Journal of Innovative and Creativity
Journal Homepage: https://joecy.org/index.php/joecy
e-mail: journaljoecy@gmail.com

Faculty of Education
University of Pahlawan Tuanku Tambusai
ISSN 2775-771X (Online)
ISSN 2962-570X (Printed)
6 (1) 2026, Page: 19679-19687

Sistem Monitoring PH dan TDS Air Bekas Tambang Pada Settling Pond Blok III PT. AGM Berbasis Internet Of Things (IOT)

Tamaji[1], Ahmad Rabbani[2], Mahesa Sangga Bhuwana[3], Erwin Dhaniswara[4]

[1234] Universitas Widya Kartika, Indonesia

Corresponding Author: Tamaji, tamaji@widyakartika.ac.id, rabbaniiahmadd@gmail.com, mahesa.sangga@widyakartika.ac.id, erwin.dhaniswara@gmail.com

Published: Maret , 2026

ABSTRACT

This study aims to design and implement an Internet of Things (IoT)-based monitoring system for measuring pH and Total Dissolved Solids (TDS) in post-mining wastewater at the settling pond of Block III, PT. Antang Gunung Meratus (PT. AGM). The system utilizes pH E-201C and Gravity TDS sensors to periodically measure water quality parameters, with data processed by an ESP32 microcontroller and transmitted via Wi-Fi to a cloud platform for real-time monitoring. The data are visualized through a web-based dashboard, while an alert system using LED indicators, buzzer, and Telegram notifications is activated when parameters exceed predefined thresholds.

The system architecture integrates sensors, a control unit, communication modules, and actuators such as relays and pumps to enable automated monitoring and response. Testing results indicate that the system achieves reliable accuracy, with pH measurement deviations of approximately ±0.2 and TDS deviations around ±75 ppm compared to manual instruments, corresponding to an error rate below 5%. These results fall within acceptable tolerance limits for water quality monitoring.

Overall, the developed system demonstrates effective real-time monitoring capability, reduces manual measurement efforts, and supports early detection of water quality changes. The system also shows potential for further development through integration with automated treatment control and additional environmental parameters, contributing to more efficient and sustainable mining wastewater management.

Keywords: Internet of Things (IoT), water quality monitoring, pH sensor, Total Dissolved Solids (TDS), mining wastewater, settling pond, ESP32, real-time monitoring, environmental management

© The Author(s). 2021 Open Access This article is licensed under a Creative Commons Atibution 4.0 International License, which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons licence, and indicate if changes were made. The images or other third party material in this article are included in the article's Creative Commons licence, unless indicated otherwise in a credit line to the material. To view a copy of this licence, visit http://creativecommons.org/licenses/by/4.0

PENDAHULUAN

Kualitas air merupakan salah satu indikator utama dalam menjaga keseimbangan lingkungan dan keberlanjutan ekosistem, terutama di sektor industri ekstraktif seperti pertambangan (Ramadhan Tosepu, 2024; SHOLIKIN et al., n.d.). Secara global, isu pencemaran air akibat aktivitas pertambangan telah menjadi perhatian serius karena berkontribusi terhadap degradasi lingkungan dan ancaman terhadap kesehatan manusia (Nurholis & Mokodompit, 2024; Prasetyo et al., 2025). Di tingkat nasional, peningkatan aktivitas pertambangan, khususnya batu bara, turut memperbesar risiko pencemaran air jika tidak diimbangi dengan sistem pengelolaan limbah yang memadai.

Dalam bidang keilmuan teknik lingkungan dan sistem monitoring, pengelolaan kualitas air tambang menjadi isu strategis yang membutuhkan pendekatan inovatif berbasis teknologi. Salah satu permasalahan utama yang sering muncul adalah terbentuknya Acid Mine Drainage (AMD), yaitu proses oksidasi mineral sulfida yang menghasilkan air asam dan melarutkan logam berat, sehingga menurunkan nilai pH dan meningkatkan Total Dissolved Solids (TDS) (Yuan et al., 2022). Kondisi ini berpotensi merusak ekosistem perairan dan mencemari sumber air masyarakat. Secara regulatif,

pemerintah Indonesia melalui Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor P.68 Tahun 2016 telah menetapkan baku mutu air limbah tambang, yaitu pH berkisar antara 6,5–8,5 dan TDS maksimum 2000 mg/L. Namun, dalam praktiknya, pemantauan kualitas air di lapangan masih banyak dilakukan secara manual dan berkala, sehingga berisiko terhadap keterlambatan deteksi pencemaran. Seiring dengan perkembangan teknologi, pendekatan berbasis Internet of Things (IoT) mulai banyak diterapkan dalam sistem pemantauan lingkungan. Teknologi ini memungkinkan pengukuran parameter kualitas air secara real-time dan terintegrasi dengan sistem digital. Dalam konteks penelitian ini, fokus diarahkan pada penerapan sistem monitoring pH dan TDS berbasis IoT di Settling Pond Blok III PT. AGM sebagai upaya meningkatkan efektivitas pengelolaan air limbah tambang.

