian ini menunjukkan fungsi transfer $V = 0,0156 * I + 1,1897$ dan hubungan *input - output* yang sangat kuat dengan koefisien korelasi $r = 0,989$; sensitivitas sensor sebesar 0,0156 volt/lux; riptabilitas 98,31 %; dan saturasi pada nilai masukan intensitas cahaya >200 lux. Keberhasilan implementasi sistem deteksi pada air terkontaminasi Cu adalah 97,5 %.

Kata kunci: air, Cu, deteksi, fotodioda, laser dioda merah

THE DESIGN OF DETECTION SYSTEM CU CONTAMINATED WATER BASED ON RED DIODE LASER AND PHOTODIODE SENSOR

Siti Rofikhoh
12620015

ABSTRACT

The research on making detection system of Cu contaminated water based on red diode laser and photodiode sensor has been done. The purpose of this research was to know photodiode sensors characteristic, make the detection system of Cu contaminated water, and test the detection system of Cu contaminated water. This research was conducted in five phases: characterization of photodiode sensor, making data acquisition system, processing and analyzing of train sample data, making detection system, and implementation of detection system on test samples. The results of photodiode sensor characterization in this research showed transfer function of $V = 0,0156 * I + 1,1897$ and *input-output* relation which very strong with a correlation coefficient $r = 0,989$; sensor sensitivity 0,0156 volts / lux; repeatability 98,31 %; and saturation of the light intensity input values >200 lux. The success rate of detection system implementation on Cu contaminated water was 97,5 %.

Keywords: Cu, detection, photodiode, red diode laser, water

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air merupakan zat yang paling penting dalam kehidupan setelah udara. Sekitar tiga per empat bagian dari tubuh manusia terdiri dari air. Dalam kelangsungan hidup makhluk hidup, air dibutuhkan untuk metabolisme di dalam tubuh. Air di dalam tubuh berperan sebagai cairan untuk mengangkut hasil-hasil metabolisme ke seluruh tubuh makhluk hidup. Air yang digunakan dalam proses metabolisme ini diperoleh melalui air yang diminum atau dikonsumsi. Penting bagi manusia untuk tetap melestarikan dan menjaga air seperti penghematan, tidak membuang sampah dan limbah yang dapat membuat pencemaran air sehingga dapat mengganggu ekosistem yang ada.

Air sering tercemar oleh komponen-komponen anorganik antara lain logam berat yang berbahaya. Logam berat umumnya bersifat racun bagi makhluk hidup bila melebihi ambang batas yang ditentukan, namun beberapa diantaranya dibutuhkan dalam jumlah kecil. Logam berat yang sering mencemari lingkungan khususnya air adalah merkuri (Hg), timbal (Pb), tembaga (Cu), cadmium (Cd), arsenik (As), chromium (Cr), nikel (Ni) dan besi (Fe). Logam berat dapat menimbulkan efek-efek khusus pada makhluk hidup, seperti penyakit minamata, bibir sumbing, kerusakan susunan syaraf, cacat pada bayi, karsinogenitas dan terganggunya fungsi imun sehingga dapat dikatakan bahwa semua logam berat dapat menjadi

racun yang akan meracuni tubuh makhluk hidup apabila terakumulasi didalam tubuh dalam waktu yang lama (Wiryo,2013:101-102)

Al-Quran menjelaskan bahwa banyak kerusakan dimuka bumi yang diakibatkan oleh ulah manusia. Pencemaran air merupakan salah satu kerusakan yang terjadi dimuka bumi, kenampakan adanya kerusakan dimuka bumi termaktub didalam surah Ar-Ruum :41 sebagai berikut:

ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُمْ
بَعْضَ الَّذِي عَمِلُوا لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ ﴿٤١﴾

Artinya:

“Telah tampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan oleh perbuatan tangan manusia, supaya Allah merasakan kepada mereka sebagian akibat perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar)” (Burhanudin, 2011:408).

Ibnu Katsir, menjelaskan makna dari firman Allah, “*Telah tampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan oleh ulah manusia perbuatan tangan manusia.*” Sesungguhnya, kekurangan tanaman pangan dan buah-buahan itu disebabkan oleh aneka kemaksiatan. Sementara itu, kalimat,”*Supaya Allah merasakan kepada mereka sebagian akibat perbuatan mereka.*” dijelaskan oleh Ibnu Katsir, Dia menguji mereka dengan kekurangan kekayaan, diri, dan buah-buahan. Ujian ini merupakan cobaan dan balasan atas perbuatan mereka. *Agar mereka kembali,*” dari

kemaksiatan (Ar Rifai, 1999:560). Dari penjelasan ayat diatas, terlihat bahwa di darat dan di laut mengalami ketidakseimbangan alam yang diakibatkan oleh ulah manusia, pencemaran air akibat logam berat merupakan salah satu contohnya. Hal ini dikarenakan adanya kegiatan industri, domestik dan kegiatan lain yang mempunyai pengaruh negatif terhadap sumber daya air. Salah satu kegiatan industri yang menghasilkan limbah berupa logam adalah industri kerajinan perak Kotagede Yogyakarta. Limbah industri kerajinan perak Kotagede mengandung kadar logam berat cukup tinggi, antara lain mengandung Cu 211,27 mg/L dan kadar Ag 15,95 mg/L, kadar logam tersebut jauh melebihi ambang batas yang ditentukan oleh pemerintah daerah Yogyakarta (Soetarto et al., 2013).

Tembaga merupakan logam esensial, tetapi dapat menyebabkan keracunan bila kadarnya melebihi nilai ambang batas. Bentuk tembaga yang paling beracun adalah debu-debu tembaga (Cu) dari pencemaran logam yang dapat mengakibatkan kematian pada dosis 3,5 mg per kg. (Palar, 1994:70-71). Adanya masalah-masalah seperti unsur kimia yang beracun, tersebut menyebabkan diadakannya standart kualitas kimia air. Standart kualitas air memberikan batas konsentrasi maksimum yang dianjurkan dan diperkenankan bagi berbagai parameter kimia, karena konsentrasi yang berlebihan unsur-unsur tersebut dalam air akan memberikan dampak negatif baik bagi kesehatan maupun dari segi pemakai lainnya. Batasan maksimum air terkontaminasi Cu yang diperbolehkan sebesar 2 ppm (Kusnaedi, 2010)

Perlu dilakukan sebuah pendeteksian untuk mengurangi pencemaran logam berat berupa logam pada air. Penelitian ini akan menitik-beratkan pada pendeteksian air yang terkontaminasi logam tembaga (Cu). Pendeteksian cairan saat ini telah banyak dikembangkan dengan berbagai metode secara kimia ataupun fisika. Metode yang sering digunakan adalah metode *Atomic Absorption Spectrophotometer* (ASS). Alat ukur spektrofotometer ini relatif mahal, sehingga perlu dikembangkan alat deteksi cairan yang lebih terjangkau. Penelitian sebelumnya tentang air terkontaminasi Cu dilakukan dengan menggunakan parameter fisika berupa prinsip induksi. Pada penelitian ini akan dibuat sebuah alat deteksi dengan menggunakan laser dioda merah dan sensor fotodioda untuk mendeteksi air terkontaminasi Cu. Keunggulan pada laser dioda merah dan fotodioda menyediakan solusi yaitu daya rendah serta biaya rendah (murah) untuk metode analisa cairan atau larutan. Laser dioda merah merupakan salah satu cahaya tampak yang memiliki frekuensi rendah sebagai sumber cahaya dengan penangkap cahaya berupa sensor fotodioda. Kemudian untuk memproses data dilakukan oleh mikrokontroler Arduino Uno R3 dan untuk menampilkan hasil deteksi pada LCD secara kualitatif.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang masalah di atas, maka permasalahan yang di teliti dalam penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut :

1. Bagaimana karakteristik sensor fotodioda sehingga dapat digunakan sebagai alat deteksi air terkontaminasi Cu?

2. Bagaimana membuat seperangkat sistem deteksi air terkontaminasi Cu berbasis laser dioda merah dan sensor fotodioda ?
3. Berapakah presentase keberhasilan sistem deteksi air terkontaminasi Cu berbasis laser dioda merah dan sensor fotodioda?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengkarakterisasi sensor fotodioda yang digunakan sebagai alat deteksi air terkontaminasi Cu.
2. Membuat sistem deteksi air terkontaminasi Cu berbasis laser dioda merah dan sensor fotodioda .
3. Menguji sistem deteksi air terkontaminasi Cu berbasis laser dioda merah dan sensor fotodioda.

1.4 Batasan Penelitian

Batasan penelitian ini sebagai berikut:

1. Sensor yang digunakan adalah sensor fotodioda 5 mm yang memiliki respon terhadap penangkapan cahaya.
2. Laser dioda yang digunakan adalah laser dioda merah dengan ukuran 6,2 x 11,0 mm, tipe APCD-635-02 dan panjang gelombang (λ) 634 nm.
3. Sampel uji berupa air terkontaminasi Cu dengan konsentrasi 1 ppm (mg/L), 2 ppm (mg/L), 3 ppm (mg/L), dan 4 ppm (mg/L).

