



P-ISSN : 2622-1276
E-ISSN: 2622-1284

The 8th Conference on Innovation and Application of Science and Technology (CIASTECH 2025)

Website Ciastech 2025 : <https://ciastech.widyagama.ac.id>
Open Conference Systems : <http://ocs.ciastech.widyagama.ac.id>
Proceeding homepage : <http://publishing-widyagama.ac.id/ejournal-v2/index.php/ciastech/index>

SISTEM PEMANTAUAN DAN PENGENDALIAN AIR LIMBAH BERBASIS INTERNET OF THINGS

Gigih Priyandoko^{1*)}, Diky Siswanto²⁾, Anggi Setiawan³⁾

^{1*)2)3)} Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Widya Gama Malang

INFORMASI ARTIKEL

Data Artikel :

Naskah masuk, 21 Oktober 2025
Direvisi, 02 November 2025
Diterima, 03 November 2025

*Email Korespondensi :

gigih@widyagama.ac.id

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah membuat sistem yang mampu melakukan monitoring dan pengendalian secara *real-time* terhadap pemanfaatan air limbah hasil regenerasi dari proses Water Treatment Plant (WTP) dengan memanfaatkan teknologi Internet of Things (IoT). Sistem yang dikembangkan memakai NodeMCU ESP8266 sebagai mikrokontroler utama. Sensor-sensor yang digunakan berfungsi untuk mengukur parameter kritis dalam pemanfaatan air limbah, yaitu sensor pH dan *conductivity*. Data yang dikumpulkan oleh sensor akan dikirimkan secara nirkabel melalui koneksi Wi-Fi dan ditampilkan pada antarmuka pengguna, seperti aplikasi smartphone Blynk. Implementasi sistem ini berhasil menciptakan prototipe yang efektif dalam melakukan pemantauan pH dan *conductivity* parameter air limbah dari jarak jauh dan secara *real-time*.

Kata Kunci : *Water Treatment, Internet of Things (IoT), Air limbah*

1. PENDAHULUAN

Permintaan air bersih terus meningkat seiring pertumbuhan populasi dan perkembangan industri, sementara ketersediaan air tawar alami (air sungai, air danau, dan air tanah), semakin terbatas dan rentan terhadap kekeringan serta perubahan iklim. Pemerintah di berbagai negara semakin memperketat regulasi lingkungan terkait pembuangan air limbah. Melakukan pengolahan kembali air limbah hingga memenuhi baku mutu lingkungan yang ditetapkan adalah kewajiban hukum untuk menghindari sanksi, denda, atau bahkan penutupan operasional. Kepatuhan ini juga menunjukkan tanggung jawab sosial dan lingkungan perusahaan (*Corporate Social Responsibility - CSR*), yang dapat meningkatkan citra public [1], [2], [3].

Regulasi di Indonesia menekankan prinsip *cradle-to-grave* (dari penghasilan hingga pembuangan) dan mewajibkan setiap pelaku usaha untuk mengolah limbahnya agar tidak mencemari lingkungan. Peraturan Pemerintah (PP) No. 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. PP ini menjadi payung hukum utama yang mengatur kewajiban setiap usaha dan/atau kegiatan untuk melakukan pengelolaan air limbah sebelum dibuang ke media lingkungan. Setiap Perusahaan wajib memiliki Izin Pembuangan Air Limbah (IPAL) dari pemerintah daerah. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup (Permen LH) No. 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah (BMAL). Ini adalah peraturan kunci yang menetapkan batas maksimum kadar polutan yang

diperbolehkan dalam air limbah yang dibuang ke badan air seperti Sungai atau laut [4], [5], [6], [7], [8].