Berbagai studi menunjukkan bahwa aktivitas pertambangan berkontribusi signifikan terhadap pencemaran air, terutama akibat peningkatan keasaman dan kandungan padatan terlarut. Data dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan menunjukkan bahwa sebagian lokasi tambang di Indonesia masih menghadapi permasalahan ketidaksesuaian baku mutu air limbah. Selain itu, hasil penelitian terdahulu mengungkapkan bahwa sistem monitoring manual memiliki keterbatasan dalam frekuensi pengukuran dan akurasi data, sehingga berpotensi menimbulkan bias dalam pengambilan keputusan. Penelitian lain terkait implementasi IoT dalam monitoring kualitas air menunjukkan bahwa sistem berbasis sensor mampu memberikan data secara kontinu dengan tingkat akurasi yang cukup tinggi serta mendukung sistem peringatan dini. Namun, penerapan teknologi ini pada lingkungan tambang, khususnya pada parameter pH dan TDS secara simultan, masih relatif terbatas.

Penelitian ini berfokus pada dua variabel utama, yaitu pH air sebagai indikator tingkat keasaman dan Total Dissolved Solids (TDS) sebagai indikator jumlah zat terlarut dalam air. Secara operasional, pH diukur menggunakan sensor elektrokimia, sedangkan TDS diukur menggunakan sensor konduktivitas yang dikonversi menjadi nilai padatan terlarut. Hubungan antara kedua variabel ini sangat penting dalam konteks air limbah tambang, karena penurunan pH akibat AMD seringkali diikuti oleh peningkatan TDS akibat pelarutan logam berat. Pemilihan variabel ini didasarkan pada relevansinya terhadap baku mutu lingkungan serta kemampuannya merepresentasikan kondisi kualitas air secara komprehensif.

Secara teoretis, penelitian ini berlandaskan pada beberapa pendekatan utama. Grand theory yang digunakan adalah pengelolaan kualitas lingkungan yang menekankan keseimbangan antara aktivitas industri dan keberlanjutan ekosistem (Herdianto, 2024; Wihardjaka, 2021). Pada tingkat middle-range theory, digunakan konsep monitoring lingkungan berbasis teknologi yang mengintegrasikan sensor, komunikasi data, dan sistem informasi (Setiawan et al., 2023). Selain itu, teori Internet of Things (IoT) menjadi dasar dalam pengembangan sistem, di mana perangkat fisik (sensor) dihubungkan melalui jaringan internet untuk mengumpulkan dan mentransmisikan data secara otomatis (Zikria et al., 2021). Dalam penelitian ini, teori tersebut digunakan untuk membangun sistem monitoring real-time yang adaptif dan efisien.

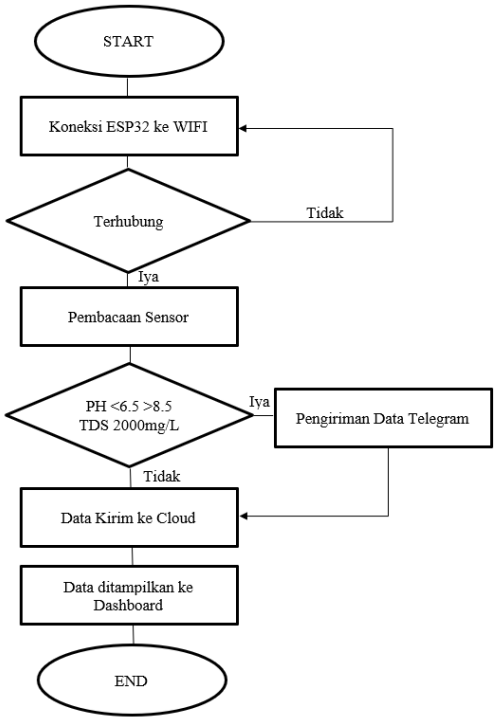
Beberapa penelitian dalam lima tahun terakhir menunjukkan perkembangan signifikan dalam penggunaan IoT untuk monitoring kualitas air. Penelitian pertama menunjukkan bahwa sistem monitoring pH berbasis IoT mampu meningkatkan efisiensi pengukuran hingga 80%. Penelitian kedua mengembangkan sistem monitoring TDS berbasis sensor konduktivitas dengan tingkat akurasi tinggi. Penelitian ketiga mengintegrasikan berbagai parameter kualitas air dalam satu sistem berbasis cloud untuk pemantauan jarak jauh. Meskipun memiliki persamaan dalam penggunaan teknologi IoT, penelitian-penelitian tersebut umumnya berfokus pada lingkungan umum seperti sungai atau air bersih, bukan pada air limbah tambang. Selain itu, sebagian penelitian hanya mengukur satu parameter, sehingga belum memberikan gambaran komprehensif terhadap kualitas air. Kelemahan lain dari penelitian sebelumnya adalah kurangnya implementasi langsung pada kondisi lapangan industri serta minimnya sistem notifikasi real-time yang terintegrasi dengan pengambilan keputusan.

