

# Rancang Bangun *Prototype Monitoring Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Di Suwung Berbasis Internet of Things*

Mohammad Putra Maulidin<sup>1</sup>, Khaeril Gusri<sup>2</sup>, Daffa Dzaudan<sup>3</sup>,  
Lie Jasa<sup>4</sup>, Arta Wijaya<sup>5</sup>

[Submission: 18-06-2025, Accepted: 15-07-2025]

**Abstract**—Wastewater management is a critical component of environmental sustainability, particularly in regions undergoing rapid industrial development such as Bali. The Wastewater Treatment Plant (IPAL) in Suwung plays an essential role in ensuring that effluents meet environmental quality standards mandated by regional and national regulations. However, current monitoring practices at the facility are conducted manually, resulting in potential delays in pollution detection and timely decision-making. This study proposes the design and implementation of an Internet of Things (IoT)-based prototype for real time wastewater quality monitoring. The system integrates multiple sensors-including pH, temperature, turbidity, and water level sensors-controlled by an arduino UNO microcontroller and ESP 32 module. Measurement data are transmitted to Blynk and ThingSpeak platforms in real time, stored in a data logger for further analysis, and made accessible via a web-based monitoring interface. The results demonstrate that the system is capable of delivering accurate and real time data, which can support more efficient monitoring and facilitate timely environmental management decisions. This prototype offers a reliable and scalable solution for digitizing wastewater monitoring processes in treatment facilities.

**Keywords:** Wastewater Treatment Plant; Internet of Things; Real time Monitoring; ESP 32; Blynk.

**Intisari**— Pengelolaan air limbah merupakan aspek penting dalam menjaga kelestarian lingkungan, terutama di wilayah dengan pertumbuhan industri yang pesat seperti Bali. Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) di Suwung memiliki peran krusial dalam memastikan bahwa air limbah yang dibuang ke lingkungan telah memenuhi baku mutu yang ditetapkan oleh peraturan daerah dan nasional. Saat ini, pemantauan kualitas air limbah di IPAL Suwung masih dilakukan secara manual, yang berpotensi menyebabkan keterlambatan dalam deteksi pencemaran dan pengambilan keputusan. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun prototype sistem pemantauan kualitas air limbah berbasis Internet of Things (IoT). Sistem ini menggunakan berbagai sensor, termasuk sensor pH, suhu, kekeruhan, dan tingkat ketinggian air, yang dikendalikan oleh microcontroller

dapat diakses melalui Website Monitoring Dengan adanya sistem ini, diharapkan pemantauan kualitas air limbah dapat dilakukan dengan lebih efisien, akurat, dan dapat diakses dari lokasi yang berbeda. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem ini mampu memberikan informasi real time mengenai parameter kualitas air limbah, sehingga dapat membantu pengelola IPAL dalam mengambil keputusan yang lebih cepat dan tepat guna menjaga kualitas lingkungan.

**Kata Kunci**— IPAL; Internet of Things; Monitoring Air Limbah; ESP 32; Blynk.

## I. PENDAHULUAN

Dewasa ini, pengelolaan lingkungan yang bertanggung jawab menjadi isu yang semakin krusial ditengah pesatnya pembangunan di Provinsi Bali. Salah satu aspek yang mendapat perhatian serius adalah pencemaran air. Air limbah yang dihasilkan berbagai aktivitas baik aktivitas domestik maupun industri berpotensi menjadi pencemaran lingkungan jika tidak dikelola dengan baik. Pengelolaan kualitas air limbah merupakan aspek krusial dalam menjaga kelestarian lingkungan hidup dan kesehatan masyarakat, Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) berperan penting dalam mengolah air limbah yang dihasilkan dari sektor domestik maupun industri sebelum dilepas kembali ke badan air.

Baku mutu air limbah merupakan batas maksimal kandungan atau konsentrasi zat pencemar yang masih dapat ditoleransi dalam air limbah sebelum dibuang ke lingkungan, baik ke badan air maupun ke tanah, dari suatu kegiatan atau usaha. Jika kandungan pencemar dalam air limbah melebihi ambang batas tersebut, maka dapat menyebabkan pencemaran lingkungan, seperti perubahan warna air menjadi coklat, munculnya bau tidak sedap, kematian organisme air seperti ikan, hingga potensi penyebaran berbagai sumber penyakit. Berdasarkan Peraturan Pemerintah Lingkungan Hidup Nomor: P.68 tahun 2016 tentang baku mutu air limbah domestik terdapat standar kualitas air untuk melindungi kesehatan manusia dan lingkungan hidup. Standar ini mencakup berbagai parameter kualitas air yang harus dipenuhi oleh badan air di Indonesia. Ketentuan ini juga sejalan dengan Peraturan Daerah Provinsi Bali Nomor 16 Tahun 2016 Pasal 5, yang menyatakan bahwa setiap penanggung jawab usaha dan/atau kegiatan yang membuang limbah ke lingkungan wajib mematuhi baku mutu lingkungan hidup sebagaimana tercantum dalam Pasal 2 dan Pasal 3.