Penelitian yang dilakukan oleh [9] bahwa penelitian ini bertujuan membangun sebuah sistem pemantauan kualitas limbah cair dari hasil industri plastik berbasis teknologi Internet of Things (IoT) dan terproteksi Wireguard. Sistem pemantauan telah menggunakan Sensor pH Meter Analog untuk mengukur pH, Sensor Total Dissolve Solids (TDS) Meter untuk mengukur tingkat kekeruhan limbah cair, dan Sensor DS18B20 untuk mengukur suhu air. Sistem ini memakai jaringan wifi yang terhubung internet untuk mengirimkan data sensor ke pusat data. Untuk menjaga data tidak bisa dibaca oleh pihak yang tidak bertanggungjawab, sistem diintegrasikan dengan VPN Wireguard. Sedangkan penelitian yang telah dilakukan oleh [10] bahwa alat yang digunakan adalah Programmable Logic Controller (PLC) yang berfungsi untuk membaca sinyal yang dikirim sensor untuk mengontrol pompa. Pompa berfungsi memindahkan air limbah ke tanki sesuai tahapan proses. Alat ini dapat mempermudah pekerjaan operator dalam memantau pengolahan air limbah. Tansa, dkk [11] telah membuat sebuah alat monitoring air sungai dengan mengukur parameter kekeruhan, suhu, total zat padat terlarut dan pH menggunakan mikrokontroler Atmega328. Alat monitoring terdiri dari perangkat keras dan perancangan perangkat lunak dilengkapi dengan sensor kekeruhan Module SEN0189, sensor suhu DS18B20, sensor TDS SEN0244, dan sensor pH-4502C.

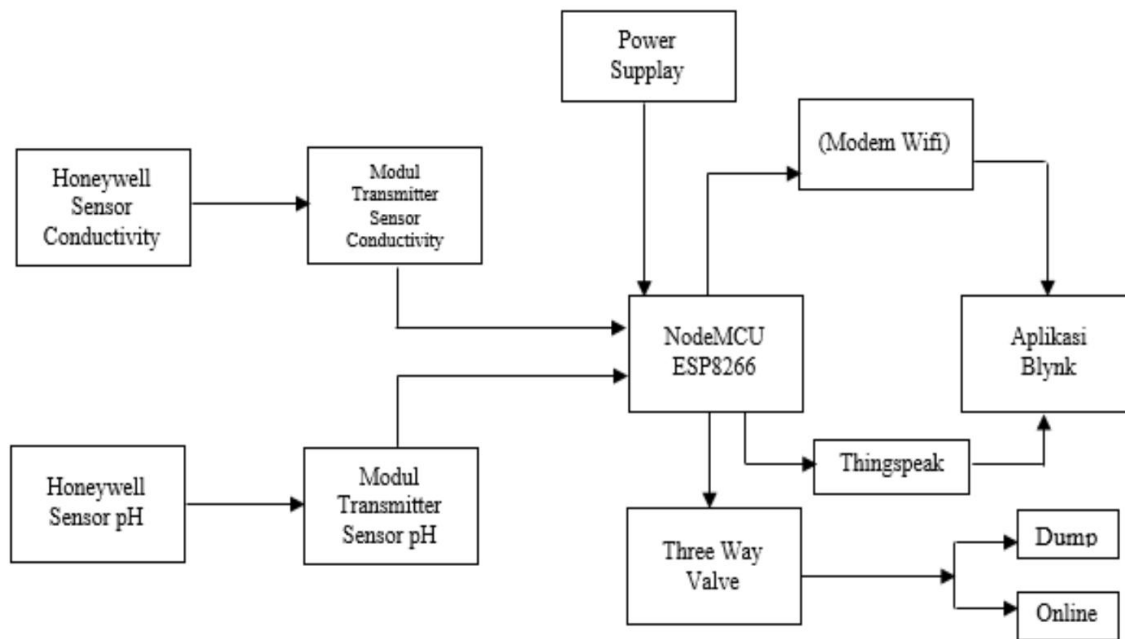
Dari uraian di atas, tujuan dari penelitian ini adalah membuat sistem pemantauan dan pengendalian proses pemanfaatan air limbah di PLTGU Grati, Pasuruan. Sistem ini dapat memantau parameter berupa grafik secara real-time di lapangan tanpa harus berada di lokasi secara langsung.