Berdasarkan kajian literatur dan kondisi empiris, terdapat kesenjangan penelitian yang cukup jelas. Sebagian besar penelitian sebelumnya hanya berfokus pada pengembangan sistem monitoring berbasis IoT secara umum tanpa mempertimbangkan karakteristik khusus air limbah tambang, seperti fluktuasi pH ekstrem akibat Acid Mine Drainage dan tingginya kandungan TDS. Selain itu, belum banyak penelitian yang mengintegrasikan monitoring pH dan TDS secara simultan dalam satu sistem

berbasis IoT yang diterapkan langsung pada settling pond di area pertambangan. Keterbatasan ini menunjukkan bahwa masih diperlukan penelitian yang tidak hanya mengembangkan sistem teknologi, tetapi juga mengujinya secara langsung dalam konteks operasional industri tambang.

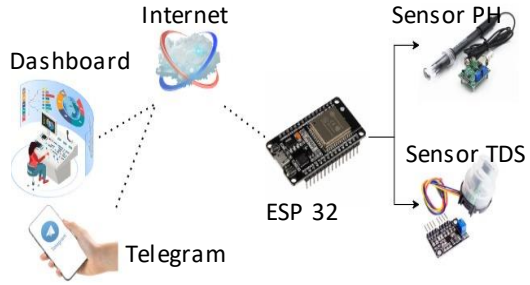
Penelitian ini memiliki urgensi tinggi dalam mendukung pengelolaan lingkungan tambang yang berkelanjutan dan sesuai dengan regulasi. Secara teoretis, penelitian ini berkontribusi dalam pengembangan konsep monitoring lingkungan berbasis IoT pada sektor pertambangan. Secara praktis, sistem yang dikembangkan dapat membantu perusahaan dalam melakukan pemantauan kualitas air secara real-time dan meningkatkan respons terhadap potensi pencemaran. Adapun kebaruan (novelty) penelitian ini terletak pada integrasi monitoring pH dan TDS secara simultan berbasis IoT yang diterapkan secara langsung pada settling pond tambang, serta dilengkapi dengan sistem pemantauan real-time yang mendukung efisiensi operasional dan pengambilan keputusan cepat. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem monitoring pH dan TDS air bekas tambang berbasis Internet of Things (IoT) yang mampu menyediakan data secara real-time, akurat, dan mendukung pengelolaan kualitas air pada Settling Pond Blok III PT. AGM.

METODE

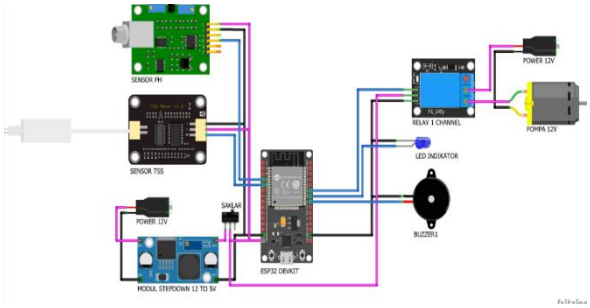


Gambar 1. Alur Kerja

Sensor membaca parameter pH dan TDS secara periodic, data diproses oleh ESP32 dan dikirimkan ke cloud, dashboard menampilkan data secara real-time dan sistem mengirimkan peringatan jika nilai pH atau TDS di luar ambang batas.



