



Rancang Bangun Sistem Monitoring Kekeruhan Air Pada Mesin Rotary Drum Filter Berbasis Sensor TSS Dan Mikrokontroler ESP32

Muhammad Nurul¹, Dina Maizana²^{1,2}Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Medan Area¹mhdalkes19@gmail.com, ²maizanadina@gmail.com

Abstract

Industrial wastewater treatment is an important process in maintaining environmental quality. One of the important parameters that must be monitored is the level of water turbidity. This study aims to design and build a real-time water turbidity monitoring system on a rotary drum filter machine using a Total Suspended Solid (TSS) sensor and an IoT-based microcontroller. This system is designed to automatically measure turbidity levels and send data to a web-based monitoring platform. The test results show that the system is able to detect turbidity variations with good accuracy and provide real-time readings. Implementation of this system can improve the efficiency of monitoring and maintenance of rotary drum filter units in wastewater treatment plants.

Keywords: *Turbidity monitoring, rotary drum filter, TSS sensor, IoT, microcontroller.*

Abstrak

Pengolahan air limbah industri merupakan proses penting dalam menjaga kualitas lingkungan. Salah satu parameter penting yang harus diawasi adalah tingkat kekeruhan air. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem monitoring kekeruhan air secara real-time pada mesin rotary drum filter menggunakan sensor Total Suspended Solid (TSS) dan mikrokontroler berbasis IoT. Sistem ini dirancang untuk mengukur tingkat kekeruhan secara otomatis dan mengirimkan data ke platform pemantauan berbasis web. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mendeteksi variasi kekeruhan dengan akurasi yang baik dan memberikan pembacaan secara real-time. Implementasi sistem ini dapat meningkatkan efisiensi pemantauan dan pemeliharaan unit rotary drum filter pada instalasi pengolahan air limbah.

Kata kunci: *Monitoring kekeruhan, rotary drum filter, TSS sensor, IoT, mikrokontroler*

1. Pendahuluan

Air limbah industri merupakan salah satu sumber pencemaran lingkungan yang signifikan apabila tidak dikelola dengan baik. Limbah ini mengandung berbagai macam kontaminan seperti padatan tersuspensi, logam berat, bahan kimia berbahaya, dan mikroorganisme patogen yang berpotensi merusak ekosistem perairan. Oleh karena itu, proses pengolahan air limbah menjadi krusial sebelum air tersebut dibuang ke lingkungan. Salah satu tahapan penting dalam pengolahan limbah cair adalah penyaringan partikel padat, di mana efisiensi tahap ini sangat menentukan kualitas air yang dihasilkan.

Rotary drum filter merupakan salah satu alat mekanis yang umum digunakan untuk menyaring partikel padat dari air limbah, terutama pada sistem pengolahan skala

menengah hingga besar. Alat ini bekerja dengan memutar drum berlubang yang dibungkus kain saring, sehingga partikel tersuspensi dapat terperangkap di permukaan filter. Namun demikian, seiring waktu kinerja rotary drum filter dapat menurun akibat penumpukan partikel dan penyumbatan pori-pori filter. Kondisi ini dapat mengakibatkan menurunnya kualitas hasil penyaringan serta meningkatkan beban kerja pada tahap pengolahan selanjutnya.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, dibutuhkan sistem monitoring yang mampu mengawasi kualitas air hasil penyaringan secara real-time. Salah satu parameter penting dalam menilai kualitas air adalah tingkat kekeruhan (turbidity), yang menunjukkan konsentrasi partikel tersuspensi dalam air. Dengan melakukan pemantauan kekeruhan secara terus-menerus, operator dapat mengetahui performa rotary drum filter secara


Lisensi

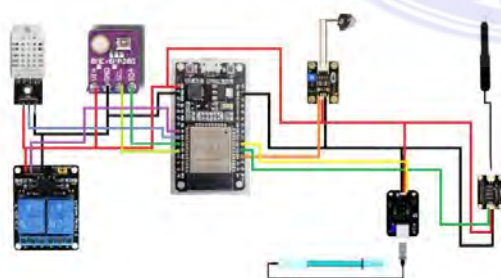
Lisensi Internasional Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0.

langsung dan melakukan tindakan perawatan yang diperlukan seperti backwash atau penggantian media filter.