4. Karakterisasi sensor fotodiode adalah karakteristik statis meliputi: fungsi transfer dan hubungan *input-output*, sensitivitas, ripitabilitas dan saturasi.
5. Sistem yang digunakan berbasis Arduino Uno R3 yang berfungsi untuk mengontrol operasi .
6. Sistem deteksi ini hanya dapat mendeteksi kandungan tembaga (Cu) didalam air tanpa ada unsur lain didalamnya.

1.5 Manfaat Penelitian

Dengan dikembangkannya alat deteksi air terkontaminasi Cu diharapkan dapat meminimalisir pencemaran air akibat logam berat berupa tembaga (Cu) sehingga kerusakan pada alam tidak terlalu banyak.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan pada bab sebelumnya, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

1. Karakteristik sensor fotodiode pada penelitian ini yakni: fungsi transfer, $V = 0,0156 * I + 1,1897$; hubungan *input - output* yang sangat kuat dengan koefisien korelasi $r = 0,989$; sensitivitas sensor sebesar 0,0156 volt/lux; riptabilitas 98,31%; dan saturasi pada nilai masukan intensitas cahaya >200 lux.
2. Seperangkat sistem deteksi air terkontaminasi Cu berbasis laser diode merah dan sensor fotodiode telah berhasil dibuat. Laser diode merah sebagai sumber cahaya, fotodiode sebagai sensor dan mikrokontroler Arduino Uno R3 sebagai pengolah sistem.
3. Hasil pengujian sistem deteksi air terkontaminasi Cu berbasis laser diode merah dan sensor fotodiode mempunyai persentase keberhasilan sebesar 97,5 %.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, masih ditemukan beberapa kendala dalam pembuatan sistem deteksi air terkontaminasi Cu berbasis laser diode merah dan sensor fotodiode ini. Oleh karena itu, untuk pengembangan yang akan datang maka disarankan untuk melakukan hal-hal berikut:

1. Sistem deteksi ini dapat dikembangkan dengan mengganti sensor cahaya lain seperti sensor fototransistor serta mengganti parameter intensitas cahaya dengan parameter yang lain seperti konduktivitas.
2. Indikator untuk menampilkan hasil keluaran tidak hanya di LCD tetapi lewat suara menggunakan buzzer dan indikator LED.
3. Mengaplikasikan sistem deteksi ini pada obyek lain atau menambahkan sampel dengan unsur logam lain.
4. Sistem deteksi ini dapat dikembangkan dengan memvariasikan sumber cahaya berupa laser dioda dengan keluaran cahaya warna merah, hijau, dan lain lain.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahira, Anne. 2013. Manfaat Air dalam Kehidupan. Diakses di <http://www.anneahira.com/manfaat-air.htm>. tanggal 15 April 2016
- Ar Rifai, Muhammad N.1999.*Kemudahan Dari Allah: Ringkasan Tafsir Ibnu Katsir*.Jakarta: Gema Insani Press.
- Bambang. 2005. *Membaca dan Mengidentifikasi Komponen Elektronika*.Jakarta: Departemen Pendidikan Nasional,
- Basyir, Adi Azhar. 2012. *KIMIA*. Diakses di [http:// azhardiazhar. wordpress. com/category/kimia/](http://azhardiazhar.wordpress.com/category/kimia/). Tanggal 15 April 2016
- Bui, Duy Anh dan Hauser, Peter C.2015. *Absorbance Detector For Capillary Electrophoresis Based On Light-Emitting Diodes And Photodiodes For The Deep-Ultraviolet Range*. Journal of Chromatography A. Switzerland: Department of Chemistry, University of Basel, Spitalstrasse 51, 4056 Basel,
- Burhanudin, Nandang.2011. *Mushaf Qur'an Al-Burhan edisi Wanita*. Bandung: Media Fitrah Rabbani.
- Chang, Raymond.2005.*Kimia Dasar Edisi Ketiga Konsep-Konsep Inti*. Jakarta: Erlangga.
- Delta Elektronik. 2008. *M1632 Module LCD 16 X 2 Baris (M1632)*. Diakses tanggal 20 April 2016 dari <http://delta-electronic.com/article/wp-content/uploads/2008/09/an0034.pdf>.
- Effendi, Hefni. 2003. *Telaah Kualitas Air*. Yogyakarta: Kanisius
- Fraden, J., 2010, *Handbook Of Modern Sensors : Physics, Designs, and Application*, 4nd-Ed, New York: Springer-Verlag,.
- Kharis. 2013. *Rancang Bangun Sistem Deteksi Kebisingan Sebagai Media Kontrol Kenyamanan Ruangan Perpustakaan. (Tugas Akhir)*.Yogyakarta: Program Studi Fisika, Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga
- Krane.S, Kenneth. 2006. *Fisika Modern*. Jakarta:Universitas Indonesia
- Kusnaedi, 2010. *Mengolah Air Kotor Untuk Air Minum*.Jakarta: Penebar Swadaya.
- Leroy, C dan Rancoita, P.G., 2004. *Radiation Interaction In Matter and Detection*, World Scientific Publishing, Ltd., London
- Minarni, dkk. 2013. *Pengukuran Panjang Gelombang Cahaya Laser Dioda Menggunakan Kisi Difraksi Refleksi dan Transmisi* . Riau : Laboratorium Fotonik, Jurusan Fisika, FMIPA Universitas Riau.

- Morris, Alan S. 2001. *Measurement and Instrumentation Principles, Third Edition*. Oxford. Auckland. Boston. Johannesburg. Melbourne. New Delhi. Montgomery, Douglas C. 1984. *Design and Analysis of Experiments*. Canada : John Wiley and Sons, Inc.
- Murtono dan Handayani, Nita. 2008. *OPTIKA*. Yogyakarta: Prodi Fisika dan Pendidikan Fisika UIN Sunan Kalijaga ,
- Palar, Heryando. 1994. *Pencemaran dan Toksikologi logam Berat*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Palar, Heryando. 2004. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat (Cetakan Kedua)*. Jakarta: Rhineka Cipta.
- Prihatiningsih, W.K. 2007. *Penetapan Kadar Tembaga (Cu) Pada Sampel Air Dengan Metode Spektrofotometri Di Laboratorium PDAM Tirtanadi Medan*, (Tugas Akhir), Jurusan Analis Farmasi, Fakultas Farmasi, UNSU.
- Rakhmadi dkk. 2015. *Design of Detection Device for Cu Contaminated Water Using Induction Principle*. Indonesian Journal of Applied Physics, **Vol.5 No.1 April 2015 : 79-85**.
- Rio, Reka. 1999. *Fisika dan Teknologi Semikonduktor*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Roithner lasertechnic. 2011. *Red Diode Laser Module*. Roithner Laser Technik GmbH. Austria: Wiedner Hauptstrasse.
- Sayer M. dan Mansingh A. 2000. *Measurement, Instrumentation and Experiment design in Physics and Engineering*. Prentice Hall of India, New Delhi.
- Sears dan Zemansky. 2002. *Fisika Universitas jilid ke 2 edisi ke sepuluh*. Penterjemah: ending juliastuti. Jakarta: Erlangga
- Sekarwati, Novita dkk. 2015. *Dampak Logam Berat Cu (Tembaga) dan Ag (Perak) Pada Limbah Cair Industri Perak Terhadap Kualitas Air Sumur dan Kesehatan Masyarakat Serta Upaya Pengendalian di Kota Gede Yogyakarta*. Jurnal EKOSAINS, Vol.VII, No.1.
- Smallman, R.E dan Bishop R.J. 2000. *Metalurgi Fisik Modern dan Rekayasa Material edisi keenam*. Penterjemah: Sriati Djaprie. Jakarta: Erlangga.
- Sugiyarto, K.H dan Suyanti R.D. 2010. *Kimia Anorganik Logam*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Sugiyono. 2007. *Statistika untuk Penelitian*. Jakarta : Alfabeta.
- Suryono. 2012. *Workshop Peningkatan Mutu Penelitian Dosen dan Mahasiswa*. Yogyakarta: Program Studi Fisika UIN Sunan Kalijaga.
- Suriawiria, Unus. 2008. *Mikrobiologi Air*. Bandung: Alumni.

- Soetarto, E.S. et al., 2013. *Limbah Kerajinan Perak Kotagede Yogyakarta Sebagai Sumber Inokulum Bakteri Resisten Logam*. Yogyakarta : Fakultas Biologi UGM
- Syahwil, Muhammad.2013.*Panduan Mudah Simulasi dan Praktek Mikrokontroler Arduino*.Yogyakarta: ANDI
- Wakhid dkk. 2013. *Rancang Bangun Sistem Pendeteksian Jenis Cairan Menggunakan Laser Dioda Spectroscopy*. Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS).
- Wiryono.2013.*Pengantar Ilmu Lingkungan*.Bengkulu:Pertelon Media.