Gambar 2. Rancangan Sistem

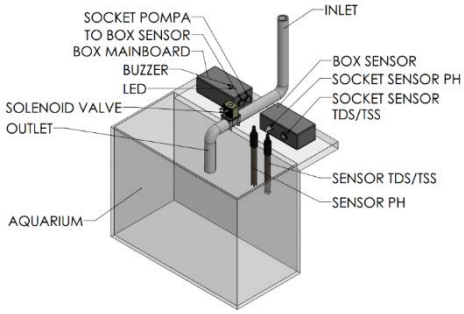


Gambar 3. Rangkaian Elektronika Sistem Monitoring

Sistem terdiri dari sensor pH E-201C untuk mengukur tingkat keasaman, sensor TDS Gravity untuk mengukur konsentrasi zat terlarut, mikrokontroler ESP32 sebagai pengolah data dan modul komunikasi Wi-Fi, Platform Thinger.io untuk penyimpanan dan visualisasi data, dashboard berbasis web untuk monitoring jarak jauh, notifikasi Telegram sebagai sistem peringatan dini. Gambar rangkaian tersebut menggambarkan sebuah sistem monitoring kualitas air berbasis Internet of Things (IoT) yang dirancang untuk mengukur parameter pH dan Total Dissolved Solids (TDS) secara otomatis dan real-time dengan menggunakan mikrokontroler ESP32 sebagai pusat kendali. Sistem ini bekerja secara terintegrasi melalui beberapa komponen utama yang memiliki fungsi masing-masing. Sensor pH digunakan untuk mengukur tingkat keasaman atau kebasaan air, sedangkan sensor TDS berfungsi untuk mendeteksi jumlah padatan terlarut dalam air. Data yang diperoleh dari kedua sensor tersebut kemudian diproses oleh ESP32 DevKit, yang berperan sebagai otak sistem. Mikrokontroler ini tidak hanya mengolah data, tetapi juga mengirimkan hasil pengukuran melalui koneksi Wi-Fi ke platform monitoring, sehingga memungkinkan pemantauan dilakukan secara jarak jauh dan real-time.

Dalam hal penyediaan daya, sistem ini menggunakan modul stepdown yang berfungsi menurunkan tegangan dari 12V menjadi 5V agar sesuai dengan kebutuhan operasional ESP32 dan sensor. Selain itu, terdapat relay 1 channel yang digunakan sebagai saklar elektronik untuk mengendalikan pompa air 12V secara otomatis berdasarkan hasil pembacaan sensor. Pompa air ini berfungsi untuk membantu proses sirkulasi atau pengambilan sampel air sehingga pengukuran dapat dilakukan secara lebih representatif. Sebagai bentuk notifikasi, sistem dilengkapi dengan LED indikator yang memberikan informasi visual mengenai kondisi sistem, seperti status normal atau peringatan. Selain itu, buzzer juga digunakan untuk memberikan alarm suara apabila nilai pH atau TDS berada di luar ambang batas yang telah ditentukan. Untuk pengoperasian manual, sistem ini juga dilengkapi dengan saklar yang memungkinkan pengguna menghidupkan atau mematikan sistem sesuai kebutuhan.

Alur kerjanya: Sensor pH dan TDS membaca data kualitas air → data dikirim ke ESP32 → ESP32 mengirim ke cloud/dashboard → jika parameter melebihi batas, ESP32 mengaktifkan relay untuk menyalakan pompa dan memberi peringatan lewat LED dan buzzer. Lokasi Penelitian pada Settling Pond Blok III PT. AGM, area penampungan air bekas tambang yang memerlukan pemantauan kualitas air secara kontinyu.



Gambar 4. Desain 3D

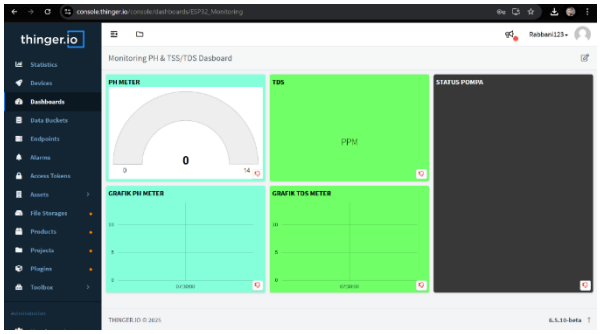
Gambar desain 3D tersebut memperlihatkan rancangan fisik alat sistem monitoring pH dan TDS air yang diimplementasikan pada sebuah wadah berupa akuarium sebagai simulasi settling pond. Desain ini dirancang untuk merepresentasikan kondisi nyata pengolahan air limbah tambang dalam skala laboratorium, sehingga memungkinkan pengujian sistem dilakukan secara terkontrol. Air masuk ke dalam sistem melalui jalur inlet yang berfungsi sebagai pintu masuk aliran air menuju area

pengukuran. Di dalam wadah tersebut, sensor pH dan sensor TDS/TSS dipasang secara langsung di dalam air untuk mendeteksi parameter kualitas air secara kontinu. Kedua sensor ini terhubung ke box sensor yang berfungsi sebagai tempat pengkabelan dan penghubung antara sensor dengan rangkaian elektronik utama, sehingga menjaga koneksi tetap rapi dan terlindungi. Selanjutnya, data dari sensor dikirimkan ke box mainboard yang berisi mikrokontroler ESP32 sebagai pusat pengolahan data, serta dilengkapi dengan buzzer dan LED indikator sebagai sistem notifikasi. Box ini berfungsi sebagai pusat kendali yang mengatur seluruh proses monitoring dan pengambilan keputusan berdasarkan nilai parameter yang terdeteksi.