2. METODE PENELITIAN

Pada riset ini terdapat enam tahapan penelitian. Tahap pertama, identifikasi masalah dan studi literatur. Identifikasi masalah dilakukan dengan cara melakukan survey unit water treatment plant di PLTGU Grati dan mengamati perilaku pengolahan air limbah regenerasi water treatment plant. Tahap kedua, pengumpulan data dengan melakukan wawancara kepada operator water treatment plant PLTGU Grati untuk mendapatkan informasi yang dibutuhkan dalam penelitian serta melakukan observasi ketempat unit water treatment plant yang dijadikan obyek penelitian. Tahap ketiga, pembuatan sistem pengendalian berbasis IoT menggunakan NodeMCU ESP8266. Tahap keempat, pembuatan sistem monitoring berbasis IoT menggunakan aplikasi Blynk untuk menampilkan dashboard informasi pemantauan kualitas air limbah regenerasi water treatment plant. Tahap kelima, pengujian terhadap alat yang sudah dibuat. Tahap keenam, evaluasi kinerja alat dan mencoba melakukan pemantauan kualitas air secara real time. Blok diagram sistem secara perancangan dapat dilihat pada Gambar 1.

Selanjutnya modem Wi-Fi sebagai penghubung antara user menggunakan Aplikasi Blynk dengan mikrokontroler NodeMCU ESP8266. Aplikasi Blynk yang terdapat pada Google Play Store atau IOS sebagai layanan IoT. Dari laptop/PC, program diunggah melalui Arduino IDE menuju mikrokontroler NodeMCU ESP8266. Kemudian memprogram pada aplikasi Blynk yang nantinya akan mendapatkan alamat unik untuk mengsinkronkan dengan mikrokontroler. Hasil dari mikrokontroler NodeMCU ESP8266 akan muncul di aplikasi Blynk dalam bentuk data, angka dan gambar sebagai interface untuk monitoring dan controlling air limbah.

Penggunaan platform Thingspeak digunakan pada sistem ini, karena tidak perlu membuat web server yang baru. Koneksi Thingspeak dengan perangkat hardware lebih mudah, dikarenakan platform IoT pada umumnya telah menyediakan code API yang sudah siap digunakan. Penggunaan perangkat lunak aplikasi Arduino IDE sebagai tools untuk merancang kode program yang di upload ke mikrokontroler. Web server Internet of Things digunakan sebagai tempat menampung semua hasil pengolahan data yang dilakukan oleh mikrokontroler dan dapat diakses pengguna.



Gambar 1. Blok diagram sistem.

Perancangan perangkat data logger yaitu berisi tentang penjelasan tentang wiring diagram pada rangkaian data logger. Perangkat data logger dirancang untuk memudahkan pengujian saat berada di lokasi unit water treatment plant GRATI POMU dan pengambilan data kualitas air. Wiring diagram (Gambar 3.2) menunjukkan beberapa komponen yang digunakan pada penelitian ini serta pin apa saja yang terhubung antar komponen yang ada. Pada penelitian ini terdapat beberapa komponen yang digunakan yaitu sensor Honeywell pH dan Conduct, Modul Converter, mini ups, ADS dan NodeMCU ESP8266. Beberapa komponen lainnya seperti PCB, Blynk app, kabel, dan Power Supplay disematkan di dalam perangkat keras data logger. Mini ups adalah sebuah alat yang digunakan untuk menghidupkan perangkat data logger. Berperan sebagai baterai, mini ups memiliki bentuk yang kecil dan dapat dimasukkan ke dalam kotak perangkat data logger, sehingga perangkat data logger akan lebih ringan apabila dibandingkan dengan baterai 5 volt lainnya seperti aki motor. Mini ups sudah dilengkapi dengan cord AC outlet, dimana ketika mengisi ulang daya baterai bisa dilakukan secara langsung dengan menghubungkan mini ups ke listrik PLN menuju NodeMCU ESP8266. Untuk power supplay Output daya 15 volt akan dibuat dua jalur, jalur pertama untuk Modul Converter yang akan langsung menerima daya 15 volt, sedangkan jalur kedua akan masuk ke rangkaian NodeMCU ESP8266 dan ADS.