Lokasi Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Suwung terletak di Jalan By Pass Ngurah Rai, Suwung, Desa Pemogan, Denpasar. Proyek pembangunan Denpasar

p-ISSN:1693 – 2951; e-ISSN: 2503-2372

<sup>1,2,3</sup>Mahasiswa, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana, Jln. Jalan Kampus Bukit Jimbaran 80361, INDONESIA (telp: 0361-555225; fax: 0361-4321982; e-mail: [putra.maulidin027@student.unud.ac.id](mailto:putra.maulidin027@student.unud.ac.id), [khaeril.gusri043@student.unud.ac.id](mailto:khaeril.gusri043@student.unud.ac.id), [daffa.dzaudan052@student.unud.ac.id](mailto:daffa.dzaudan052@student.unud.ac.id))

<sup>3,4</sup>Dosen, Jurusan Teknik Elektro dan Komputer Fakultas Teknik Universitas Udayana, Jln. Jalan Kampus Bukit Jimbaran 80361 INDONESIA (telp: 0361-703315; fax: 0361-4321; e-mail: [liejasa@unud.ac.id](mailto:liejasa@unud.ac.id), [artawijaya@ee.unud.ac.id](mailto:artawijaya@ee.unud.ac.id))



*Sewerage Development Project (DSDP)*, yang dikelola oleh Dinas Pekerjaan Umum Provinsi Bali, dirancang untuk mengatasi masalah sanitasi air di Kota Denpasar dan Kabupaten Badung. IPAL Suwung memiliki kolam air yang berasal dari proses filtrasi air dan diendapkan sedimentasinya setelah itu air akan dialirkan menuju (*final effluent*) untuk dilepaskan menuju badan air.

Selama beroperasi, IPAL Suwung melakukan pengambilan sampel *final effluent* yang digunakan sebagai parameter uji terhadap baku mutu air secara manual dan dilakukan setiap pukul 09.00 pagi.

Tujuan dari *capstone project* Rancang Bangun *Prototype Monitoring* Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) di Suwung Berbasis *Internet of Things* agar dapat mempermudah petugas pengambil sampel untuk *memonitoring* baku mutu air di *final effluent* secara *real time* dan tersimpan pada *data logger*.

Untuk mengatasi dan mengoptimalkan kualitas hasil olahan IPAL diperlukan sebuah sistem yang bisa mempercepat dan mempermudah petugas pengambil sampel dalam memperoleh data dan informasi dengan akurasi yang valid dan *real time*. Proses ini dilakukan melalui penempatan sensor pH atau derajat keasaman di *final effluent*. Selain sensor pH ditempatkan juga sensor suhu yang berperan untuk mengetahui suhu air pada keluaran IPAL, sensor *turbidity* berfungsi sebagai *monitoring* Tingkat kekeruhan pada air, dan sensor *water level* yang dapat mengetahui ketinggian air terhadap permukaan tanah pada saluran *final effluent*. Semua sensor ini terhubung ke *microcontroller* arduino Uno dan ESP 32, Ini membantu kerja petugas pengambil sampel dalam memperoleh data keluaran *final effluent* pada IPAL. Dengan adanya sensor yang dapat diandalkan dan dipantau secara *real time* diharapkan pemangku kebijakan dapat memperoleh informasi kondisi *final effluent* IPAL dimanapun dan kapanpun selama terkoneksi dengan internet, diharapkan dengan adanya Rancang Bangun *Prototype Monitoring* Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) di Suwung Berbasis *Internet of Things* dapat mempermudah pemangku kebijakan dalam mengambil keputusan saat tidak ada di lokasi pemantauan *final effluent*.

## II. STUDI PUSTAKA

### A. Mengukur pH

pH merupakan parameter yang digunakan untuk menunjukkan tingkat keasaman air, yaitu berdasarkan konsentrasi ion hidrogen ( $H^+$ ) di dalamnya. Semakin tinggi jumlah ion  $H^+$ , maka nilai pH akan semakin rendah. Hal ini sesuai dengan rumus:  $pH = -\log [H^+]$ . Oleh karena itu, pH yang tinggi mengindikasikan konsentrasi  $H^+$  yang rendah, yang berarti air bersifat basa (alkalis). Sebaliknya, jika konsentrasi  $H^+$  tinggi, nilai pH menjadi rendah, menandakan bahwa air bersifat asam. Penyebab asam atau basa dalam air disebabkan oleh asam mineral, asam organik, basa atau garam – garam yang bersifat alkalis.

### B. Mengukur Suhu

Sensor suhu beroperasi menggunakan protokol komunikasi 1-Wire, yang memungkinkan banyak perangkat untuk terhubung ke satu jalur data yang sama, sehingga mengurangi jumlah kabel yang diperlukan. Dalam sistem ini, satu kabel data digunakan untuk mengirim dan menerima data antara sensor dan mikrokontroler atau perangkat pengendali lainnya. Kelebihan dari penggunaan komunikasi 1-Wire adalah kemudahan integrasi dengan berbagai sistem, serta penghematan biaya dan ruang dalam desain perangkat elektronik.

### C. Pengukur Kekeruhan Air

Pada pengukuran Tingkat kekeruhan pada limbah air menggunakan sensor *turbidity* adalah alat yang digunakan untuk mengukur sejauh mana partikel - partikel yang tersuspensi di dalam air menghalangi jalannya cahaya. Kekeruhan air yang dihasilkan oleh partikel ini dapat diketahui dengan cara mendeteksi seberapa banyak cahaya yang dipantulkan atau disebarkan oleh partikel-partikel tersebut. Sensor ini sering digunakan untuk menilai kualitas air, karena kekeruhan dapat menunjukkan adanya kontaminasi atau bahan organik dan anorganik yang tercampur dalam air. Sensor *turbidity* digunakan untuk mengukur tingkat kekeruhan air limbah dengan cara mendeteksi intensitas cahaya yang melewati sampel air.

Sensor ini dilengkapi dengan sumber cahaya, seperti LED, dan detektor cahaya yang berada dalam posisi tertentu. Ketika cahaya melewati air limbah, partikel-partikel tersuspensi akan menyebarkan atau menghalangi cahaya tersebut. Perubahan intensitas cahaya yang terdeteksi oleh sensor digunakan untuk menghitung tingkat kekeruhan, yang biasanya dinyatakan dalam satuan NTU (*Nephelometric Turbidity Unit*).