LAMPIRAN

Lampiran 1

Data Karakteristik Sensor Fotodioda

Tabel 1. Data karakteristik sensor fotodioda

| Intensitas (Lux) | V1 (Volt) | V2 (Volt) | V3 (Volt) | V4 (Volt) | V5 (Volt) | V6 (Volt) | V7 (Volt) |
|---------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 25 | 1,40 | 1,40 | 1,40 | 1,40 | 1,40 | 1,40 | 1,40 |
| 50 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 |
| 75 | 2,46 | 2,46 | 2,46 | 2,46 | 2,46 | 2,46 | 2,46 |
| 100 | 2,91 | 2,91 | 2,91 | 2,91 | 2,91 | 2,91 | 2,91 |
| 125 | 3,25 | 3,26 | 3,27 | 3,28 | 3,27 | 3,32 | 3,32 |
| 150 | 3,59 | 3,59 | 3,59 | 3,59 | 3,59 | 3,59 | 3,60 |
| 175 | 3,85 | 3,85 | 3,85 | 3,85 | 3,85 | 3,85 | 3,85 |
| 200 | 4,14 | 4,14 | 4,14 | 4,14 | 4,14 | 4,14 | 4,14 |
| 225 | 4,30 | 4,30 | 4,31 | 4,31 | 4,30 | 4,30 | 4,31 |
| 250 | 4,35 | 4,35 | 4,36 | 4,36 | 4,36 | 4,36 | 4,36 |

Tabel 1. Lanjutan

| Intensitas (Lux) | V8 (Volt) | V9 (Volt) | V10 (Volt) | \bar{V} (Volt) | V_{max} | V_{min} | $V_{max} - V_{min}$ |
|---------------------|--------------|--------------|---------------|---------------------|-----------|-----------|---------------------|
| 25 | 1,40 | 1,40 | 1,40 | 1,40 | 1,40 | 1,40 | 0,00 |
| 50 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 0,00 |
| 75 | 2,46 | 2,46 | 2,46 | 2,46 | 2,46 | 2,46 | 0,00 |
| 100 | 2,91 | 2,91 | 2,91 | 2,91 | 2,91 | 2,91 | 0,00 |
| 125 | 3,28 | 3,26 | 3,27 | 3,27 | 3,32 | 3,25 | 0,07 |
| 150 | 3,60 | 3,60 | 3,60 | 3,59 | 3,60 | 3,59 | 0,01 |
| 175 | 3,85 | 3,85 | 3,85 | 3,85 | 3,85 | 3,85 | 0,00 |
| 200 | 4,14 | 4,14 | 4,14 | 4,14 | 4,14 | 4,14 | 0,00 |
| 225 | 4,31 | 4,31 | 4,30 | 4,30 | 4,31 | 4,30 | 0,01 |
| 250 | 4,36 | 4,36 | 4,36 | 4,35 | 4,36 | 4,35 | 0,01 |

Lampiran 2

Mencari nilai a dan b

$$a = \frac{\sum Y_i \sum X_i^2 - \sum X_i \sum X_i Y_i}{n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2} = \frac{23,532 \times 127500 - 900 \times 3056}{8 \times 127500 - 810000}$$

$$= \frac{3000330 - 2750400}{1020000 - 810000}$$

$$= \frac{249930}{210000} = 1,190 \text{ volt}$$

$$b = \frac{n \sum X_i Y_i - \sum X_i \sum Y_i}{n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2} = \frac{8 \times 3056,1 - 900 \times 23,532}{8 \times 127500 - 810000}$$

$$= \frac{24448,8 - 21178,8}{1020000 - 810000}$$

$$= \frac{3270}{210000}$$

$$= 0,01557 \text{ volt/lux}$$

Lampiran 3

Perhitungan Ripitabilitas

Menentukan persentase eror ripitabilitas:

$$\delta = \frac{\Delta}{FS} \times 100 \%$$

$$\delta = \frac{0,07}{4,14} \times 100 \%$$

$$\delta = 1,69 \%$$

Menentukan persentase ripitabilitas:

$$\text{ripitabilitas} = 100\% - \delta$$

$$\text{ripitabilitas} = 100\% - 1,69\%$$

$$\text{ripitabilitas} = 98,31 \%$$

Lampiran 4

Hasil Akuisisi Data Sampel Latih

$$\bar{V} = \frac{\sum Vi}{n}$$

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

Tabel 2. Air terkontaminasi Cu 1 ppm

| No | V(Volt) | | | | | \bar{V} |
|----|---------|-------|-------|-------|-------|-----------|
| | V1 | V2 | V3 | V4 | V5 | |
| 1 | 4.250 | 4.240 | 4.250 | 4.250 | 4.250 | 4.248 |
| 2 | 4.240 | 4.250 | 4.250 | 4.240 | 4.240 | 4.244 |
| 3 | 4.250 | 4.250 | 4.240 | 4.250 | 4.240 | 4.246 |
| 4 | 4.250 | 4.240 | 4.240 | 4.250 | 4.250 | 4.246 |
| 5 | 4.240 | 4.250 | 4.250 | 4.240 | 4.240 | 4.244 |
| 6 | 4.250 | 4.250 | 4.240 | 4.250 | 4.250 | 4.248 |
| 7 | 4.250 | 4.240 | 4.250 | 4.250 | 4.250 | 4.248 |
| 8 | 4.250 | 4.250 | 4.250 | 4.240 | 4.240 | 4.246 |
| 9 | 4.250 | 4.250 | 4.240 | 4.250 | 4.250 | 4.248 |
| 10 | 4.250 | 4.250 | 4.250 | 4.240 | 4.240 | 4.246 |

Tabel 2. (Lanjutan)

| No | V(Volt) | | | | | $\Delta\bar{V}$ |
|----|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-----------------|
| | $(v1 - \bar{v})^2$ | $(v2 - \bar{v})^2$ | $(v3 - \bar{v})^2$ | $(v4 - \bar{v})^2$ | $(v5 - \bar{v})^2$ | |
| 1 | 0.0000040 | 0.0000640 | 0.0000040 | 0.0000040 | 0.0000040 | 0.0044721 |
| 2 | 0.0000160 | 0.0000360 | 0.0000360 | 0.0000160 | 0.0000160 | 0.0054772 |
| 3 | 0.0000160 | 0.0000160 | 0.0000360 | 0.0000160 | 0.0000360 | 0.0054772 |
| 4 | 0.0000160 | 0.0000360 | 0.0000360 | 0.0000160 | 0.0000160 | 0.0054772 |
| 5 | 0.0000160 | 0.0000360 | 0.0000360 | 0.0000160 | 0.0000160 | 0.0054772 |
| 6 | 0.0000040 | 0.0000040 | 0.0000640 | 0.0000040 | 0.0000040 | 0.0044721 |
| 7 | 0.0000040 | 0.0000640 | 0.0000040 | 0.0000040 | 0.0000040 | 0.0044721 |
| 8 | 0.0000160 | 0.0000160 | 0.0000160 | 0.0000360 | 0.0000360 | 0.0054772 |
| 9 | 0.0000040 | 0.0000040 | 0.0000640 | 0.0000040 | 0.0000040 | 0.0044721 |
| 10 | 0.0000160 | 0.0000160 | 0.0000160 | 0.0000360 | 0.0000360 | 0.0054772 |

$$(\bar{V} \pm \Delta\bar{V}) = (4,246 \pm 0,005) \text{ volt}$$

Tabel 3. Air terkontaminasi Cu 2 ppm

| No | V(Volt) | | | | | \bar{V} |
|----|---------|-------|-------|-------|-------|-----------|
| | V1 | V2 | V3 | V4 | V5 | |
| 1 | 4.110 | 4.110 | 4.120 | 4.120 | 4.110 | 4.114 |
| 2 | 4.120 | 4.120 | 4.120 | 4.110 | 4.110 | 4.116 |
| 3 | 4.110 | 4.110 | 4.120 | 4.120 | 4.110 | 4.114 |
| 4 | 4.120 | 4.120 | 4.120 | 4.110 | 4.110 | 4.116 |
| 5 | 4.110 | 4.110 | 4.120 | 4.100 | 4.110 | 4.110 |
| 6 | 4.120 | 4.120 | 4.120 | 4.110 | 4.110 | 4.116 |
| 7 | 4.110 | 4.110 | 4.120 | 4.120 | 4.110 | 4.114 |
| 8 | 4.120 | 4.120 | 4.120 | 4.110 | 4.110 | 4.116 |
| 9 | 4.110 | 4.110 | 4.120 | 4.120 | 4.110 | 4.114 |
| 10 | 4.120 | 4.120 | 4.120 | 4.110 | 4.110 | 4.116 |