Pada perancangan perangkat lunak, ketika NodeMCU ESP8266 mendapatkan tegangan dari mini ups, NodeMCU ESP8266 akan mengaktifkan sensor sehingga mendapatkan data nilai dari kedua sensor tersebut. Kemudian NodeMCU ESP8266 akan melakukan perhitungan dan kalibrasi menggunakan rumus dari standard deviation, variance, dan average / mean. Rumus perhitungan tersebut di modifikasi menjadi fungsi dalam bahasa pemrograman C pada Arduino IDE. Data yang telah dihitung dengan fungsi akan dikirimkan ke Firebase dan terlihat data sensor yang terbaca tersebut akan melakukan pembaruan secara realtime selama perangkat data logger masih terkoneksi ke Internet. Gambar 3.5 berikut ini merupakan struktur rancangan skema data pada Firebase.

Platform Thingspeak merupakan sarana atau tempat yang sifatnya open untuk digunakan dalam mengembangkan aplikasi Internet of Things, selain karena open source, thingspeak juga relatif mudah untuk dilakukan konfigurasi. Penggunaan Thingspeak itu sendiri tentunya tidak terlepas dari

tujuan yang akan dicapai, dimana data yang didapat nantinya bisa dianalisis hingga dapat mentrigger lainnya. Pada pengaturan channel Thingspeak terdapat menu untuk melihat API (*Application Programming Interface*). API merupakan sebuah antar muka pemrograman yang digunakan untuk mengakses data pada Platfrom yang digunakan. Pada menu API keys terdapat dua API Read dan Write. Read API keys digunakan untuk membaca data yang ada di channel Thingspeak menuju keluar, sedangkan Write API Keys digunakan untuk menulis data pada channel. Penggunaan API membuat menjadi lebih mudah untuk mengakses data pada Platfrom, tanpa menulis atau membuat programnya.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian prototipe, untuk memastikan element-element yang terpasang berfungsi dengan tepat. yaitu pengujian modul sensor, sensor Conductivity dan pH, pengujian yang di lakukan meliputi interlock dan pengujian sistem secara keseluruhan. Gambar perangkat keras dapat dilihat pada Gambar 2. Sedangkan pada Tabel 1 tentang rincian penggunaan pin pada NodeMCU ESP8266.

Pada pengujian ini akan di ambil nilai parameter range conductivity dan pH pada tiap modul dengan arus menggunakan alat ukur AVO meter sebagai sampel dan nilai sensor conductivity. sensor pH akan di bandingkan dengan menggunakan alat kalibrasi Yokogawa sebagai sinyal injector simulator.



Gambar 2. Perangkat keras sistem.

Tabel 1. Penggunaan pin pada NodeMCU ESP8266

Pin NodeMCU	Komponen
3.3 V	sumber tegangan positif
GND	sumber tegangan negatif
A0	pin data sensor pH
A1	pin data sensor conductivity

Pengujian sistem pengendalian NodeMCU ESP8266 ini menggunakan program Arduino IDE dengan perancangan coding data. beberapa data yang di rancang yaitu: Range parameter conductivity dan pH, Jaringan WiFi dan penggunaan aplikasi Blynk untuk controlling tree way valve. Urutan setting parameter pada prototipe secara otomatis:

- a. Normal :
 1. Conductivity 0 $\mu\text{S}/\text{cm}$ – 20 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (online)
 2. pH 0 – 15 (online)

b. Alarm :