### D. Sensor Ultrasonic (Jarak)

Sensor *ultrasonic* merupakan perangkat yang berfungsi mengubah energi fisik, khususnya gelombang suara, menjadi sinyal listrik dan sebaliknya. Teknologi ini bekerja berdasarkan prinsip pantulan gelombang ultrasonik untuk mengukur jarak atau mendeteksi keberadaan objek. Dengan memanfaatkan frekuensi tertentu, sensor ini mampu menghasilkan pengukuran yang akurat dan dapat digunakan dalam berbagai aplikasi, mulai dari deteksi objek hingga pengukuran jarak di lingkungan yang rumit..

Disebut sebagai sensor *ultrasonic* karena alat ini memanfaatkan gelombang bunyi *ultrasonic*, yaitu gelombang suara dengan frekuensi yang berada di atas batas pendengaran manusia. Gelombang ini dipancarkan ke arah objek, lalu pantulan yang diterima oleh sensor diolah untuk mengukur jarak atau menentukan eksistensi benda tersebut.

#### E. ESP 32

ESP 32 adalah mikrokontroler berbasis *sistem-on-chip* (SoC) yang dikembangkan oleh *Espressif Systems*. Mikrokontroler ini dirancang untuk aplikasi *Internet of Things* (IoT) dan memiliki fitur unggulan seperti konektivitas *Wi-Fi* dan *Bluetooth* (BLE dan klasik). ESP 32 terkenal karena performanya yang tinggi, konsumsi daya rendah, serta dukungan yang luas untuk pengembangan perangkat lunak.

ESP 32 adalah modul sistem mikrokontroler *Wi-Fi* dan *Bluetooth* yang dikembangkan oleh *Espressif Systems*. Modul ini dilengkapi dengan prosesor dual-core 32-bit LX6, berjalan pada frekuensi 240 MHz, dan memiliki memori RAM 520 KB serta memori flash 4 MB. ESP 32 juga memiliki fitur *Wi-Fi* 802.11 b/g/n, *Bluetooth* 4.2, dan BLE (*Bluetooth Low Energy*). Selain itu, modul ini dilengkapi dengan berbagai antarmuka seperti SPI, I2C, UART, I2S, dan GPIO.

#### F. Arduino Uno

Arduino Uno merupakan papan mikrokontroler yang menggunakan *chip* Atmega328P dan dirancang sebagai *platform open-source* untuk mendukung pengembangan proyek-proyek elektronik serta sistem tertanam (*embedded system*). Papan ini dilengkapi dengan 14 pin digital *input/output* dimana 6 pin dapat difungsikan sebagai *output PWM*—6 pin *input* analog, kristal osilator 16 MHz, *port* USB, *jack* daya, *header ICSP*, dan tombol reset. Berkat kemudahan dalam pemrograman serta kemampuannya untuk terhubung dengan beragam sensor dan aktuator, Arduino Uno telah banyak dimanfaatkan dalam berbagai bidang, mulai dari dunia pendidikan, kegiatan hobi, hingga pembuatan *prototype* dalam skala industri.

#### G. Blynk

*Blynk* adalah aplikasi yang tersedia untuk perangkat iOS dan Android, yang digunakan untuk mengontrol berbagai jenis mikrokontroler seperti Arduino, NodeMCU, Raspberry Pi, dan lainnya melalui koneksi internet. Aplikasi ini memungkinkan pengguna untuk mengendalikan perangkat keras, menampilkan data dari sensor, menyimpan informasi, menampilkan visualisasi data, dan berbagai fungsi lainnya. *Blynk* terdiri dari tiga komponen utama: aplikasi (di ponsel), *server*, dan *pustaka* (*library*) yang diinstal pada perangkat keras. *Blynk server* berperan sebagai penghubung yang menangani semua komunikasi antara smartphone dan perangkat mikrokontroler. Aplikasi ini menyediakan berbagai *widget* seperti tombol (*Button*), tampilan nilai (*Value Display*), grafik riwayat (*History Graph*), serta integrasi dengan *Twitter* dan *Email*. *Blynk* dapat digunakan dengan berbagai jenis mikrokontroler selama perangkat tersebut mendukung koneksi internet. NodeMCU, misalnya, dapat terhubung ke internet melalui *Wi-Fi* menggunakan *chip* ESP 32, sehingga memungkinkan integrasi dengan *Blynk* untuk membangun sistem *Internet of Things* (IoT).

#### H. Thingspeak

*Thingspeak* adalah *platform* berbasis *web* yang dirancang untuk mengumpulkan, menyimpan, menganalisis, dan memvisualisasikan data sensor secara *real time*. *Platform* ini banyak digunakan dalam proyek *Internet of Things* (IoT) karena menyediakan antarmuka yang mudah digunakan untuk menghubungkan perangkat dan mengirimkan data. Dengan *Thingspeak*, pengguna dapat membuat saluran (*channel*) untuk menyimpan data sensor, menampilkan grafik interaktif, serta menerapkan analisis menggunakan MATLAB langsung dari *platform* tersebut. *Thingspeak* sangat bermanfaat dalam pengembangan sistem *monitoring* karena memungkinkan pengguna untuk mengakses dan menganalisis data dari jarak jauh, serta membagikannya secara publik atau privat sesuai kebutuhan.

#### I. Website

*Website* merupakan sekumpulan halaman yang saling terhubung dan dapat diakses secara online melalui jaringan internet. Setiap halaman dapat memuat berbagai jenis konten, seperti teks, gambar, video, dan elemen interaktif lainnya, yang dirancang untuk memberikan pengalaman pengguna yang informatif dan menarik. Untuk mengakses sebuah *website*, digunakan alamat unik yang dikenal sebagai domain, seperti [www.contoh.com](http://www.contoh.com). Semua data dan konten *website* ini disimpan di server yang terhubung dengan internet.