Tabel 3. (Lanjutan)

| No | V(Volt) | | | | | $\Delta\bar{V}$ |
|----|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-----------------|
| | $(v1 - \bar{v})^2$ | $(v2 - \bar{v})^2$ | $(v3 - \bar{v})^2$ | $(v4 - \bar{v})^2$ | $(v5 - \bar{v})^2$ | |
| 1 | 0.0000160 | 0.0000160 | 0.0000360 | 0.0000360 | 0.0000160 | 0.0054772 |
| 2 | 0.0000160 | 0.0000160 | 0.0000160 | 0.0000360 | 0.0000360 | 0.0054772 |
| 3 | 0.0000160 | 0.0000160 | 0.0000360 | 0.0000360 | 0.0000160 | 0.0054772 |
| 4 | 0.0000160 | 0.0000160 | 0.0000160 | 0.0000360 | 0.0000360 | 0.0054772 |
| 5 | 0.0000000 | 0.0000000 | 0.0001000 | 0.0001000 | 0.0000000 | 0.0070711 |
| 6 | 0.0000160 | 0.0000160 | 0.0000160 | 0.0000360 | 0.0000360 | 0.0054772 |
| 7 | 0.0000160 | 0.0000160 | 0.0000360 | 0.0000360 | 0.0000160 | 0.0054772 |
| 8 | 0.0000160 | 0.0000160 | 0.0000160 | 0.0000360 | 0.0000360 | 0.0054772 |
| 9 | 0.0000160 | 0.0000160 | 0.0000360 | 0.0000360 | 0.0000160 | 0.0054772 |
| 10 | 0.0000160 | 0.0000160 | 0.0000160 | 0.0000360 | 0.0000360 | 0.0054772 |

$$(\bar{V} \pm \Delta\bar{V}) = (4,115 \pm 0,006) \text{ volt}$$

Tabel 4. Air terkontaminasi Cu 3 ppm

| No | V(Volt) | | | | | \bar{V} |
|----|---------|-------|-------|-------|-------|-----------|
| | V1 | V2 | V3 | V4 | V5 | |
| 1 | 3.960 | 3.970 | 3.960 | 3.970 | 3.960 | 3.964 |
| 2 | 3.970 | 3.960 | 3.960 | 3.960 | 3.960 | 3.962 |
| 3 | 3.960 | 3.970 | 3.960 | 3.960 | 3.970 | 3.964 |
| 4 | 3.960 | 3.970 | 3.960 | 3.970 | 3.960 | 3.964 |
| 5 | 3.970 | 3.960 | 3.960 | 3.960 | 3.960 | 3.962 |
| 6 | 3.960 | 3.970 | 3.960 | 3.970 | 3.960 | 3.964 |
| 7 | 3.970 | 3.960 | 3.960 | 3.960 | 3.960 | 3.962 |
| 8 | 3.960 | 3.970 | 3.960 | 3.960 | 3.970 | 3.964 |
| 9 | 3.970 | 3.970 | 3.960 | 3.960 | 3.970 | 3.966 |
| 10 | 3.960 | 3.970 | 3.960 | 3.970 | 3.960 | 3.964 |

Tabel 4. (Lanjutan)

| No | V(Volt) | | | | | $\Delta\bar{V}$ |
|----|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-----------------|
| | $(v1 - \bar{v})^2$ | $(v2 - \bar{v})^2$ | $(v3 - \bar{v})^2$ | $(v4 - \bar{v})^2$ | $(v5 - \bar{v})^2$ | |
| 1 | 0.0000160 | 0.0000360 | 0.0000160 | 0.0000360 | 0.0000160 | 0.0054772 |
| 2 | 0.0000640 | 0.0000040 | 0.0000040 | 0.0000040 | 0.0000040 | 0.0044721 |
| 3 | 0.0000160 | 0.0000360 | 0.0000160 | 0.0000160 | 0.0000360 | 0.0054772 |
| 4 | 0.0000160 | 0.0000360 | 0.0000160 | 0.0000360 | 0.0000160 | 0.0054772 |
| 5 | 0.0000640 | 0.0000040 | 0.0000040 | 0.0000040 | 0.0000040 | 0.0044721 |
| 6 | 0.0000160 | 0.0000360 | 0.0000160 | 0.0000360 | 0.0000160 | 0.0054772 |
| 7 | 0.0000640 | 0.0000040 | 0.0000040 | 0.0000040 | 0.0000040 | 0.0044721 |
| 8 | 0.0000160 | 0.0000360 | 0.0000160 | 0.0000160 | 0.0000360 | 0.0054772 |
| 9 | 0.0000160 | 0.0000160 | 0.0000360 | 0.0000360 | 0.0000160 | 0.0054772 |
| 10 | 0.0000160 | 0.0000360 | 0.0000160 | 0.0000360 | 0.0000160 | 0.0054772 |

$$(\bar{V} \pm \Delta\bar{V}) = (3,964 \pm 0,005) \text{ volt}$$

Tabel 5. Air terkontaminasi Cu 4 ppm

| No | V(Volt) | | | | | \bar{V} |
|----|---------|-------|-------|-------|-------|-----------|
| | V1 | V2 | V3 | V4 | V5 | |
| 1 | 3.820 | 3.830 | 3.830 | 3.820 | 3.820 | 3.824 |
| 2 | 3.830 | 3.820 | 3.820 | 3.820 | 3.830 | 3.824 |
| 3 | 3.820 | 3.830 | 3.830 | 3.820 | 3.820 | 3.824 |
| 4 | 3.830 | 3.820 | 3.820 | 3.820 | 3.830 | 3.824 |
| 5 | 3.820 | 3.830 | 3.830 | 3.820 | 3.820 | 3.824 |
| 6 | 3.830 | 3.820 | 3.820 | 3.820 | 3.830 | 3.824 |
| 7 | 3.820 | 3.830 | 3.830 | 3.820 | 3.820 | 3.824 |
| 8 | 3.830 | 3.820 | 3.820 | 3.820 | 3.830 | 3.824 |
| 9 | 3.820 | 3.830 | 3.830 | 3.820 | 3.820 | 3.824 |
| 10 | 3.830 | 3.820 | 3.820 | 3.820 | 3.830 | 3.824 |

Tabel 5. (Lanjutan)

| No | V(Volt) | | | | | $\Delta\bar{V}$ |
|----|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-----------------|
| | $(v1 - \bar{v})^2$ | $(v2 - \bar{v})^2$ | $(v3 - \bar{v})^2$ | $(v4 - \bar{v})^2$ | $(v5 - \bar{v})^2$ | |
| 1 | 0.0000160 | 0.0000360 | 0.0000360 | 0.0000160 | 0.0000160 | 0.0054772 |
| 2 | 0.0000360 | 0.0000160 | 0.0000160 | 0.0000160 | 0.0000360 | 0.0054772 |
| 3 | 0.0000160 | 0.0000360 | 0.0000360 | 0.0000160 | 0.0000160 | 0.0054772 |
| 4 | 0.0000360 | 0.0000160 | 0.0000160 | 0.0000160 | 0.0000360 | 0.0054772 |
| 5 | 0.0000160 | 0.0000360 | 0.0000360 | 0.0000160 | 0.0000160 | 0.0054772 |
| 6 | 0.0000360 | 0.0000160 | 0.0000160 | 0.0000160 | 0.0000360 | 0.0054772 |
| 7 | 0.0000160 | 0.0000360 | 0.0000360 | 0.0000160 | 0.0000160 | 0.0054772 |
| 8 | 0.0000360 | 0.0000160 | 0.0000160 | 0.0000160 | 0.0000360 | 0.0054772 |
| 9 | 0.0000160 | 0.0000360 | 0.0000360 | 0.0000160 | 0.0000160 | 0.0054772 |
| 10 | 0.0000360 | 0.0000160 | 0.0000160 | 0.0000160 | 0.0000360 | 0.0054772 |

$$(\bar{V} \pm \Delta\bar{V}) = (3,824 \pm 0,005) \text{ volt}$$

Lampiran 5

Hasil Implementasi Sistem Deteksi Pada Sampel Uji

Tabel 6. Implementasi sistem deteksi pada sampel uji airterkontaminasi Cu 1 ppm

| No | Sampel air | Dikenali Sebagai | |
|----|-------------------------|-------------------|--------|
| | | TERKONTAMINASI CU | NORMAL |
| 1 | Terkontaminasi Cu 1 ppm | | √ |
| 2 | Terkontaminasi Cu 1 ppm | | √ |
| 3 | Terkontaminasi Cu 1 ppm | | √ |
| 4 | Terkontaminasi Cu 1 ppm | | √ |
| 5 | Terkontaminasi Cu 1 ppm | | √ |
| 6 | Terkontaminasi Cu 1 ppm | | √ |
| 7 | Terkontaminasi Cu 1 ppm | | √ |
| 8 | Terkontaminasi Cu 1 ppm | | √ |
| 9 | Terkontaminasi Cu 1 ppm | | √ |
| 10 | Terkontaminasi Cu 1 ppm | | √ |