Dalam penelitian ini, dikembangkan sebuah sistem monitoring kekeruhan air berbasis sensor Total Suspended Solid (TSS) yang dikendalikan oleh mikrokontroler ESP32. Sistem ini juga dilengkapi dengan konektivitas Wi-Fi yang memungkinkan pengiriman data secara daring ke platform pemantauan berbasis web. Dengan sistem ini, pemantauan dapat dilakukan dari jarak jauh, serta memungkinkan pencatatan data historis untuk analisis performa filter dalam jangka panjang. Diharapkan sistem ini dapat meningkatkan efisiensi operasional unit pengolahan air limbah dan meminimalkan risiko pencemaran lingkungan.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini dimulai dengan merancang sistem monitoring kekeruhan air yang terdiri dari beberapa komponen utama, yaitu sensor Total Suspended Solid (TSS) sebagai alat pendeteksi kekeruhan, mikrokontroler ESP32 sebagai otak pemrosesan data, modul Wi-Fi untuk konektivitas internet, serta platform pemantauan berbasis web sebagai antarmuka pengguna. Sensor TSS berfungsi mendeteksi konsentrasi partikel tersuspensi dalam air dan mengubahnya menjadi sinyal analog yang kemudian diproses oleh mikrokontroler. Sebelum digunakan, sensor TSS dikalibrasi terlebih dahulu dengan larutan standar yang memiliki variasi konsentrasi partikel tersuspensi. Nilai output analog-to-digital converter (ADC) dari sensor dicatat dan dianalisis untuk menghasilkan kurva regresi linier yang merepresentasikan hubungan antara tegangan output dengan tingkat kekeruhan dalam satuan NTU (Nephelometric Turbidity Unit). Kalibrasi ini penting untuk memastikan akurasi pengukuran sensor dalam kondisi nyata. Gambar rangkaian ditunjukkan pada gambar 1.



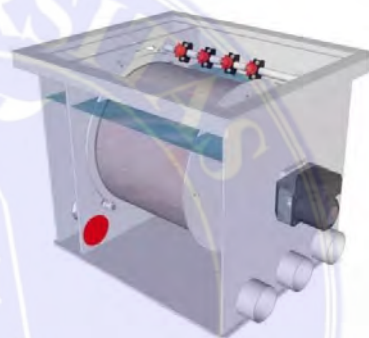
Gambar 1. Rangkaian IoT

Mikrokontroler ESP32 diprogram menggunakan platform Arduino IDE. Program dibuat untuk membaca data dari sensor setiap 10 detik, mengolah data tersebut, dan mengirimkannya secara berkala ke server cloud menggunakan koneksi Wi-Fi. Data yang dikirim ditampilkan pada platform IoT seperti ThingSpeak atau

Blynk, yang memungkinkan pengguna untuk memantau grafik tren kekeruhan secara real-time melalui perangkat seluler atau komputer. Setelah proses pengembangan selesai, sistem diuji secara langsung pada unit rotary drum filter skala laboratorium dan semi-industri. Pengujian dilakukan dengan memvariasikan beban partikel dalam air limbah untuk mengevaluasi kepekaan sensor dan respons sistem terhadap perubahan tingkat kekeruhan. Data hasil pengujian dibandingkan dengan pengukuran manual menggunakan turbidimeter laboratorium untuk menilai akurasi sistem. Hasil pengujian ini menjadi dasar dalam menilai efektivitas sistem dalam kondisi operasional yang sebenarnya.

3. Hasil dan Pembahasan

Berikut adalah gambar desain alat kekeruhan air pada mesin Rotary Drum Filter berbasis sensor TSS dan mikrokontroler ESP32.



Gambar 2. Desain alat

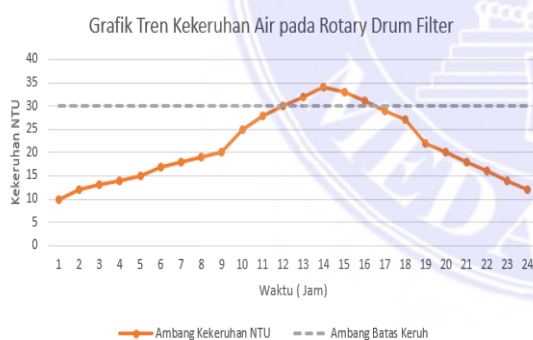
Pengujian menunjukkan bahwa sensor TSS dapat mendeteksi perubahan kekeruhan dengan cepat. Hasil pembacaan data konsisten dengan pengukuran manual menggunakan alat turbidimeter laboratorium, dengan error rata-rata di bawah 5%. Sistem juga menunjukkan stabilitas dalam pengiriman data melalui jaringan Wi-Fi. Operator dapat memantau tren kekeruhan air dan melakukan tindakan perawatan saat nilai kekeruhan melebihi ambang batas yang telah ditentukan. Hasil data ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1. Pengujian Tren Kekeruhan air pada Rotary Drum Filter

Waktu (Jam)	Ambang Kekeruhan NTU
0	10
1	12
2	13
3	14
4	15
5	17
6	18

7	19
8	20
9	25
10	28
11	30
12	32
13	34
14	33
15	31
16	29
17	27
18	22
19	20
20	18
21	16
22	14
23	12

Pada tabel 1 tren kekeruhan air pada rotary drum filter selama 24 jam. Data ini dapat digunakan untuk analisis performa sistem penyaringan dan validasi sensor kekeruhan. Lalu ditunjukkan grafik sebagai berikut.