#### J. Kalibrasi Regresi Linear

Kalibrasi Regresi linear adalah salah satu metode statistik yang digunakan untuk memprediksi nilai Y berdasarkan nilai X. Kalibrasi regresi linear disini digunakan untuk mengkalibrasi sensor pH dan *turbidity*. Persamaan berikut adalah persamaan untuk mencari nilai Y.

$$Y = a + bX \quad (1)$$

Keterangan :

$Y$  = (Variabel Terikat)

$X$  = (Variabel Bebas)

$a$  = Konstanta

$b$  = Koefisien Regresi

#### K. Persentase Error

Persentase error merupakan bentuk khusus dari persentase perubahan relatif, yang diperoleh dengan menghitung selisih absolut antara nilai hasil pengukuran (eksperimen) dan nilai acuan (uji lab), kemudian dibagi dengan nilai uji lab tersebut.

$$\%Error = \frac{\text{Nilai Eksperimen} - \text{Hasil Uji Lab}}{\text{Hasil Uji Lab}} \times 100\% \quad (2)$$

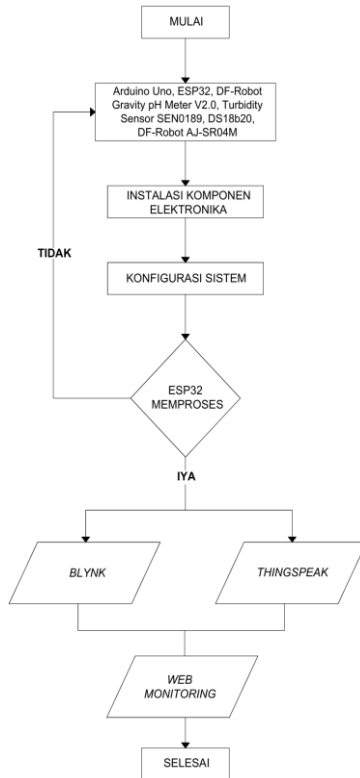
Istilah "eksperimen" dan "uji lab" dalam persamaan di atas sering kali diganti dengan istilah lain yang memiliki makna serupa. Untuk "eksperimen", istilah yang biasa digunakan mencakup "diukur", "dihitung", atau "aktual", sedangkan "uji lab" dapat digantikan dengan "diterima". Nilai eksperimen merupakan hasil yang diperoleh melalui pengukuran atau perhitungan, dan biasanya dibandingkan dengan nilai uji lab—



yaitu nilai yang diakui secara luas oleh komunitas ilmiah atau dijadikan acuan sebagai target keberhasilan.

### III. METODOLOGI

Lokasi penelitian ini dilaksanakan pada Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Suwung yang terletak di Jalan By Pass Ngurah Rai, Suwung, Desa Pemogan, Denpasar. Penelitian ini berlangsung selama 7 bulan, mulai dari Desember 2024 hingga Juni 2025. Pemilihan lokasi dan waktu pelaksanaan didasarkan pada ketersediaan fasilitas serta peralatan yang diperlukan untuk menunjang proses penelitian dan analisis data. Pengerjaan rancang bangun *prototype monitoring* ini terdapat beberapa proses yang ditunjukkan pada *flowchart* pada Gambar 1.



Gambar 1 : Flowchart Capstone Project

### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Perancangan Kerangka Dasar Alat

Berikut adalah deskripsi alur proses desain fisik *prototype monitoring* pada Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) :

##### 1. Identifikasi Kebutuhan

Tahap pertama dalam desain fisik *prototype monitoring* pada Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) adalah mengidentifikasi kebutuhan dan tujuan proyek. Ini meliputi jenis mikrokontroler, alat pengukur yang akan digunakan, serta aspek lain seperti *monitoring* secara *real time* dengan *Blynk*, *Thingspeak* dan *Website*.

##### 2. Perencanaan dan Konsep Desain

Setelah kebutuhan teridentifikasi, langkah berikutnya adalah merencanakan dan mengembangkan konsep desain

*prototype monitoring* pada Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL). Ini melibatkan pemilihan komponen utama seperti mikrokontroler Arduino UNO, ESP 32, DF-Robot Gravity pH Meter V2.0, *Turbidity Sensor SEN0189*, DS18b20, DF-Robot AJ-SR04M, aplikasi *Blynk*, *Thingspeak*, dan *website monitoring*. Pada tahap ini, perlu dipertimbangkan aspek seperti dimensi fisik, konfigurasi sistem, dan tata letak komponen.

##### 3. Desain Detail

Setelah konsep desain diverifikasi, dilakukan desain detail untuk menghasilkan gambar teknis yang rinci dan spesifikasi komponen. Desain ini mencakup tata letak sistem, dimensi dan spesifikasi komponen, serta perhitungan dan pemilihan material yang sesuai.

##### 4. *Prototype* dan Pengujian

Langkah berikutnya adalah merancang dan membangun *prototype* alat *monitoring* pada Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) sesuai dengan desain yang telah dirumuskan secara rinci. *Prototype* ini berfungsi untuk menguji dan memvalidasi sistem pemantauan kualitas air limbah akhir secara *real time*.

##### 5. Produksi dan Implementasi

Setelah *prototype* berhasil melalui tahap pengujian dan verifikasi, tahap akhir adalah memproduksi dan menerapkan alat *monitoring* di *final effluent* Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL). Proses ini mencakup pembuatan komponen, perakitan sistem, serta instalasi dan pengujian akhir sebelum alat siap dioperasikan.