Tabel 7. Implementasi sistem deteksi pada sampel uji air terkontaminasi Cu 2 ppm

| No | Sampel air | Dikenali Sebagai | |
|----|-------------------------|-------------------|--------|
| | | TERKONTAMINASI CU | NORMAL |
| 1 | Terkontaminasi Cu 2 ppm | | √ |
| 2 | Terkontaminasi Cu 2 ppm | | √ |
| 3 | Terkontaminasi Cu 2 ppm | | √ |
| 4 | Terkontaminasi Cu 2 ppm | | √ |
| 5 | Terkontaminasi Cu 2 ppm | | √ |
| 6 | Terkontaminasi Cu 2 ppm | | √ |
| 7 | Terkontaminasi Cu 2 ppm | | √ |
| 8 | Terkontaminasi Cu 2 ppm | √ | |
| 9 | Terkontaminasi Cu 2 ppm | | √ |
| 10 | Terkontaminasi Cu 2 ppm | | √ |

Tabel 8. Implementasi sistem deteksi pada sampel uji air terkontaminasi Cu 3 ppm

| No | Sampel air | Dikenali Sebagai | |
|----|-------------------------|-------------------|--------|
| | | TERKONTAMINASI CU | NORMAL |
| 1 | Terkontaminasi Cu 3 ppm | √ | |
| 2 | Terkontaminasi Cu 3 ppm | √ | |
| 3 | Terkontaminasi Cu 3 ppm | √ | |
| 4 | Terkontaminasi Cu 3 ppm | √ | |
| 5 | Terkontaminasi Cu 3 ppm | √ | |
| 6 | Terkontaminasi Cu 3 ppm | √ | |
| 7 | Terkontaminasi Cu 3 ppm | √ | |
| 8 | Terkontaminasi Cu 3 ppm | √ | |
| 9 | Terkontaminasi Cu 3 ppm | √ | |
| 10 | Terkontaminasi Cu 3 ppm | √ | |

Tabel 9. Implementasi sistem deteksi pada sampel uji air terkontaminasi Cu 4 ppm

| No | Sampel air | Dikenali Sebagai | |
|----|-------------------------|-------------------|--------|
| | | TERKONTAMINASI CU | NORMAL |
| 1 | Terkontaminasi Cu 4 ppm | √ | |
| 2 | Terkontaminasi Cu 4 ppm | √ | |
| 3 | Terkontaminasi Cu 4 ppm | √ | |
| 4 | Terkontaminasi Cu 4 ppm | √ | |
| 5 | Terkontaminasi Cu 4 ppm | √ | |
| 6 | Terkontaminasi Cu 4 ppm | √ | |
| 7 | Terkontaminasi Cu 4 ppm | √ | |
| 8 | Terkontaminasi Cu 4 ppm | √ | |
| 9 | Terkontaminasi Cu 4 ppm | √ | |
| 10 | Terkontaminasi Cu 4 ppm | √ | |

Lampiran 6

Persentase Hasil Implementasi Sistem Deteksi Pada Sampel Uji

1. Presentase mendeteksi air terkontaminasi Cu 1 ppm

$$\begin{aligned} \text{Presentase keberhasilan (\%)} &= \frac{\text{jumlah benar}}{n} \times 100 \% \\ &= \frac{10}{10} \times 100 \% \\ &= 100 \% \end{aligned}$$

2. Presentase mendeteksi air terkontaminasi Cu 2 ppm

$$\begin{aligned} \text{Presentase keberhasilan (\%)} &= \frac{\text{jumlah benar}}{n} \times 100 \% \\ &= \frac{9}{10} \times 100 \% \\ &= 90 \% \end{aligned}$$

3. Presentase mendeteksi air terkontaminasi Cu 3 ppm

$$\begin{aligned} \text{Presentase keberhasilan (\%)} &= \frac{\text{jumlah benar}}{n} \times 100 \% \\ &= \frac{10}{10} \times 100 \% \\ &= 100 \% \end{aligned}$$

4. Presentase mendeteksi air terkontaminasi Cu 4 ppm

$$\begin{aligned} \text{Presentase keberhasilan (\%)} &= \frac{\text{jumlah benar}}{n} \times 100 \% \\ &= \frac{10}{10} \times 100 \% \\ &= 100 \% \end{aligned}$$

Rata-rata persentase keberhasilan pada pengujian sistem deteksi:

$$\% \text{ rata - rata} = \frac{390 \%}{4} = 97,5 \%$$

Lampiran 7

Sketch Program Sistem Akuisisi Data

```
#include<LiquidCrystal.h>
LiquidCrystal lcd(12, 11, 5, 4, 3, 2);
int sensor=A0;
void setup() {
  // put your setup code here, to run once:
  lcd.begin(16,2);
  pinMode(sensor,INPUT);
}

void loop() {
  // put your main code here, to run repeatedly:
  float sensor1=analogRead(sensor)*145.0/1024.0;

  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("Tegangan Sensor");
```

```
lcd.setCursor(6,1);  
lcd.print(sensor1);  
delay(100);  
lcd.setCursor(10,1);  
lcd.print("V");
```

Lampiran 8

Sketch Program Sistem Deteksi

```
#include<LiquidCrystal.h>  
LiquidCrystal lcd(12, 11, 5, 4, 3, 2);  
int sensor=A0;  
void setup() {  
  // put your setup code here, to run once:  
  lcd.begin(16,2);  
  pinMode(sensor,INPUT);  
}  
  
void loop() {  
  // put your main code here, to run repeatedly:  
  float sensor1=analogRead(sensor)*145.0/1024.0;  
  if (sensor1<4.11)  
  {  
    lcd.setCursor(1,0);  
    lcd.print("TERKONTAMINASI");  
    lcd.setCursor(6,1);  
    lcd.print("CU");  
    delay(25);  
  }  
}
```

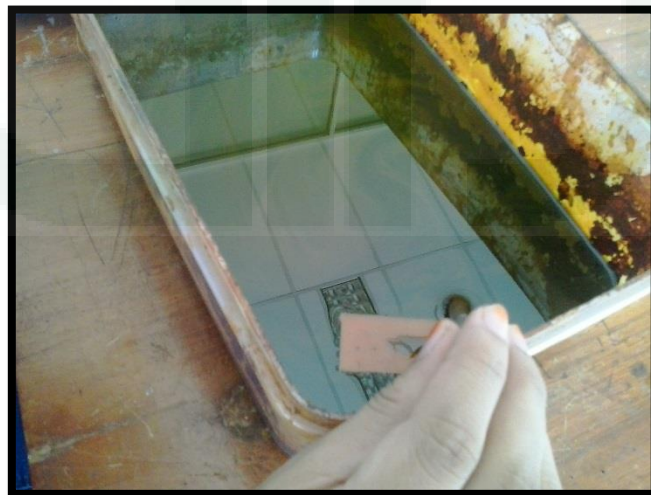
```
else{  
  lcd.setCursor(4,0);  
  lcd.print("NORMAL");  
  delay(25);  
}
```

Lampiran 9

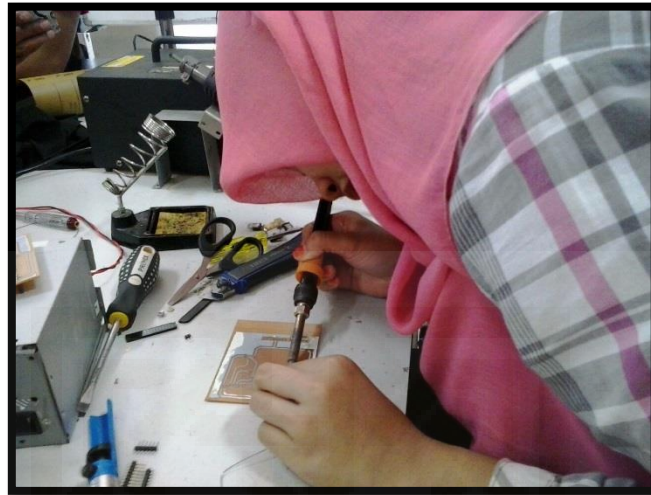
Proses Pembuatan Sistem Deteksi



Gambar 1. Penempelan layout pada PCB



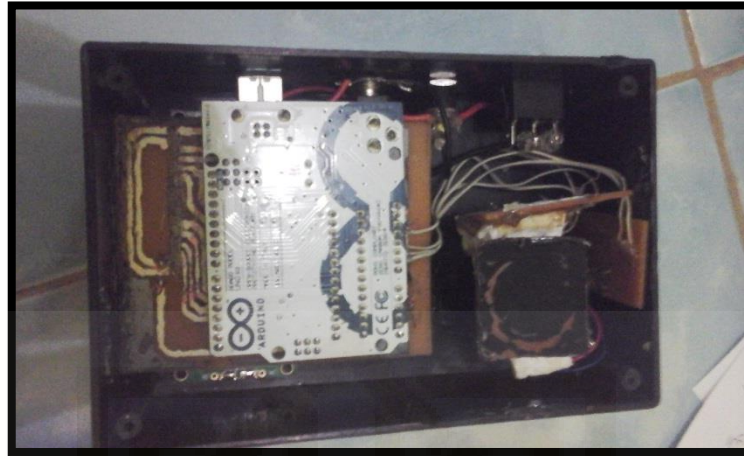
Gambar 2. Pelarutan PCB



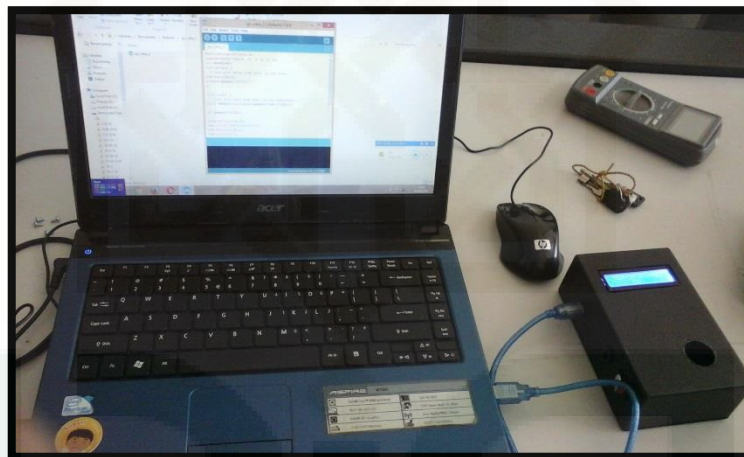
Gambar 3. Pemasangan dan penyolderan komponen



