JURNAL PENGEMBANGAN POTENSI LABORATORIUM

Vol. 5, No. 1, Februari 2026
E-ISSN : 2828-5204 | P-ISSN : 2828-4895
DOI : 10.25047/plp.v5i1.6707

Rancang Bangun Pengolahan Limbah Cair Berbasis Mikrokontroler Arduino di Laboratorium Biosain

Design and Implementation of Liquid Waste Processing System Based on Arduino Microcontroller in Bioscience Laboratory

Novita Cholifah Ida[1*], Dicky Nugroho Satria Utomo[2], Reza Billa Afifudin[3], Taufan Febri Yuanto[4], Hadi Sariono[5], Endang Widyawatiningrum[6]

[1,2,3,4,5] UPA Biosain, Politeknik Negeri Jember
[6] Jurusan Kesehatan, Politeknik Negeri Jember
*novita@polije.ac.id

ABSTRAK

Laboratorium Biosain merupakan laboratorium pengujian yang menggunakan alat pengujian dan berbagai macam bahan kimia. Limbah yang dihasilkan mengandung bahan pencemar yang bersifat racun dan berbahaya. Limbah tersebut berasal dari kegiatan praktikum, penelitian maupun pengujian. Pada penelitian sebelumnya pengolahan limbah cair Laboratorium Biosains menggunakan metode filtrasi sederhana dan kualitas hasil filtrasi membutuhkan pengujian yang cukup lama. Sehingga masalah ini dapat diatasi dengan penelitian lanjutan yaitu pemasangan sistem otomatis yang mampu melakukan monitoring air limbah secara efektif dan efisien. Dalam penelitian ini dibuat rancangan sistem monitoring pengolahan limbah cair dengan menggunakan sensor pembaca pH, TDS dan DO sensor yang menggunakan mikrokontroler Arduino Uno sebagai pemroses data. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat sistem monitoring limbah cair Laboratorium Biosain sehingga diperoleh nilai parameter limbah cair yang cepat, akurat dan dalam kondisi sudah layak untuk dibuang ke lingkungan. Berdasarkan hasil penelitian dan pengujian yang telah dilakukan dihasilkan sistem monitoring pH, TDS dan DO yang dapat bekerja dengan baik dengan akurasi pengukuran pH, TDS, dan DO yang tinggi dibandingkan dengan alat ukur standar masing-masing sebesar 92,00 %, 91,25 % dan 89,75%.

Kata kunci — Limbah cair, IPAL, Mikrokontroller Arduino Uno, Sensor TDS, Sensor pH, Sensor DO.

ABSTRACT

The Bioscience Laboratory is a testing facility that uses a variety of chemicals and equipment. Similar to other chemical labs, it also produces waste. This waste comes from practical work, research, and testing, and it contains harmful pollutants that can be dangerous. In earlier studies, the lab used a basic filtration method to treat its liquid waste, but this approach required a long time to test and evaluate the results. To solve this issue, further research was needed, such as installing an automated system that can monitor and manage wastewater in a more effective and efficient way. In this study, a monitoring system for liquid waste was developed using pH, TDS, and DO sensors along with an Arduino Uno microcontroller for processing data. The goal of this study was to create a wastewater monitoring system for the Bioscience Laboratory so that the levels of wastewater parameters can be measured quickly, accurately, and in a way that ensures the waste is safe to release into the environment. Based on research and testing results, the system developed for monitoring pH, TDS, and DO has been developed, which operates effectively with high measurement accuracy compared to standard measuring devices, specifically 92,00% for pH, 91,25% for TDS, and 89,75% for DO.