#### B. Alur Perancangan Mekanisme Perangkat IoT

Perancangan mekanisme fisik *prototype monitoring final effluent* pada Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL). Penelitian ini berada di Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Suwung juga melibatkan *IoT* sebagai *monitoring system* dalam perancangannya yaitu, mikrokontroler Arduino Uno, ESP 32, DF-Robot Gravity pH Meter V2.0, *Turbidity Sensor SEN0189*, DS18b20, DF-Robot AJ-SR04M, aplikasi *Blynk*, *Thingspeak*, dan *Website Monitoring*. Aplikasi *Thingspeak* digunakan untuk menampilkan grafik dan data untuk memantau *final effluent* secara *real time*. Sementara itu aplikasi *Blynk* dan *Website monitoring* digunakan untuk dapat mengakses data yang telah di *monitoring* secara *real time* dari aplikasi *Thingspeak*. Berikut merupakan kegunaan masing-masing *monitoring system* di atas :

##### 1. Arduino Uno

Arduino Uno merupakan sebuah mikrokontroler berbasis *datasheet Atmega328* yang berfungsi sebagai pengendalian elektronik di segala bidang.

##### 2. ESP 32

ESP32 merupakan sebuah mikrokontroler yang dilengkapi dengan fitur dual-mode, yaitu *Wi-Fi* dan *Bluetooth*, yang dirancang untuk memudahkan pengguna dalam mengembangkan berbagai aplikasi dan proyek berbasis *Internet of Things (IoT)*.

##### 3. Sensor Pengukur pH (DF-Robot Gravity pH Meter V2.0)

Sensor pengukur pH (DF-Robot Gravity pH Meter V2.0) digunakan untuk mengukur tingkat keasaman atau kebasahan air pada *final effluent*.

4. Sensor Pengukur Tingkat Kekeruhan (*Turbidity Sensor SEN0189*)

Sensor pengukur tingkat kekeruhan (*Turbidity Sensor SEN0189*) digunakan untuk mengukur kualitas air pada *final effluent* dengan mendeteksi tingkat kekeruhannya. Sensor ini bekerja dengan mengukur jumlah cahaya yang dihamburkan oleh padatan tersuspensi dalam air.

5. Sensor Pengukur Suhu (*DS18B20*)

Sensor pengukur suhu (*DS18B20*) digunakan untuk mengukur suhu air pada *final effluent*.

6. Sensor Pengukur Tingkat Ketinggian Air pada Permukaan (*DF-Robot AJ-SR04M*)

Sensor Pengukur tingkat ketinggian air pada permukaan (*DF-Robot AJ-SR04M*) digunakan untuk mengukur dan memantau ketinggian air pada *final effluent*.

7. Aplikasi *Blynk*

*Blynk* adalah aplikasi yang tersedia untuk perangkat iOS dan Android, yang digunakan untuk mengontrol board seperti Arduino, NodeMCU, dan perangkat sejenis lainnya melalui koneksi internet. Aplikasi ini berfungsi untuk mengendalikan perangkat keras serta menampilkan data dari sensor secara langsung.

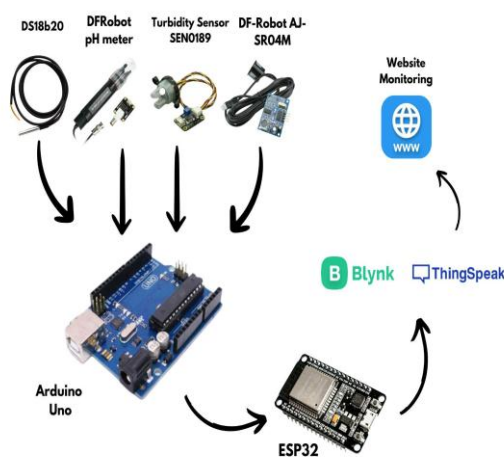
8. Aplikasi *Thingspeak*

Aplikasi *Thingspeak* digunakan untuk memantau perkembangan data dan mengumpulkan data dari perangkat node juga menyimpan data *monitoring* dari sensor.

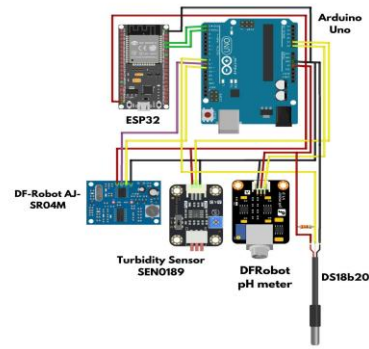
9. *Website Monitoring*

*Website monitoring* adalah proses untuk mengamati dan mengevaluasi kinerja *monitoring* air limbah. *Website monitoring* ini digunakan karena dapat diakses oleh siapa saja yang terhubung ke jaringan internet sehingga mempermudah untuk memantau hasil *monitoring*.

Melalui integrasi ini, data yang diperoleh dari sensor dapat diakses dan dianalisis secara *real time* melalui situs *web monitoring*, sehingga mendukung proses pemantauan dan pengambilan keputusan yang lebih cepat dan akurat. Diagram alur penelitian ditampilkan pada Gambar 2 dan 3 berikut.



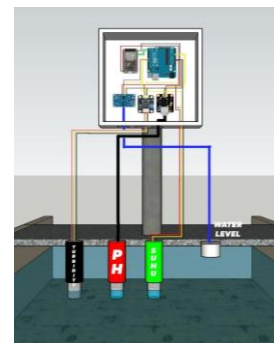
Gambar 2 : Mekanisme Kerja Prototype



Gambar 3 : Alur Perancangan Perangkat IoT

C. *Model Prototype Monitoring Air Limbah*

Desain *prototype* alat *monitoring* air limbah berbasis *Internet of Things* merupakan sistem pemantauan kualitas air limbah yang memanfaatkan teknologi *IoT* sebagai sarana untuk melakukan *monitoring* secara *real time*. Gambar 4 berikut menunjukkan rancangan sistem dari alat *monitoring* tersebut.