Gambar 5. Grafik Tren Kekeruhan air pada Rotary Drum Filter

Pada gambar 5 Terlihat bahwa kekeruhan meningkat secara bertahap hingga melewati ambang batas (30 NTU), yang menandakan perlunya pembersihan atau backwash pada filter. Setelah tindakan dilakukan, nilai kekeruhan mulai menurun secara bertahap. Grafik tren kekeruhan yang terekam selama pengujian menunjukkan pola yang sangat representatif terhadap kondisi aktual filter rotary drum. Terlihat adanya kenaikan nilai kekeruhan secara bertahap seiring meningkatnya beban partikel dalam aliran air limbah. Setelah dilakukan tindakan backwash atau pencucian filter, nilai kekeruhan menurun drastis ke tingkat normal. Pola ini menunjukkan bahwa sistem tidak hanya mampu

mencatat nilai sesaat, tetapi juga merepresentasikan dinamika operasional dari sistem filtrasi. Dengan demikian, grafik tren yang dihasilkan dapat dijadikan acuan penting dalam pengambilan keputusan operasional, terutama untuk penjadwalan perawatan dan pembersihan filter.

Secara keseluruhan, hasil menunjukkan bahwa sistem yang dikembangkan berhasil memenuhi tujuan penelitian, yaitu menyediakan alat monitoring kekeruhan yang akurat, responsif, dan terhubung dengan platform daring. Integrasi antara sensor, mikrokontroler, dan sistem IoT memungkinkan deteksi dini terhadap penurunan performa filtrasi, sehingga tindakan korektif dapat dilakukan lebih cepat. Hal ini sejalan dengan tren pengembangan teknologi pengolahan air limbah berbasis Internet of Things yang menekankan pada pemantauan berkelanjutan dan otomatisasi proses. Keberhasilan implementasi sistem ini membuka peluang pengembangan lebih lanjut pada skala industri dengan penambahan fitur seperti notifikasi otomatis dan integrasi dengan sistem kontrol filtrasi

4. Kesimpulan

Sistem monitoring kekeruhan air berbasis sensor TSS dan ESP32 berhasil dirancang dan diimplementasikan dengan baik. Sistem ini mampu melakukan pemantauan secara real-time, mengirimkan data ke cloud, serta memberikan informasi penting bagi operator dalam melakukan perawatan mesin rotary drum filter. Ke depan, sistem ini dapat dikembangkan dengan fitur notifikasi otomatis dan integrasi ke sistem SCADA untuk pengolahan air limbah berskala besar

Daftar Rujukan

- [1] Widodo, S., et al. (2020). Teknologi Pengolahan Air Limbah Industri. Jakarta: Penerbit A.
- [2] Kurniawan, A. (2021). "Monitoring Kekeruhan Air Menggunakan Sensor TSS dan Arduino," Jurnal Teknologi dan Rekayasa, 8(2), 45–52.
- [3] Nugroho, T. (2019). "Aplikasi IoT untuk Pemantauan Kualitas Air," Jurnal Sistem Informasi, 13(1), 11–18.
- [4] Taufiq, R. (2022). Sensor dan Instrumentasi Lingkungan. Yogyakarta: Deepublish.
- [5] ThingSpeak Documentation. (2023). "Getting Started with ESP32 and ThingSpeak."
- [6] Ma, H., Liu, Z., & Zhou, Y. (2021). Development of a low-cost turbidity sensor for continuous water quality monitoring. Environmental Monitoring and Assessment, 193(6), 381.
- [7] Rahim, M., & Suryani, N. (2020). IoT-based water quality monitoring system for real-time applications. Journal of Water and Environmental Technology, 18(2), 123–130.
- [8] Zhang, J., Wang, X., & Li, H. (2020). Performance evaluation of rotary drum filters in suspended solid removal. Water Science and Technology, 81(7), 1418–1426.
- [9] Chen, Y., Xu, X., & Lin, L. (2022). Smart wastewater treatment systems: A review of IoT applications. Journal of Environmental Management, 307, 114569.
- [10] Rasyid, R. (2021). and Engineering Analisa Kualitas Daya Listrik Pada Gardu Distribusi Universitas Khairun. 4(1), 28–40.
- [11] Andini, R. (2024). Analisa Perbandingan Metode Regresi Linier dan Regresi Non Linier Berdasarkan Data Kebutuhan Listrik Di Provinsi Jawa Tengah Pada Tahun 2021 dan 2023. 17(1), 30–40.

- Electrical Systems." IEEE Transactions on Power Delivery, vol. 36, no. 4, pp. 2021-2030, Aug. 2021.
- [12] Egorov, A. "Power Quality Analysis for 4400W Electrical Systems with Non-Linear Loads." International Conference on Renewable Energy and Power Engineering, pp. 1-6, Oct. 2021.
- [13] Syafrudin, et al. "Analysis of Linear and Non-Linear Loads in Electrical Power Systems." Journal of Electrical Engineering, vol. 15, no. 2, pp. 45-52, 2018.
- [14] Widiantera, et al. "Harmonic Distortion Caused by Non-Linear Loads in Power Systems." IEEE Conference on Power and Energy, pp. 1-7, 2016.
- [15] Radityatama, A. "Power Quality Improvement Techniques in Modern Electrical Systems." International Journal of Electrical and Computer Engineering, vol. 11, no. 3, pp. 1234-1242, 2021.
- [16] Meyyasa, K. "Analysis of Voltage and Current Harmonics in Power Distribution Systems." Journal of Power Electronics, vol. 19, no. 5, pp. 1021-1030, 2019.