1. Conductivity 21 $\mu\text{s}/\text{cm}$ – 100 $\mu\text{s}/\text{cm}$ (dump)
2. pH 16 – 100 (dump)

Sedangkan untuk pengujian sistem monitoring menggunakan aplikasi Blynk. Pengujian interface ini menggunakan aplikasi Blynk sebagai media monitoring yang telah di program menggunakan Arduino IDE melalui web dilakukan dengan pengujian jaringan antara hasil data dari sensor dan parameter conductivity dan pH yang terhubung melalui jaringan Wi-Fi dengan aplikasi Blynk.

Pengujian channel di server IoT Thingspeak. Proses pengujian dilakukan secara bertahap. yang pertama, pengujian hasil pembacaan sensor sampai dengan tampilan data di Thingspeak, tahapan ini dilakukan untuk semua sensor yang digunakan. Pegujian kedua yaitu perbandingan hasil sensor dengan alat ukur standar, yang dibaca sensor dan di yang diolah mikrokontroler sama dengan data dari alat ukur. Pengujian ke tiga mengakses channel id Thingspeak dari perangkat komputer dan smartphone. Hasil pengujian sensor akan di tampilkan dalam bentuk grafik, agar dapat lebih jelas menganalisis apakah ada perbedaan yang signifikan atau sudah mendekati sama hasil yang diperoleh.

Pada Gambar 3 dan Gambar 4 ditunjukkan visualisasi data dari sensor yang telah dikirimkan dari mikrokontroler Nodemcu ESP8266 menuju channel Thingspeak field 1 dan 2 tersebut nantinya akan menampilkan setiap perubahan data yang ditangkap oleh sensor. Pada grafik chart dapat dilihat bahwa pengiriman data dari mikrokontroler Nodemcu ESP8266 menuju thingspeak terjadi secara realtime, dengan waktu yang di sesuaikan dengan tempat/lokasi sistem itu dibuat.



Gambar 3. Tampilan pemantauan sensor conductivity.



Gambar 4. Tampilan pemantauan sensor pH.

Hasil pengujian menunjukan bahwa rangkaian sistem prototipe monitoring dan controlling mampu berkomunikasi dengan baik tanpa adanya kendala dan sesuai dengan rules yang berlaku. Hal ini telah dibuktikan dengan pengujian setiap kondisi yang ada dan sudah di implementasikan pada

sistem. Kondisi tersebut meliputi kondisi pada saat air limbah regenerasi WTP (*water treatment plant*) memenuhi baku mutu air servis, maupun pada saat air limbah tidak memenuhi baku mutu air servis. Selain itu data pengolahan air limbah pada sistem monitoring dan controlling juga berhasil di tampilkan pada website Thingspeak dan sesuai dengan kondisi yang terjadi.

4. KESIMPULAN

Dari keseluruhan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Rancang bangun sistem monitoring dan controlling conductivity dan kadar pH berhasil dilakukan.
 - a. Sistem menggunakan prototype air limbah yang digunakan sebagai obyek monitoring conductivity dan kadar pH.
 - b. Sistem melakukan input data conductivity, pH, dan hasil dari perhitungan metode data logger ke dalam database dan mengirim ke thingspeak setiap dua puluh (20) detik.
2. Konsep Internet of Things (IoT) berhasil diterapkan untuk melakukan monitoring dan controlling berdasarkan conductivity dan pH.
 - a. Sistem dapat diakses menggunakan website secara realtime dengan koneksi internet.
 - b. Sistem dapat menerima hasil dari respon atau output dari kondisi yang terjadi.
3. Metode data logger berhasil diterapkan pada sistem controlling (otomasi) untuk mengatur conductivity dan kadar pH pada prototype.
 - a. Sistem dapat melakukan pendeteksian terhadap beberapa kondisi yang sudah ditentukan sesuai.
 - b. Sistem dapat memberikan respon sesuai dengan kondisi yang terjadi.
 - c. Hasil perhitungan metode data logger dengan cara manual ataupun menggunakan sistem monitoring dan controlling menunjukkan hasil yang sama. sehingga menjadi standar ukur berhasilnya implementasi metode ini.
 - d. Hasil pengujian respon sistem dari 10 kali percobaan dengan nilai data sensor yang berbeda menunjukkan hasil 100% sesuai dengan kondisi aktual lokal serta tanpa adanya output yang tidak sesuai.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada pihak-pihak yang telah membantu penelitian ini dapat terselesaikan dengan baik.