Gambar 4 : Model Prototype Monitoring Air Limbah

D. *Pembuatan Rangkaian Elektronika Alat Monitoring*

Dalam proses pembuatan rangkaian elektronik untuk alat *monitoring* air limbah, digunakan berbagai rangkaian pendukung yang menunjang kinerja sistem. Komponen elektronik tersebut ditempatkan dalam box panel untuk memberikan perlindungan terhadap hujan dan paparan sinar matahari, mengingat alat ini dipasang di area luar ruang pada saluran *final effluent* IPAL Suwung. Gambar 5 berikut memperlihatkan hasil realisasi dari perakitan rangkaian elektronik alat *monitoring* air limbah.



Gambar 5 : Rangkaian Elektronika Alat Monitoring



E. Pemasangan Alat Monitoring pada Final Effluent

Alat monitoring air limbah di pasang pada bagian final effluent dan dilakukan pengujian *prototype* pada alat tersebut. Gambar 6 berikut menunjukkan hasil realisasi dari pemasangan alat monitoring air limbah.



Gambar 6 : Pemasangan Alat Monitoring Air Limbah

F. Pengujian Prototype dalam Keadaan Air Mengalir

Seluruh data hasil pengukuran pengujian *prototype* dalam keadaan air mengalir terekam secara *real time* melalui sistem IoT dan ditampilkan melalui *platform web*, yang kemudian disajikan dalam bentuk tabel berikut seperti ditunjukkan pada tabel 1,2,dan 3 lampiran.

G. Pengujian Prototype dalam Kondisi Air Tenang

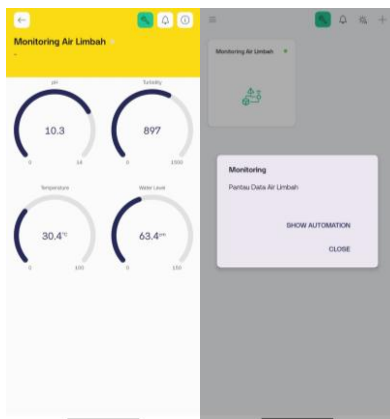
Seluruh data hasil pengukuran pengujian *prototype* dalam keadaan air tenang terekam secara *real time* melalui sistem IoT dan ditampilkan melalui *platform web*, yang kemudian disajikan dalam bentuk tabel berikut seperti ditunjukkan pada tabel 4,5,dan 6 lampiran.

H. Hasil Pengujian Sensor dengan Platform Blynk

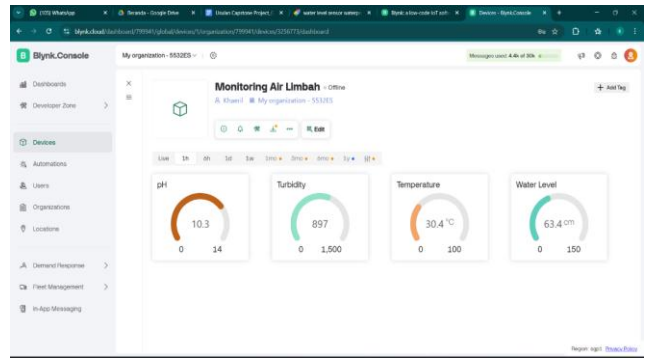
Alat yang digunakan dalam pengujian perubahan nilai sensor pada *Blynk*, yaitu menggunakan :

1. *Blynk Smartphone* sebagai pengendali untuk memantau alat monitoring air limbah melalui *smartphone*.
2. *Blynk Web* sebagai pengendali untuk memantau alat monitoring air limbah melalui *smartphone* menggunakan laptop atau PC.

Gambar 7 dan 8 berikut menampilkan contoh hasil dari pengujian yang dilakukan selama proses percobaan.



Gambar 7 : Hasil Pengujian Notifikasi untuk Monitoring pada Blynk Smartphone



Gambar 8 : Hasil Pengujian untuk Monitoring pada Blynk Web

I. Hasil Pengukuran pH dan Suhu Menggunakan pH Meter dan Termometer

Hasil pengukuran ini dilakukan langsung di Laboratorium IPAL Suwung. Pengukuran ini dilakukan setelah mengambil sampel di *final effluent* secara langsung, kemudian diteliti oleh Teknisi Laboratorium IPAL. Pengukuran ini bertujuan untuk membandingkan data laboratorium dengan data yang dikeluarkan oleh sensor. Berikut tabel 7 pengujian air limbah berdasarkan hasil uji laboratorium.