Pada bagian keluaran, sistem dilengkapi dengan solenoid valve yang terintegrasi dengan jalur outlet untuk mengatur aliran air secara otomatis. Mekanisme ini memungkinkan sistem mengontrol pembuangan atau sirkulasi air berdasarkan kondisi kualitas air yang terukur. Selain itu, terdapat socket pompa yang digunakan sebagai sumber koneksi listrik bagi pompa air apabila diperlukan untuk membantu sirkulasi atau pengambilan sampel air. Untuk mendukung sistem peringatan dini, buzzer dan LED berfungsi memberikan notifikasi berupa sinyal suara dan visual ketika nilai pH atau TDS/TSS berada di luar batas aman yang telah ditentukan. Secara keseluruhan, desain ini menunjukkan integrasi yang baik antara sensor, sistem kontrol, dan aktuator dalam satu kesatuan alat yang kompak, sehingga mampu bekerja secara otomatis, efisien, dan terlindungi dari pengaruh lingkungan luar.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sistem monitoring kualitas air berbasis IoT ini telah berhasil dirancang dan diimplementasikan untuk memantau parameter pH dan TDS pada kolam penampungan air bekas tambang (settling pond) Blok III PT. AGM. Perangkat keras utama yang digunakan meliputi sensor pH (E-201-C), sensor TDS, dan mikrokontroler ESP32 dengan konektivitas WiFi. Data yang diperoleh dari sensor dikirim secara real-time ke server cloud dan divisualisasikan melalui dashboard pemantauan berbasis Grafana. Proses implementasi dimulai dari perancangan rangkaian sensor, konfigurasi ESP32, pemrograman pengambilan data, pengiriman ke platform cloud, serta penyiapan dashboard untuk visualisasi data dan notifikasi alarm jika nilai parameter melebihi ambang batas. Pengujian peralatan dilakukan untuk memastikan bahwa seluruh komponen sistem monitoring pH dan TDS yang dirancang dapat berfungsi dengan baik sesuai dengan spesifikasi dan tujuan perancangan. Pengujian ini mencakup pemeriksaan fungsional sensor pH, sensor TDS, mikrokontroler, konektivitas data (WiFi/IoT), serta sistem tampilan data secara real-time.

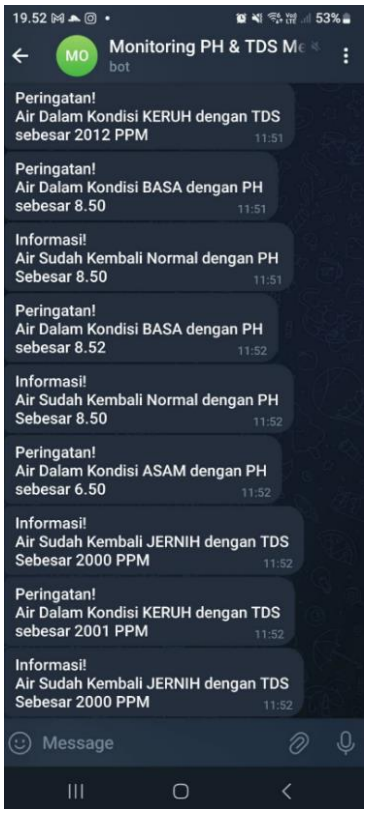


Gambar 5. Pengujian platform cloud thinger.io

Gambar tersebut menunjukkan tampilan dashboard Thinger.io yang digunakan untuk pengujian sistem monitoring pH dan TDS berbasis IoT.

Dashboard sistem monitoring ini dirancang untuk menampilkan informasi kualitas air secara real-time dan mudah dipahami oleh pengguna. Pada tampilan utama, terdapat indikator pH meter yang menyajikan nilai tingkat keasaman atau kebasaan air dalam bentuk gauge, sehingga pengguna dapat dengan cepat mengetahui apakah kondisi air berada dalam batas normal atau tidak. Selain itu, nilai Total Dissolved Solids (TDS) juga ditampilkan secara langsung dalam satuan PPM, yang memberikan gambaran mengenai jumlah padatan terlarut dalam air. Untuk mendukung analisis yang lebih mendalam, dashboard ini dilengkapi dengan grafik pH meter dan grafik TDS meter yang merekam perubahan nilai kedua parameter tersebut dari waktu ke waktu. Grafik ini memungkinkan

pengguna untuk memantau tren fluktuasi kualitas air, sehingga dapat mengidentifikasi pola tertentu maupun potensi terjadinya pencemaran sejak dini.Tidak hanya itu, dashboard juga menampilkan status pompa yang menunjukkan apakah pompa dalam kondisi aktif (ON) atau tidak aktif (OFF). Informasi ini penting karena berkaitan langsung dengan mekanisme pengendalian sistem, di mana pompa akan bekerja secara otomatis berdasarkan hasil pengukuran sensor. Dengan demikian, keseluruhan tampilan dashboard tidak hanya berfungsi sebagai alat pemantauan, tetapi juga sebagai sarana pengambilan keputusan dalam pengelolaan kualitas air secara efektif dan responsif.