Keywords *— Arduino Uno microcontroller, DO sensor, Liquid waste, pH sensor, TDS sensor, Waste processing.*

OPEN ACCESS

© 2025. Novita Cholifah Ida, Dicky Nugroho Satria Utomo, Reza Reza Billa Afifudin, Taufan Febri Yuanto, Hadi Sariono, Endang Widyawatiningrum

Creative Commons
Attribution 4.0 International License

1. Pendahuluan

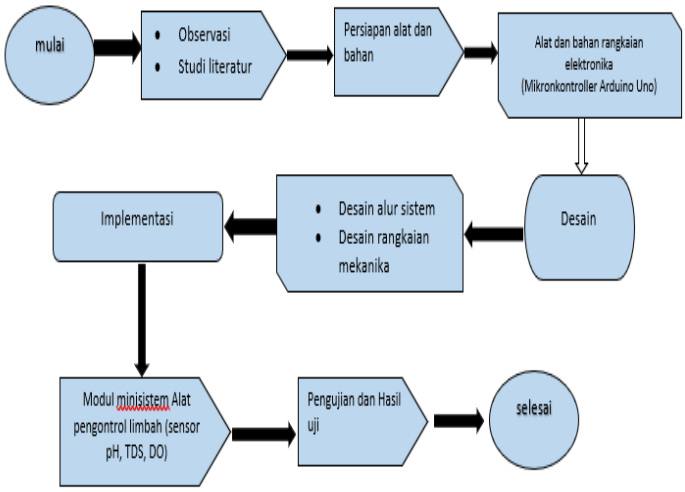
Limbah laboratorium khususnya Laboratorium Biosain mengandung bahan pencemar yang bersifat racun dan berbahaya. Limbah laboratorium yang mengandung senyawa anorganik berasal dari kegiatan pengujian, praktikum dan penelitian. Limbah yang dihasilkan kebanyakan berbentuk limbah cair dari sisa sampel dan pereaksi serta mengandung logam berat seperti Pb, Fe, Cd, Cr, Hg (Ida, N.C, dkk, 2024). Limbah yang dibuang harus memenuhi syarat baku mutu yang telah ditetapkan atau memenuhi kualitas tertentu untuk dibuang, sehingga diharapkan lingkungan tidak tercemar. Oleh karena itu pembuatan instalasi pengolahan air limbah sangat dibutuhkan, namun pembuatan instalasi berskala besar membutuhkan biaya yang cukup banyak.

Menurut Ida, N.C, dkk, (2025) dalam penelitian sebelumnya dilakukan metode pengolahan limbah sederhana yaitu mengumpulkan limbah cair laboratorium dalam wadah kemudian melakukan filtrasi (filter ke-1) dengan *silica sand*/pasir silika halus dan filter ke-2 berisi *manganese greensand* kemudian dilakukan pengujian lebih lanjut di laboratorium yang membutuhkan waktu lama dan reagen yang cukup banyak sebelum dipastikan aman untuk dibuang ke lingkungan. Metode ini kurang efektif karena menyerap sumber daya material, memiliki keterbatasan pengumpulan sampel, analisis jangka panjang, dan masalah lainnya. Sehingga diperlukan penelitian lanjutan untuk mengimplementasikan otomatisasi sensor pembaca pH, TDS dan DO. Dalam penelitian ini menggunakan mikrokontroler Arduino Uno sebagai pemroses data. Arduino merupakan rangkaian elektronik yang bersifat open source, serta memiliki perangkat keras dan lunak yang mudah untuk digunakan. Arduino dapat mengenali lingkungan di sekitarnya melalui berbagai jenis sensor (Endra, R. Y, 2020).

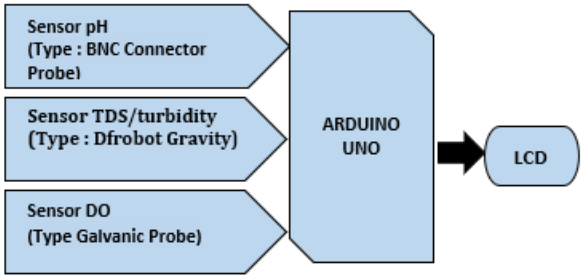
Penelitian ini memfokuskan pada bagaimana sensor pH, sensor TDS dan sensor DO membaca kondisi ketiga parameter limbah cair tersebut serta menampilkan data berupa angka. Sehingga diharapkan dari penelitian ini sebuah sistem *monitoring* pada limbah cair laboratorium Biosains yang dapat mengontrol apakah nilai parameter limbah cair dalam kondisi sudah layak untuk dibuang atau tidak.