TABEL 7  
PENGUJIAN AIR LIMBAH BERDASARKAN HASIL UJI LABORATORIUM

No	Hari/Tanggal	Waktu	Parameter yang Diuji	
			pH	Suhu
1	Minggu, 1/6/2025	09.00	7,7	28,7
2	Senin, 2/6/2025	09.00	7,9	29,0
3	Selasa, 3/6/2025	09.00	7,9	29,5
4	Sabtu, 7/6/2025	09.00	8,2	28,0
5	Minggu, 8/6/2025	09.00	7,8	27,1
6	Senin, 9/6/2025	09.00	7,6	28,5

J. Hasil Perbandingan Alat Monitoring dengan Hasil Uji Laboratorium

Dalam penelitian, rumus persentase *error* digunakan untuk mengetahui seberapa akurat hasil pengukuran atau percobaan yang dilakukan. Nilai eksperimen adalah hasil yang diperoleh langsung dari pengamatan di lapangan atau pengukuran di laboratorium. Sementara itu, nilai teoritis adalah nilai yang dianggap benar atau dijadikan acuan, biasanya bersumber dari teori, buku, atau hasil perhitungan sebelumnya. Persentase *error* menggambarkan seberapa besar perbedaan antara hasil yang diperoleh dengan nilai yang seharusnya. Nilai ini

ditampilkan dalam bentuk persen. Jika persentase error kecil, artinya hasil pengukuran cukup akurat dan mendekati nilai yang diharapkan. Namun jika nilainya besar, bisa jadi ada kesalahan dalam cara pengukuran, alat yang digunakan, atau faktor lain yang memengaruhi hasil. Oleh karena itu, menghitung persentase error penting untuk mengetahui seberapa terpercaya dan akurat data dalam penelitian.

### 1. Hasil Perbandingan dengan Air Mengalir

Dari hasil pengukuran yang dilakukan selama tiga hari pada keadaan air yang mengalir, dapat dibuat hasil perbandingan sensor dengan hasil Laboratorium pada tabel 8 dan 9 berikut ini.

TABEL 8  
PERBANDINGAN SENSOR PH PADA AIR MENGALIR DENGAN HASIL LABORATORIUM

Hari/Tanggal	Nilai Sensor (Eksperimen)	Nilai Lab	%Error
Minggu, 01/6/2025	8,0	7,7	3,89%
Senin, 02/6/2025	7,9	7,9	0,00%
Selasa, 03/6/2025	8,3	7,9	5,06%
Rata - rata			2,99%

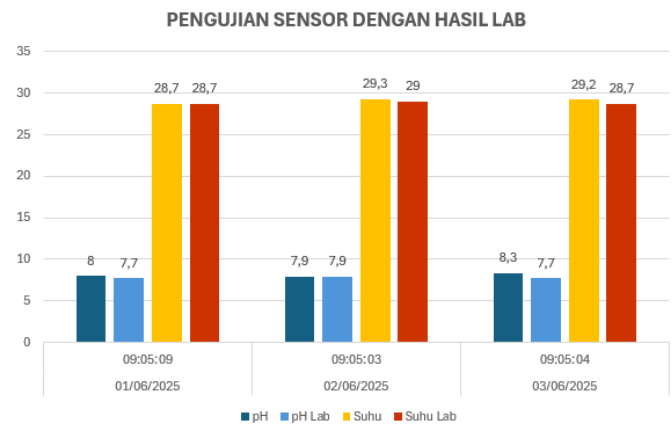
TABEL 9  
PERBANDINGAN SENSOR SUHU PADA AIR MENGALIR DENGAN HASIL LABORATORIUM

Hari/Tanggal	Nilai Sensor (Eksperimen)	Nilai Lab	%Error
Minggu, 01/6/2025	28,7	28,0	2,50%
Senin, 02/6/2025	29,3	29,0	1,03%
Selasa, 03/6/2025	29,2	29,5	1,01%
Rata - rata			1,29%

Berdasarkan data pada Tabel 8 dan Tabel 9, dapat disimpulkan bahwa:

- Sensor pH menunjukkan tingkat akurasi yang cukup baik, dengan rata-rata error sebesar 2.99%, masih dalam batas toleransi akurasi untuk penggunaan di lapangan. Fluktuasi kesalahan disebabkan oleh variasi kondisi lingkungan seperti suhu air dan tingkat kebasahan yang tidak sepenuhnya homogen saat pengambilan sampel.
- Sensor suhu memiliki tingkat akurasi yang lebih tinggi dengan rata-rata error hanya 1.29%. Hasil ini menunjukkan bahwa sensor suhu DS18B20 sangat andal dalam memantau suhu air secara *real time* di lingkungan terbuka.

Berikut grafik perbandingan dari hasil alat *monitoring* air limbah dengan hasil pengukuran di Laboratorium IPAL.



Gambar 9 : Hasil Perbandingan Alat Monitoring dengan Hasil Uji Laboratorium pada Air Mengalir

### 2. Hasil Perbandingan dengan Air Tenang

Dari hasil pengukuran yang dilakukan selama tiga hari pada keadaan air yang mengalir, dapat dibuat hasil perbandingan sensor dengan hasil Laboratorium pada tabel 10 dan 11 berikut ini.

TABEL 10  
PERBANDINGAN SENSOR PH PADA AIR TENANG DENGAN HASIL LABORATORIUM

Hari/Tanggal	Nilai Sensor (Eksperimen)	Nilai Lab	%Error
Sabtu, 07/6/2025	8,0	8,2	2,43%
Minggu, 08/6/2025	7,5	7,8	3,84%
Senin, 09/6/2025	7,5	7,6	1,31%
Rata - rata			2,52%

TABEL 11  
PERBANDINGAN SENSOR SUHU PADA AIR TENANG DENGAN HASIL LABORATORIUM

Hari/Tanggal	Nilai Sensor (Eksperimen)	Nilai Lab	%Error
Sabtu, 07/6/2025	28,6	28,0	2,14%
Minggu, 08/6/2025	27,5	27,1	1,47%
Senin, 09/6/2025	28,6	28,5	0,35%
Rata - rata			1,32%