6. REFERENSI

- [1] A. N. Sitasari and A. Khoironi, "Evaluasi Efektivitas Metode Dan Media Filtrasi Pada Pengolahan Air Limbah Tahu," *Jurnal Ilmu Lingkungan*, vol. 19, no. 3, pp. 565–575, 2021.
- [2] D. Y. Putri, "Evaluasi Sistem Pengolahan Air Limbah pada Rumah Sakit Tipe C di Banyuwangi," *Jurnal Daur Lingkungan*, vol. 8, no. 2, pp. 25–32, 2025.
- [3] A. Dalfi, E. Rita, and K. Khadavi, "Kinerja Sistem Pengolahan Air Limbah Domestik Terpusat Pada Kabupaten Padang Pariaman," *Jurnal Ilmiah Rekayasa Sipil*, vol. 22, no. 1, pp. 1–12, 2025.
- [4] L. Rawis, I. R. Mangangka, and R. R. Legrans, "Analisis Kinerja Instalansi Pengolahan Air Limbah (Ipal) Di Rumah Sakit Bhayangkara Tingkat III Manado," *Tekno*, vol. 20, no. 81, 2022.
- [5] D. Prasetyo, A. Rokhmawati, and A. Rahmawati, "Studi Perencanaan Ipal Limbah Domestik Perumahan Permata Tunggulwulung Kota Malang Dengan Teknologi Constructed Wetland," *Jurnal Rekayasa Sipil (e-journal)*, vol. 13, no. 1, pp. 277–282, 2023.

- [6] T. Ratuannisa, E. Ekawati, E. Yulia, B. S. Purwasasmita, and A. B. Nugraha, "Studi Pengolahan Air Limbah Batik pada Skala Industri Rumah Tangga dan Usaha Kecil Menengah di Cirebon, Indonesia," *Dampak*, vol. 20, no. 1, pp. 8–15, 2023.
- [7] M. S. Zuhri, E. Noerhayati, and A. Rahmawati, "Studi Perencanaan Pengolahan Air Limbah Domestik Di Shanaya Resort Karangploso," *Jurnal Rekayasa Sipil (e-journal)*, vol. 15, no. 1, pp. 230–237, 2025.
- [8] M. K. Baeti, M. Raharjo, N. A. Y. Dewanti, and S. Sulistiyani, "Efektivitas Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Rumah Sakit Umum Roemani Muhammadiyah Semarang," *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, vol. 10, no. 3, pp. 281–289, 2022.
- [9] B. G. Pratama and M. F. Qodri, "Sistem Pemantauan Limbah Cair Berbasis Internet Of Things dan Terproteksi Wireguard," *KURVATEK*, vol. 8, no. 1, pp. 99–108, 2023.
- [10] M. Amin, "Rancang Bangun Sistem Kendali Dan Monitoring Sistem Pengolahan Air Limbah Berbasis PLC," *Disertasi, Fakultas Teknik, Universitas Islam Sumatera Utara*, 2023.
- [11] S. Tansa, N. Latekeng, and R. Yunginger, "Monitoring Kualitas Air Sungai (Kekeruhan, Suhu, TDS, pH) Menggunakan Mikrokontroler Atmega328," *Jambura Journal of Electrical and Electronics Engineering*, vol. 6, no. 1, pp. 70–75, 2024.