Gambar 4. Pembuatan *casing* alat deteksi



Gambar 5. Pemasangan pcb dan komponen ke casing



Gambar 6. Pemrograman mikrokontroler Arduino Uno R3

Lampiran 10

Karakterisasi Sensor Photodioda, Pembuatan Sampel, Akuisisi Data dan Implementasi Sistem Deteksi



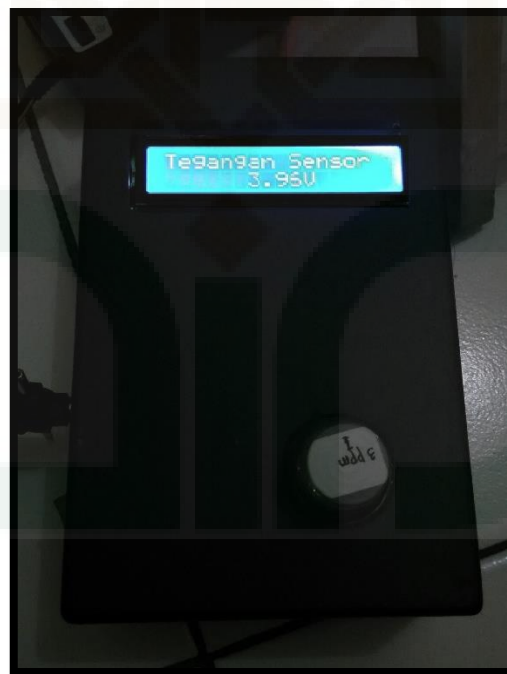
Gambar 7. Pengambilan data karakterisasi sensor fotodioda



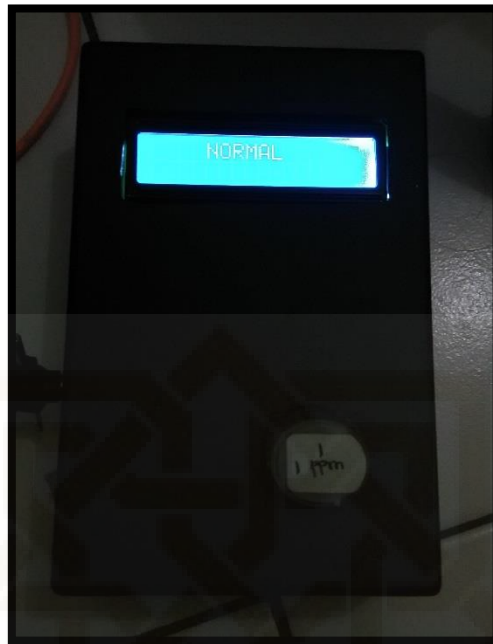
Gambar 8. Pembuatan sampel air terkontaminasi Cu



Gambar 9. Sampel Uji



Gambar 10. Akuisisi Data



Gambar 11. Implementasi sistem deteksi pada sampel uji

Lampiran 11*Data Sheet* Sensor Fotodioda

5mm Silicon PIN Photodiode , T-1 3/4
PD333-3C/H0/L2

**Features**

- Fast response time
- High photo sensitivity
- Small junction capacitance
- Pb free
- This product itself will remain within RoHS compliant version.

Description

PD333-3C/H0/L2 is a high speed and high sensitive PIN photodiode in a standard 5 ϕ plastic package. Due to its water clear epoxy the device is sensitive to visible and infrared radiation.

Applications

- High speed photo detector
- Security system
- Camera

DATASHEET

5mm Silicon PIN Photodiode , T-1 3/4
PD333-3C/H0/L2

EVERLIGHT

Device Selection Guide

| Chip Materials | Lens Color |
|----------------|-------------|
| Silicon | Water clear |

Absolute Maximum Ratings (Ta=25°C)

| Parameter | Symbol | Rating | Unit |
|----------------------------|------------------|------------|------|
| Reverse Voltage | V _R | 32 | V |
| Power Dissipation | P _d | 150 | mW |
| Lead Soldering Temperature | T _{sol} | 260 | °C |
| Operating Temperature | T _{opr} | -25 ~ +85 | °C |
| Storage Temperature | T _{stg} | -40 ~ +100 | °C |

Notes: *1: Soldering time ≤ 5 seconds.

DATASHEET

5mm Silicon PIN Photodiode , T-1 3/4
PD333-3C/H0/L2

EVERLIGHT

Electro-Optical Characteristics (Ta=25°C)

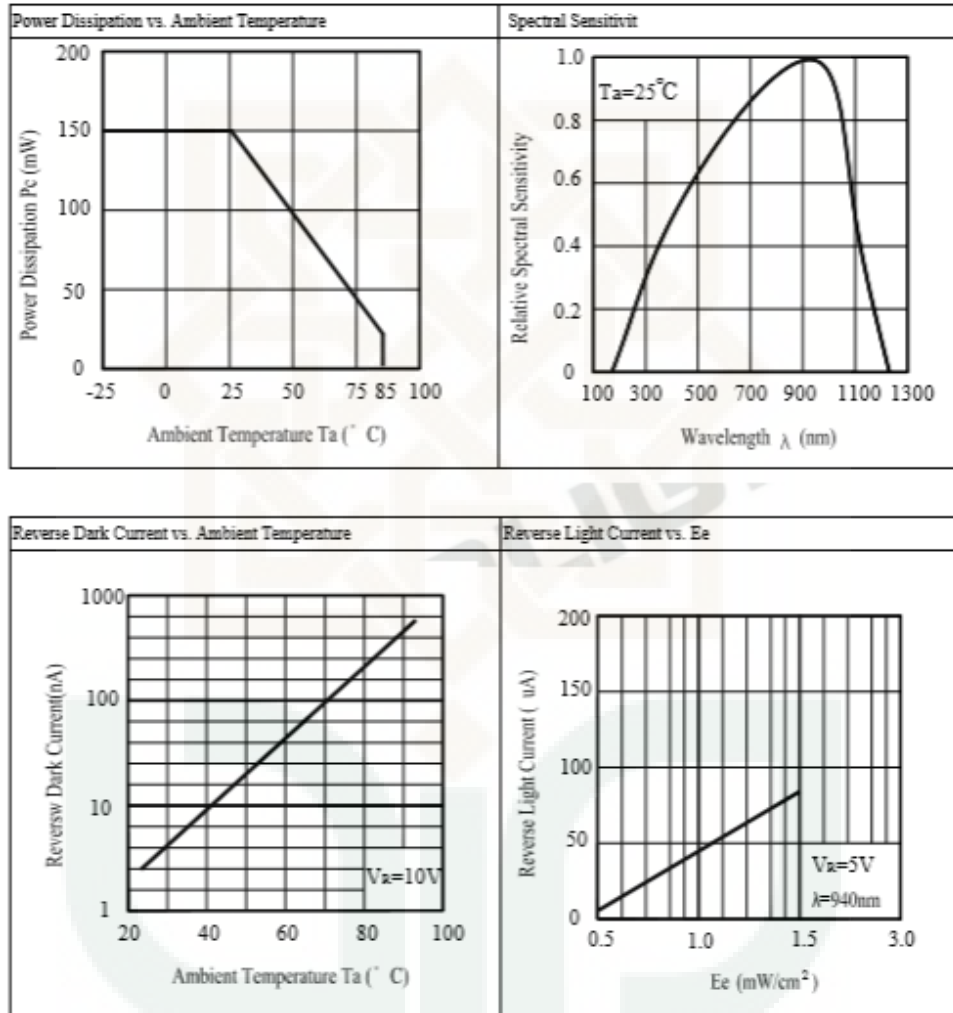
| Parameter | Symbol | Min. | Typ. | Max. | Unit | Condition |
|--------------------------------|------------------|------|-------|------|---------|--|
| Range Of Spectral Bandwidth | $\lambda_{0.5}$ | 400 | --- | 1100 | nm | ---- |
| Wavelength Of Peak Sensitivity | λ_p | --- | 940 | --- | nm | ---- |
| Open-Circuit Voltage | V_{OC} | --- | 0.39 | --- | V | Ee=5m W/cm ² $\lambda_p=940nm$ |
| Short- Circuit Current | I_{SC} | --- | 40 | --- | μA | Ee=1m W/cm ² $\lambda_p=940nm$ |
| Reverse Light Current | I_L | 36 | 40 | --- | | Ee=1m W/cm ² $\lambda_p=940nm$ $V_R=5V$ |
| Reverse Dark Current | I_D | --- | 5 | 30 | nA | Ee=0m W/cm ² $V_R=10V$ |
| Reverse Breakdown Voltage | V_{BR} | 32 | 170 | --- | V | Ee=0m W/cm ² $I_R=100 \mu A$ |
| Total Capacitance | C_t | --- | 18 | --- | pF | Ee=0m W/cm ² $V_R=5V$ $f=1MHz$ |
| Rise Time/ Fall Time | t_r / t_f | --- | 45/45 | --- | nS | $V_R=10V$ $R_L=1K\Omega$ |
| View Angle | 2 $\theta_{1/2}$ | -- | 80 | -- | deg | $I_F=20mA$ |