Gambar 6. Pengujian Notifikasi Telegram

Pengujian ini membuktikan bahwa data dari sensor dapat dikirimkan dan divisualisasikan secara real-time di platform Thinger.io, sehingga pengguna dapat melakukan pemantauan jarak jauh dan mengambil tindakan cepat jika nilai pH atau TDS melewati ambang batas. Seluruh notifikasi diterima kurang dari 5 detik setelah kondisi terdeteksi oleh sistem. Isi pesan yang dikirim sudah sesuai dengan parameter yang bermasalah dan memberikan informasi secara ringkas namun jelas.

Sistem notifikasi yang terintegrasi dengan platform Telegram dirancang untuk menyampaikan informasi secara jelas, ringkas, dan akurat kepada pengguna ketika terjadi kondisi yang tidak normal pada kualitas air. Setiap pesan notifikasi dilengkapi dengan simbol peringatan (⚠□) sebagai penanda adanya potensi masalah, disertai dengan informasi parameter yang mengalami gangguan, baik pH maupun TDS. Selain itu, pesan juga mencantumkan nilai aktual hasil pengukuran serta keterangan status kondisi, seperti “terlalu asam” atau “melebihi batas”, sehingga pengguna dapat dengan cepat memahami situasi yang terjadi.Dari hasil pengujian, sistem ini terbukti mampu menjaga efektivitas komunikasi dengan menghindari pengiriman pesan yang berulang dalam waktu singkat untuk kondisi yang sama. Hal ini dimungkinkan karena adanya logika pengendalian notifikasi yang membatasi pengiriman pesan dengan jeda waktu minimum sekitar lima menit untuk kondisi abnormal yang identik. Dengan demikian, sistem tidak hanya memberikan informasi yang akurat dan tepat waktu, tetapi juga mencegah terjadinya spam notifikasi yang dapat mengganggu pengguna.

Tabel 1. Tantangan dan Mitigasi

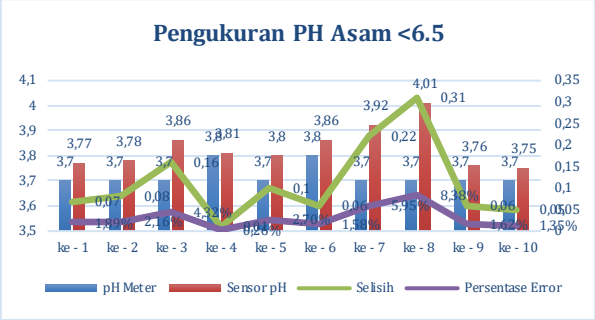
Tantangan	Potensi Dampak	Mitigasi
Gangguan koneksi internet	Data tidak terkirim	Tambahkan fitur penyimpanan lokal (SD Card)
Sensor rusak/aus	Data tidak akurat	Kalibrasi rutin dan penggantian berkala
Kotoran atau lumpur menempel di sensor	Gangguan pembacaan data	Gunakan pelindung sensor atau self-cleaning system
Gangguan cuaca ekstrem	Risiko kerusakan perangkat	Gunakan casing waterproof dan pelindung UV

Hasil pengujian menunjukkan bahwa kinerja sensor dalam sistem monitoring ini memiliki tingkat akurasi yang cukup baik dan dapat diandalkan. Sensor pH yang digunakan mampu menghasilkan pengukuran dengan selisih rata-rata sekitar ±0,05 jika dibandingkan dengan pH meter manual, sehingga menunjukkan tingkat presisi yang tinggi dalam mendeteksi tingkat keasaman atau kebasaan air. Sementara itu, sensor TDS memiliki tingkat akurasi sekitar ±5% dibandingkan dengan alat TDS portabel, yang masih berada dalam batas toleransi yang dapat diterima untuk kebutuhan monitoring lapangan.Selain aspek akurasi, sistem ini juga menunjukkan stabilitas data yang baik selama pengujian berlangsung. Meskipun dioperasikan dalam kondisi lingkungan tambang yang cenderung berdebu serta mengalami fluktuasi suhu, hasil pembacaan sensor tetap konsisten dan tidak menunjukkan gangguan yang signifikan. Hal ini menandakan bahwa sistem yang dikembangkan cukup tangguh dan mampu beradaptasi dengan kondisi lingkungan yang relatif ekstrem, sehingga layak untuk diterapkan dalam monitoring kualitas air di area pertambangan secara berkelanjutan.