2. Metodologi

2.1 Diagram Block Penelitian



2.2 Diagram Block Perencanaan



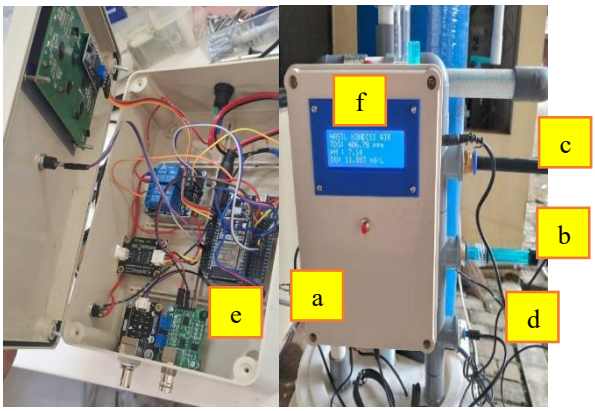
3. Pembahasan

Penelitian ini dilakukan melalui empat tahapan, yaitu perancangan, implementasi, pengujian, dan pengambilan data. Pada Gambar 1 dijelaskan tentang prinsip kerja rancangan alat sebagai berikut:

a. *Power supply* merupakan sumber tegangan dari alat ini.
b. Sensor pH digunakan untuk mengukur kadar pH limbah cair laboratorium.
c. Sensor TDS untuk mengukur jumlah total zat padat terlarut dalam air limbah.
d. Sensor DO untuk mengukur oksigen terlarut dalam air, untuk mencerminkan kualitas air.
e. Mikrokontroler pada alat ini menggunakan arduino sebagai pemberi signal dari sistem, dan mengubah tegangan analog yang keluar

dari sensor menjadi bentuk sinyal digital. Bentuk tersebut yang dapat dibaca arduino sehingga dapat menjalankan instruksi-instruksi yang telah diprogram sebelumnya.

f. LCD digunakan untuk memonitoring kadar pH, TDS dan DO.



Gambar 1. Rangkaian modul alat

Perangkat modul otomatisasi limbah dirancang menjadi 2 bagian elektronik dan bagian mekanik. Bagian elektronik alat terdiri dari bagian *input*, bagian pengendali, dan bagian output. Bagian *input* terdiri dari sensor pH, sensor TDS, dan sensor DO serta LCD dan microSD sebagai bagian *output*. Sebagai pengendali berupa Arduino yang mengendalikan kerja dari bagian *input* dan bagian *output*. Bagian mekanik alat berupa rangka pipa PVC 1/2" yang disambung dengan sensor dan pengapit sensor agar posisinya stabil. Perangkat lunak berupa *source code* yang dikembangkan menggunakan Arduino Uno.

3.1 Arduino IDE

Bagian elektronik Arduino IDE (*Integrated Development Environment*) adalah sebuah perangkat lunak editor dan compiler yang digunakan untuk menulis, meng-compile, dan mengunggah (upload) program ke papan mikrokontroler Arduino.



Gambar 2. Logo Arduino IDE

3.2. Modul Sensor pH meter

Modul sensor pH merupakan perangkat elektronik yang digunakan untuk mengukur kadar alkalinitas larutan limbah (skala 0–14). Modul ini terdiri dari dua bagian utama:

3.2.1 Elektroda (*Probe*)

a. Terbuat dari kaca khusus yang sensitif terhadap ion hidrogen (H^+).
b. Menghasilkan tegangan kecil (mV) yang sebanding dengan konsentrasi ion H^+ dalam larutan.

3.2.2 Modul *converter signal*

a. Karena sinyal dari elektroda sangat kecil dan rapuh, modul berfungsi sebagai penguat (amplifier) dan penyesuai level tegangan agar bisa dibaca mikrokontroler Arduino.
b. Biasanya dilengkapi dengan potensiometer untuk kalibrasi.