DATASHEET

5mm Silicon PIN Photodiode, T-1 3/4
PD333-3C/H0/L2

EVERLIGHT

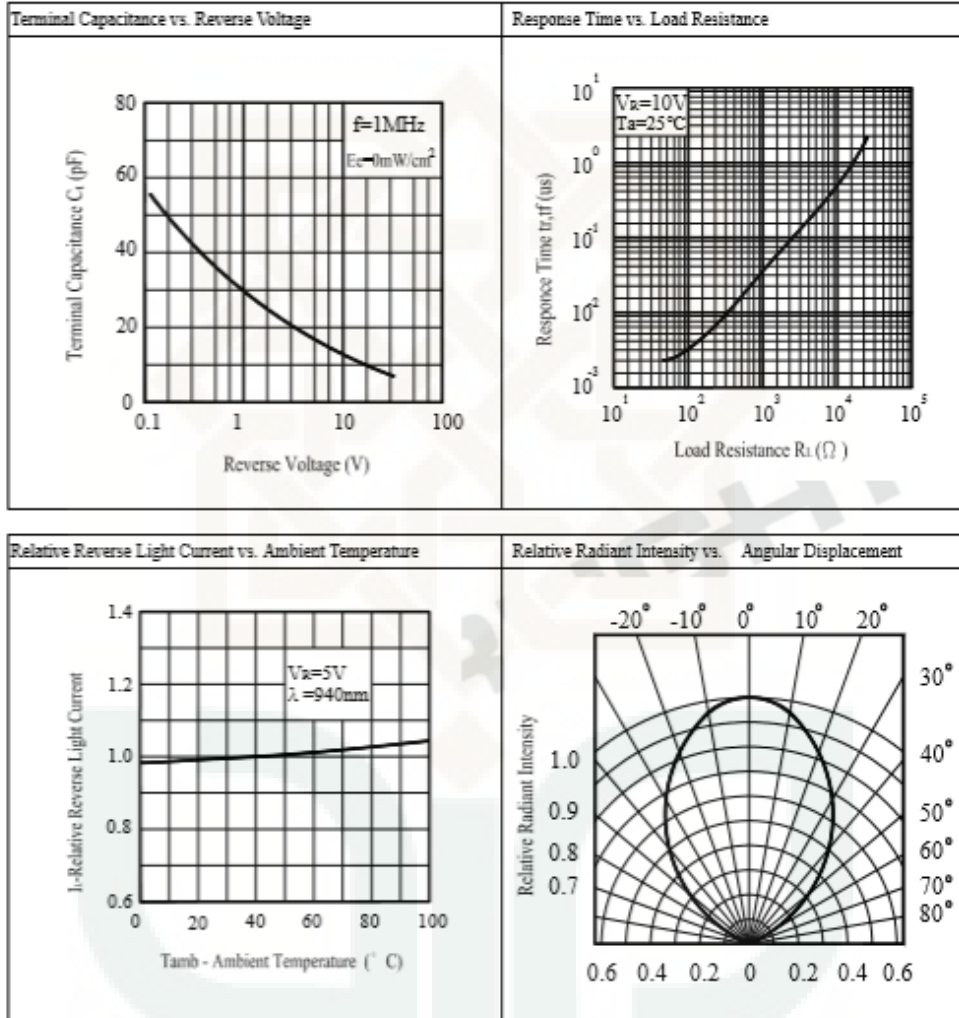
Typical Electro-Optical Characteristics Curves



DATASHEET

5mm Silicon PIN Photodiode, T-1 3/4
PD333-3C/H0/L2

EVERLIGHT



DATASHEET

5mm Silicon PIN Photodiode , T-1 3/4
PD333-3C/H0L2

EVERLIGHT

Label Form Specification

Pb **EVERLIGHT** **RoHS**
 CPN : XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
 P/N : XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
 QTY : XXXX CAT : XXXX
 HUE : XXXX
 REF : XXXX
 LOT NO : XXXXXXXXXXXXXXXX
 Reference : XXXXXXXX

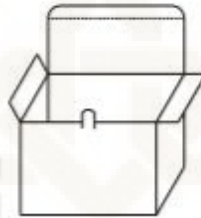
- CPN: Customer's Product Number
- P/N: Product Number
- QTY: Packing Quantity
- CAT: Luminous Intensity Rank
- HUE: Dom. Wavelength Rank
- REF: Forward Voltage Rank
- LOT No: Lot Number
- X: Month
- Reference: Identify Label Number

Packing Specification

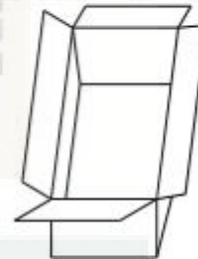
■ Anti-electrostatic bag



■ Inner Carton



■ Outside Carton



■ Packing Quantity

1. 500 PCS/1 Bag, 5 Bags/1 Inner Carton
2. 10 Inner Cartons/1 Outside Carton

DATASHEET

5mm Silicon PIN Photodiode, T-1 3/4
PD333-3C/H0L2

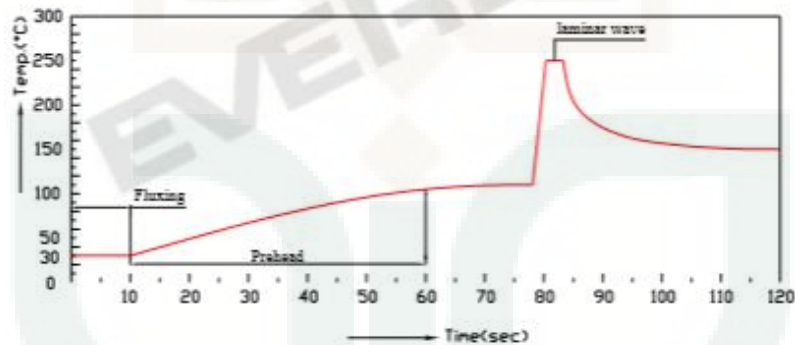
EVERLIGHT

Notes

- Lead Forming
 - During lead formation, the leads should be bent at a point at least 3mm from the base of the epoxy bulb.
 - Lead forming should be done before soldering.
 - Avoid stressing the LED package during leads forming. The stress to the base may damage the LED's characteristics or it may break the LEDs.
 - Cut the LED lead frames at room temperature. Cutting the lead frames at high temperatures may cause failure of the LEDs.
 - When mounting the LEDs onto a PCB, the PCB holes must be aligned exactly with the lead position of the LED. If the LEDs are mounted with stress at the leads, it causes deterioration of the epoxy resin and this will degrade the LEDs.
- Storage
 - The LEDs should be stored at 30°C or less and 70%RH or less after being shipped from Everlight and the storage life limits are 3 months. If the LEDs are stored for 3 months or more, they can be stored for a year in a sealed container with a nitrogen atmosphere and moisture absorbent material.
 - Please avoid rapid transitions in ambient temperature, especially, in high humidity environments where condensation can occur.
- Soldering
 - Careful attention should be paid during soldering. When soldering, leave more than 3mm from solder joint to epoxy bulb, and soldering beyond the base of the tie bar is recommended.
 - Recommended soldering conditions:

| | Hand Soldering | | DIP Soldering |
|----------------------|--|-------------------|--|
| Temp. at tip of Iron | 300°C Max. (30W Max.) | Preheat temp. | 100°C Max. (60 sec Max.) |
| Soldering time | 3 sec Max. | Bath temp. & time | 260 Max. 5 sec Max. |
| Distance | 3mm Min. (From solder joint to epoxy bulb) | Distance | 3mm Min. (From solder joint to epoxy bulb) |

- Recommended soldering profile



- Avoiding applying any stress to the lead frame while the LEDs are at high temperature particularly when soldering.
- Dip and hand soldering should not be done more than one time
- After soldering the LEDs, the epoxy bulb should be protected from mechanical shock or vibration until the LEDs return to room temperature.
- A rapid-rate process is not recommended for cooling the LEDs down from the peak temperature.