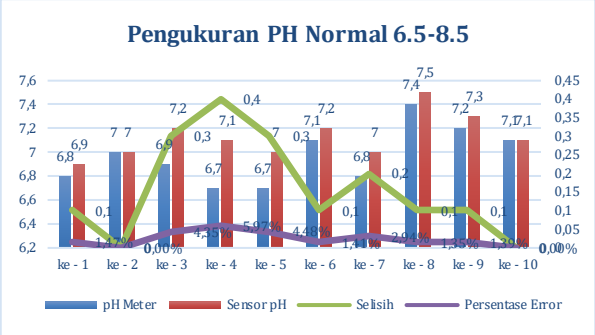
Tabel 2. Hasil Pengukuran IoT dan Pengukuran Alat Meter pH dan TD

Ke	pH Manual	pH (IoT)	TDS Manual (ppm)	TDS IoT (ppm)	Error (%)
1	6.8	6.7	1420	1475	3.90%
2	7.1	7	1500	1540	2.60%
3	6.9	6.8	1360	1400	2.90%

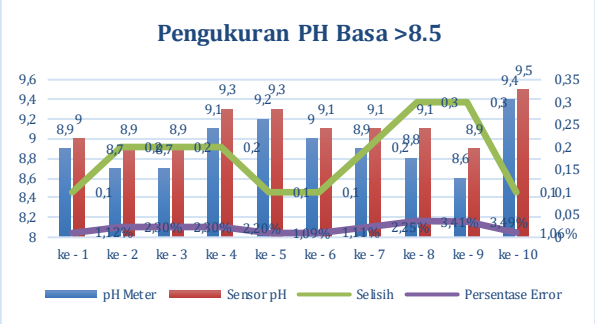
Evaluasi kinerja sistem menunjukkan bahwa penerapan teknologi berbasis Internet of Things (IoT) memberikan peningkatan efisiensi yang signifikan dalam proses monitoring kualitas air. Sistem ini mampu menghemat waktu pengukuran hingga 90% dibandingkan metode manual, karena proses pengambilan data dilakukan secara otomatis dan berkelanjutan tanpa memerlukan intervensi langsung dari operator di lapangan.Selain itu, kemampuan pemantauan jarak jauh menjadi keunggulan utama, di mana pengguna dapat memonitor kondisi pH dan TDS secara real-time melalui dashboard maupun notifikasi. Hal ini memungkinkan deteksi dini apabila nilai parameter mendekati atau melampaui batas baku mutu, sehingga tindakan penanganan dapat dilakukan dengan lebih cepat dan tepat.Lebih lanjut, sistem ini juga memiliki potensi untuk dikembangkan ke tahap yang lebih lanjut melalui integrasi dengan sistem kontrol otomatis pada proses pengolahan (treatment) air. Dengan integrasi tersebut, tidak hanya monitoring yang dilakukan secara otomatis, tetapi juga pengendalian kualitas air dapat berjalan secara mandiri berdasarkan data yang diperoleh, sehingga meningkatkan efektivitas dan efisiensi pengelolaan lingkungan tambang secara keseluruhan.



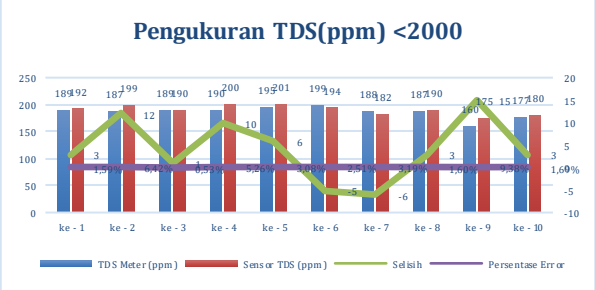
Grafik 1. Pengukuran PH Asam <6.5



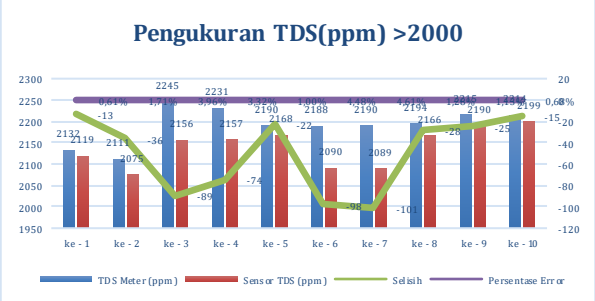
Grafik 2. Pengukuran PH Netral 6.5 – 8.5