Gambar 3. Modul sensor pH meter

3.3. Modul sensor TDS

Modul sensor TDS (*Total Dissolved Solids*) merupakan perangkat untuk mengukur jumlah total zat padat terlarut dalam air limbah.



Gambar 4. Modul sensor TDS meter

Komponen modul sensor ini terdiri dari :

3.3.1 Probe TDS (elektroda konduktivitas)

a. Berupa batang logam/plat *stainless steel*.
b. Mengukur konduktivitas listrik air dengan korelasi semakin banyak ion terlarut maka semakin tinggi konduktivitasnya.

3.3.2 Modul pengkondisi sinyal

a. Memberi tegangan AC kecil ke probe (supaya elektroda tidak sampai korosi).
b. Mengukur arus/tegangan balik → dikonversi jadi tegangan analog.
c. Output analog (0–2,3 V) bisa dibaca oleh mikrokontroler Arduino

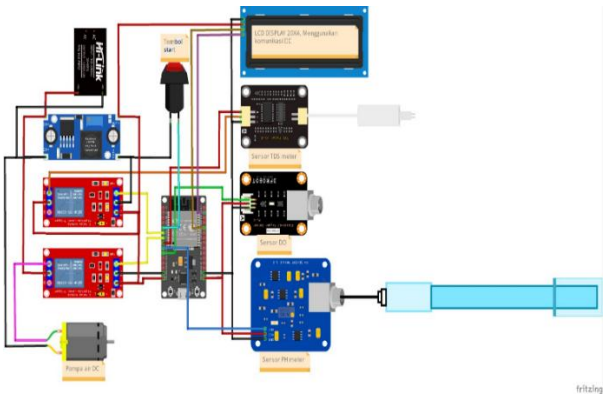
3.4. Modul sensor DO

Dissolved Oxygen / DO adalah *kit* sensor oksigen terlarut. Alat ukur oksigen terlarut digunakan untuk mengukur oksigen terlarut dalam air, untuk mencerminkan kualitas air. *Probe* bersifat galvanik, tidak memerlukan waktu polarisasi, dan selalu tersedia setiap saat. Papan konverter sinyal bersifat plug-and-play dan bekerja dari 3,3V - 5V sehingga kompatibel dengan mikrokontroler Arduino.



Gambar 5. Modul sensor DO

Pada gambar 6 dijelaskan proses implementasi data modul yang dilakukan dengan merangkai komponen elektronika (Arduino, LCD, microSD, sensor) sesuai desain, lalu membuat perangkat lunak sistem dan menanamnya ke Arduino. Pengoperasian modul otomatisasi sangat mudah, pertama adalah menghidupkan perangkat modul dengan cara menghubungkan kabel power supply Arduino ke sumber listrik. Tunggu beberapa saat sampai pada LCD muncul tulisan pH, TDS dan DO.



Gambar 6. Rangkaian perangkat modul

Tabel 1. Konfigurasi pin pada skema pengkabelan

Periperal	Pin periperal	Konfigurasi Pin tegangan kerja & Pin data
Sensor DO	- , + , A	GND, 3.3V, D27
Sensor pH meter	Po , G , V+	D26, GND, 3.3V
Sensor TDS meter	- , + , A	GND, 3.3V, D25
LCD 20x4 I2c	- , + , SCL, SDA	GND, 5V, D22, D21
Relay 2 channel	- , in1, in2, +	GND, D32, D33, 5V

Pada tahap akhir penelitian dilakukan pengujian pada masing-masing blok rangkaian. Setelah semua blok rangkaian diuji dan bekerja dengan baik, pengujian selanjutnya adalah pengujian keseluruhan sistem. Pengujian terhadap keseluruhan sistem berguna untuk mengetahui bagaimana kinerja dan tingkat keberhasilan dari sistem tersebut. Penelitian ini telah dihasilkan sistem monitoring pH, TDS dan DO yang dapat bekerja dengan baik dengan akurasi pengukuran pH, TDS, dan DO yang tinggi dibandingkan dengan alat ukur standar seperti pada Tabel 2 dibawah ini.