DATASHEET

5mm Silicon PIN Photodiode , T-1 3/4
PD333-3C/H0/L2


EVERLIGHT

Although the recommended soldering conditions are specified in the above table, dip or hand soldering at the lowest possible temperature is desirable for the LEDs.

- Wave soldering parameter must be set and maintain according to recommended temperature and dwell time in the solder wave.
4. Cleaning
- When necessary, cleaning should occur only with Isopropyl alcohol at room temperature for a duration of no more than one minute. Dry at room temperature before use.
 - Do not clean the LEDs by the ultrasonic. When it is absolutely necessary, the influence of ultrasonic cleaning on the LEDs depends on factors such as ultrasonic power and the assembled condition. Ultrasonic cleaning shall be pre-qualified to ensure this will not cause damage to the LED
5. Heat Management
- Heat management of LEDs must be taken into consideration during the design stage of LED application. The current should be de-rated appropriately by referring to the de-rating curve found in each product specification.
 - The temperature surrounding the LED in the application should be controlled. Please refer to the data sheet de-rating curve.
6. ESD (Electrostatic Discharge)
- Electrostatic discharge (ESD) or surge current (EOS) can damage LEDs.
 - An ESD wrist strap, ESD shoe strap or antistatic gloves must be worn whenever handling LEDs.
 - All devices, equipment and machinery must be properly grounded.
 - Use ion blower to neutralize the static charge which might have built up on surface of the LEDs plastic lens as a result of friction between LEDs during storage and handling.
7. Other
- Above specification may be changed without notice. EVERLIGHT will reserve authority on material change for above specification.
 - When using this product, please observe the absolute maximum ratings and the instructions for using outlined in these specification sheets. EVERLIGHT assumes no responsibility for any damage resulting from use of the product which does not comply with the absolute maximum ratings and the instructions included in these specification sheets.
 - These specification sheets include materials protected under copyright of EVERLIGHT corporation. Please don't reproduce or cause anyone to reproduce them without EVERLIGHT's consent.

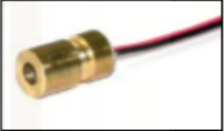
Lampiran 12

Data Sheet Laser Dioda Merah



ROITHNER LASERTECHNIK GmbH
 WEDNER HAUPTSTRASSE 76 1040 VIENNA AUSTRIA
 TEL. +43 1 586 52 43 -O. FAX. -44. OFFICE@ROITHNER-LASER.COM

APCD-635-02-C2



TECHNICAL DATA

Red diode laser module

APCD-635-02 is a multi purpose small size red diode laser module featuring a fixfocus acrylic lens, with integrated APC circuitry for long time stable operation

Features

- Small size (Ø 6.2 x 11.0 mm)
- Focussable acryl lens
- APC (auto power control) IC integrated
- Low current consumption
- Surge current protection
- Excellent beam quality
- **Laser class II**


Absolute Maximum Ratings (T_c=25°C)

| Item | Symbol | Value | Unit |
|-----------------------|-----------------|-----------|------|
| Power Supply Voltage | V _{CC} | 3.3 | V |
| Output Power | P _o | <1 | mW |
| Operating Temperature | T _c | 0 ... +40 | °C |
| Storage Temperature | T _{st} | 0 ... +80 | °C |

Specifications (T_c=25°C, P_o<1mW, V_{CC}=3V)

| | Min. | Typ. | Max. | Unit |
|----------------------------------|------------|------|------|------|
| Optical | | | | |
| Center Wavelength λ _c | 630 | 634 | 640 | nm |
| Output Power | 0.4 | - | 0.9 | mW |
| Divergence angle | 1.1 | | | mrad |
| Output Aperture | 1.8 | | | mm |
| Beam Size at 10M | 10 | | | mm |
| Electrical | | | | |
| Current draw | - | - | 50 | mA |
| Supply voltage | 2.5 | - | 3.3 | V |
| General | | | | |
| Body | Brass | | | |
| Dimensions | 6.2 x 11.0 | | | mm |
| Lens | Acryl | | | |
| Mean time to failure (MTTF) | >5000 | | | h |

The above specifications are for reference purpose only and subjected to change without prior notice



05.10.2011
APCD-635-02-C2
1 of 2

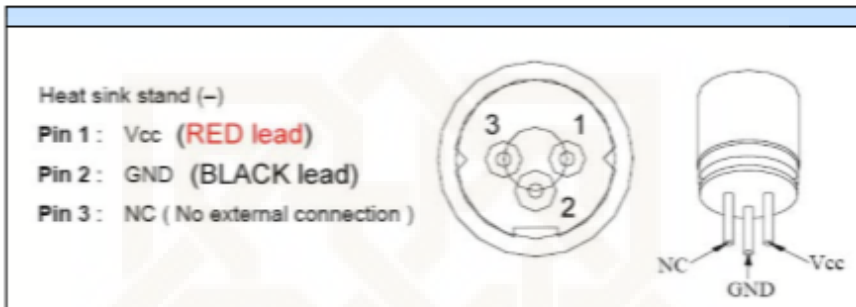


ROITHNER LASERTECHNIK GmbH

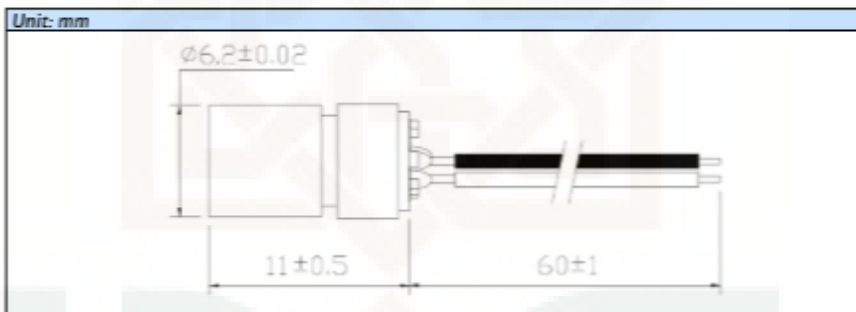
WIEDNER HAUPTSTRASSE 76 1040 VIENNA AUSTRIA
TEL. +43 1 586 52 43 -0, FAX. -44, OFFICE@ROITHNER-LASER.COM



Electrical Connection :



Outline Dimension :



Cautions

1. Do not operate the device above the maximum rating condition, even momentarily. It may cause unexpected permanent damage to the device.
2. Semiconductor laser device is very sensitive to electrostatic discharge. High voltage spike current may change the characteristics of the device, or malfunction at any time during its service period. Therefore, proper measures for preventing electrostatic discharge are strongly recommended.
3. Do not look into the laser beam directly with the naked eyes. The laser beam may cause severe damage to human eyes.



CURRICULUM VITAE

Personal Information

Full Name : Siti Rofikhoh

Place / Date of Birth : Sragen, 30 Maret 1994

Nationality : Indonesia

Sex : Female

Religion : Islam

Marital status : Belum Menikah

Address : Jln. Mawar No.11 RT 04 RW 15 Tegalsari, Kota Sragen,
Kab. Sragen, Jawa Tengah 57212,

Second Address : Jalan Timoho No.666A RT 01 RW 01 Ngentaksapen,
Caturtunggal, Depok, Sleman, Yogyakarta 55281

Hobby : Memasak dan Berenang

Email : Srofikhoh3011@gmail.com

Phone Number / HP : 0857-4348-4327

Motto : *“Selalu ada jalan bagi mereka yang sering berusaha”*



Formal Educational Background

- Sekolah Dasar Negeri (SDN) 12 Sragen (2000 – 2006)
- Sekolah Menengah Pertama Negeri (SMPN) 5 Sragen (2006 – 2009)
- Sekolah Menengah Kejuruan Negeri (SMKN) 2 Sragen (2009 – 2012)
- S-1 Fisika UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta (2012 – 2016)

Training and Seminar

- *Basic Research Training House 1 (BIRTH 1)-Excellent Academic Community (EXACT) UIN Sunan Kalijaga – 2013*
- Seminar Fisika Industri dan Bisnis – KF Gama – 2013
- *Seminar and Gatering Fisika 2014: “Connecting People to be a True Physicist”- FBMF Yogyakarta - 2014*

Publikasi

- Rancang Bangun Sistem Deteksi Air Terkontaminasi Cu Berbasis Laser Dioda Merah Dan Sensor Fotodioda. 2016. Skripsi S1 – UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.

Work Experiences

- Asisten praktikum fisika modern di Laboratorium Terpadu Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta TA 2015/2016
- Asistem praktikum komputasi di Laboratorium Terpadu Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta TA 2015/2016