Grafik 3. Pengukuran PH Basa >8.5



Grafik 4. Pengukuran TDS <2.000 mg/l



Grafik 5. Pengukuran TDS >2.000 mg/l

KESIMPULAN

Hasil implementasi dan pengujian sistem monitoring kualitas air berbasis Internet of Things (IoT) pada settling pond Blok III PT. Antang Gunung Meratus (PT. AGM) menunjukkan bahwa

sistem yang dikembangkan mampu berfungsi secara efektif dalam memantau parameter pH dan Total Dissolved Solids (TDS) secara real-time. Sistem ini dirancang melalui tahapan yang sistematis, mulai dari studi literatur, perancangan perangkat, hingga pengujian dan evaluasi, sehingga menghasilkan solusi monitoring yang terintegrasi dan aplikatif di lingkungan pertambangan.Berdasarkan hasil pengujian, sensor pH dan TDS menunjukkan tingkat akurasi yang baik dengan persentase error di bawah 5%, yang masih berada dalam batas toleransi standar pengukuran kualitas air. Rata-rata error untuk pH pada kondisi asam, netral, dan basa masing-masing sebesar 3,02%, 2,34%, dan 2,03%, sedangkan untuk TDS berada pada kisaran 2,28% hingga 3,52%. Selain itu, perbandingan dengan alat manual menunjukkan selisih pengukuran pH sekitar ±0,2 dan deviasi TDS sekitar ±75 ppm. Hasil ini menegaskan bahwa sensor yang digunakan mampu bekerja secara stabil dan responsif terhadap variasi kondisi air tambang.Dari sisi sistem, penggunaan platform IoT seperti ThingSpeak dan visualisasi melalui Grafana memungkinkan data ditampilkan secara real-time dan mudah dipantau. Sistem juga dilengkapi dengan notifikasi otomatis melalui LED dan buzzer yang memberikan peringatan ketika parameter melebihi ambang batas yang ditetapkan. Hal ini mendukung pengambilan keputusan yang cepat dan tepat dalam pengelolaan kualitas air.Ke depan, sistem ini memiliki potensi untuk dikembangkan lebih lanjut dengan penambahan parameter lain seperti dissolved oxygen (DO), suhu, dan kandungan logam berat. Integrasi dengan sistem kontrol otomatis juga dapat dilakukan untuk menyesuaikan kualitas air secara langsung, serta penggunaan panel surya sebagai sumber energi mandiri guna meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan sistem di area pertambangan.

.

REFERENCES

Herdianto, D. (2024). Efektivitas Kebijakan Pengelolaan Sampah Di Kota Tasikmalaya Dalam Upaya Meningkatkan Kualitas Lingkungan Dan Ketertiban Masyarakat. *Jurnal Penelitian Hukum Galunggung*, *1*(3), 67–93.

Nurholis, K., & Mokodompit, E. A. (2024). Laut Sebagai Sarana Mata Pencaharian dan Ancaman Akibat Pencemaran Ligkungan bagi Masyarakat Pesisir Konawe Utara. *Almufi Jurnal Sosial Dan Humaniora*, *1*(3), 307–313.

Prasetyo, M. H., Baderan, D. W. K., & Hamidu, M. S. (2025). Dampak Kerusakan Lingkungan Akibat Eksploitasi Sumber Daya Mineral dari Kegiatan Pertambangan. *Hidroponik: Jurnal Ilmu Pertanian Dan Teknologi Dalam Ilmu Tanaman*, *2*(2), 1–11.

Ramadhan Tosepu, S. K. M. (2024). *Analisis kualitas lingkungan*. Uwais Inspirasi Indonesia.

Setiawan, Z., Hiswara, A., & Muthmainah, H. N. (2023). Mengoptimalkan jaringan sensor nirkabel dalam aplikasi monitor lingkungan dengan teknologi iot di indonesia. *Jurnal Multidisiplin West Science*, *2*(10), 858–867.

SHOLIKIN, A., CHANDRA, N. E. K. A., MAYRUDIN, Y. M., AZZAHRA, N. N., & HABIBA, N. U. R. (n.d.). *Greenwashing dan Derajat Transparansi pada sektor Industri Ekstraktif di Jawa Timur dan Jawa Barat*.

Wihardjaka, A. (2021). Dukungan pupuk organik untuk memperbaiki kualitas tanah pada pengelolaan padi sawah ramah lingkungan. *Jurnal Pangan*, *30*(1), 53–64.

Yuan, J., Ding, Z., Bi, Y., Li, J., Wen, S., & Bai, S. (2022). Resource utilization of acid mine drainage (AMD): A review. *Water*, *14*(15), 2385.

Zikria, Y. Bin, Ali, R., Afzal, M. K., & Kim, S. W. (2021). Next-generation internet of things (iot): Opportunities, challenges, and solutions. *Sensors*, *21*(4), 1174.