Tabel. 2 Tabel hasil uji air limbah laboratorium

Parameter	Satuan	Baku Mutu Air Limbah*	Hasil Uji	
			Dengan alat ukur	Dengan sensor arduino
pH	-	6,0 - 9,0	5,9	6,5
TDS	mg/L	≤ 4000	675	550
DO	mg/L	≤ 150	110	88

*Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

a. Telah berhasil dibuat sebuah sistem otomatis pada pengolahan air limbah yang mampu mengatur penjadwalan pada sirkulasi air limbah, yang menggunakan modul mikrokontroler Arduino.
b. Modul mikrokontroler tersebut sudah bekerja dengan baik dan akan mengirim data ke arduino untuk menghidupkan modul *relay* sesuai waktu yang sudah ditentukan.
c. Keseluruhan sistem yang terdiri dari Arduino Uno, modul mikrokontroler, pompa air, *push button* dan penampil LCD 20x4 dapat bekerja dan berintegrasi dengan baik dalam mengontrol sirkulasi

pengolahan air limbah di Laboratorium Biosain.

d. Dihasilkan sistem monitoring pH, TDS dan DO yang dapat bekerja dengan baik dengan akurasi pengukuran pH, TDS, dan DO yang tinggi dibandingkan dengan alat ukur standar masing sebesar 92,00 %, 91,25 % dan 89,75%.

5. Ucapan Terima Kasih *(Optional)*

Ucapan terima kasih kepada Pusat Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Politeknik Negeri Jember atas kesempatan pendanaan yang diberikan kepada peneliti melalui dana DIPA Politeknik Negeri Jember Tahun Anggaran 2025.

6. Daftar Pustaka

Endra, R. Y. (2020) Analisis Cara Kerja Sensor pH-E4502c Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno Untuk Merancang Alat Pengendalian pH Air Pada Tambak, UBL Jurnal, Vol 7, No.6, E-ISSN 2686-1831, Universitas Bandar Lampung, pp. 7-8.

Fajri, Ahmad Eriyanto (2016). Rancang Bangun Sistem Monitoring Tingkat Kekeruhan Dan Level Air Bak Penampungan. Politeknik Negeri Padang.

Ida, N. C., Sariono, H., & Widyawatiningrum, E. (2024). Pemanfaatan Mikroba Saccharomyces cerevisiae Sebagai Biosorpsi Logam Berat Timbal (Pb) Pada Limbah Pengujian AAS (*Atomic Absorption Spectrometry*) Di Laboratorium Biosain. Jurnal Pengembangan Potensi Laboratorium, 3(1),35–39 https://doi.org/10.25047/plp.v3i1.4660

Ida, N. C., Utomo, DNS., Yuanto, TF., Sariono, H., & Widyawatiningrum, E. (2025). Rancang Bangun Teknologi Pengolahan Limbah Cair dengan Sistem Filtrasi di Laboratorium Biosain. Jurnal Pengembangan Potensi Laboratorium, 4(2),123–129 https://doi.org/10.25047/plp.v4i2.5689

Oktariawan, I. (2015). Pembuatan Sistem Otomasi Pengukuran pH menggunakan Mikrokontroler Arduino Mega 2560. Skripsi. Lampung: Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Lampung.

Rahmawati, P. (2014). Pengelolaan Metode IPAL dalam Mengatasi Pencemaran Air Tanah dan Air Sungai. Naskah Publikasi. Surakarta : Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Rozaq, Imam Abdul. (2017) Uji Karakteridtik Sensor Suhu DS18B20 Waterproof Berbasis Arduino Uno Sebagai Salah Satu Parameter Kualitas Air, JIRIME, Universitas Muriakudus, ISBN: 978-602-1180-50-1, Prosiding SNATIF, pp. 1-2.