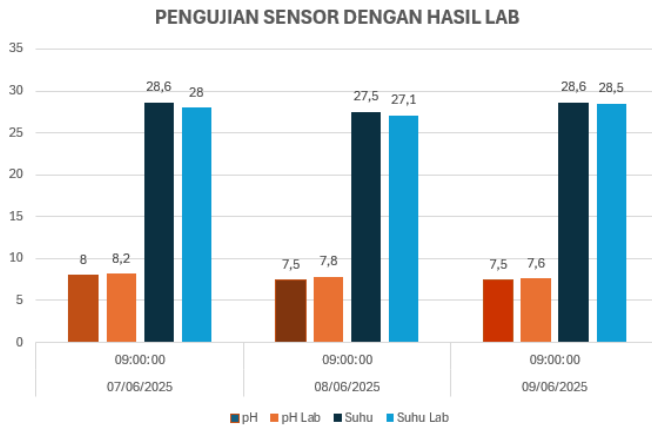
Dari tabel 10 terlihat bahwa hasil pengukuran sensor pH memiliki persentase error berkisar antara 1.31% hingga 3.84%. Persentase error tertinggi terjadi pada hari ke-2 (Minggu, 08/06/2025) sebesar 3.84%, sedangkan yang terendah terjadi pada hari ke-3 (1.31%). Rata-rata error sebesar 2.52% menunjukkan bahwa sensor pH masih memiliki deviasi yang relatif kecil terhadap hasil laboratorium, namun tetap perlu dilakukan kalibrasi rutin agar akurasi tetap terjaga.

Sedangkan berdasarkan tabel 11, persentase error pada pengukuran suhu berkisar antara 0.35% hingga 2.14%, dengan rata-rata error sebesar 1.32%. Nilai ini tergolong



sangat baik dan akurat untuk digunakan dalam kegiatan *monitoring* suhu air. Error tertinggi terjadi pada hari ke-1 (2.14%), kemungkinan disebabkan oleh fluktuasi suhu air saat proses pengambilan sampel.

Jika dibandingkan, sensor suhu memiliki akurasi yang lebih stabil dan lebih baik dibandingkan sensor pH. Hal ini wajar, mengingat pengukuran suhu umumnya memiliki kompleksitas yang lebih rendah dibandingkan dengan pH yang dipengaruhi oleh banyak faktor seperti kandungan ion, suhu lingkungan, dan kondisi kalibrasi sensor.



Gambar 10 : Hasil Perbandingan Alat Monitoring dengan Hasil Uji Laboratorium pada Air Tenang

## V. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diperoleh dari tahap realisasi, pengukuran dan pengujian pada Rancang Bangun *Prototype Monitoring Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL)* di Suwung Berbasis *Internet of Things* adalah sebagai berikut :

- *Prototype* sistem *monitoring* Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) di Suwung Berbasis *Internet of Things* telah berhasil dirancang dan dibangun, dengan kemampuan pemantauan secara *real time* melalui *platform Thingspeak, Blynk, dan website*.
- Pemantauan Instalasi Pengolahan Air Limbah telah berhasil dilaksanakan secara jarak jauh melalui integrasi *platform Thingspeak, aplikasi Blynk, dan situs web monitoring*. Dengan demikian pemantauan, pengawasan, pemeriksaan, pencatatan, pelacakan, pengamatan, dan pengambilan keputusan yang lebih responsif dan efisien, memastikan kandungan air limbah tetap terjaga dengan baik.
- *Monitoring* Instalasi Air Limbah telah berhasil membaca data dari sensor pH, tingkat kekeruhan, suhu, dan tingkat ketinggian air pada permukaan dengan pemantauan secara *real time* dari jarak jauh, dan memberikan informasi melalui aplikasi *Thingspeak, Blynk, dan Website*.
- Berdasarkan hasil perbandingan antara pengujian dan pengukuran sensor pH, kekeruhan, suhu, dan ketinggian air, diperoleh data bahwa sistem *monitoring* air limbah

secara *real time* telah menunjukkan tingkat akurasi yang cukup baik. Rata-rata kesalahan pembacaan alat berada di bawah 5%, dan hasil pengukuran arus sudah menunjukkan tingkat presisi yang mendekati nilai acuan. Dengan demikian, alat *monitoring* air limbah berbasis *Internet of Things (IoT)* ini telah berhasil mendukung kinerja staf IPAL Suwung dalam melakukan pengukuran dan analisis kandungan air limbah pada saluran akhir (*final effluent*).

## REFERENSI

- [1] Cathrine Gabriela dan Alfian Purnomo (12, Desember 2022) Kajian Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik Terpusat Di Indonesia. *Jurnal Teknik ITS*, 1-4.
- [2] Kementerian Lingkungan Hidup RI (2, September 2016) Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia No.P68 Tahun 2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik. 11-13.
- [3] Pemerintah Daerah Provinsi Bali (14, Maret 2016) Peraturan Gubernur Bali No.16 Tahun 2016 Tentang Baku Mutu Lingkungan Hidup Dan Kriteria Baku Kerusakan Lingkungan Hidup. 1-2.
- [4] Danang, D., Suasana, I. S., & Fatah, K. A. (2023). Monitoring Air Limbah Rumah Sakit Berdasarkan Kadar pH Dan Suhu Menggunakan Arduino. *Media Informasi Penelitian Kabupaten Semarang*, 5(1), 166-179.
- [5] Saputra, A., & Umifadlillah, S. T. (2016). *Pengukur kadar keasaman dan kekeruhan air berbasis arduino* (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Surakarta).
- [6] Rasya, R. H., Hardianto, J., & Siskandar, R. (2020). Rancang Bangun Sistem Monitoring Kualitas Air Bersih Pada Konsumen PERUMDA Tirta Pakuan Bogor Berbasis *web*. *Jurnal Sains Indonesia*, 1(3), 113-121.
- [7] Ihsanto, E., & Hidayat, S. (2014). Rancang bangun sistem pengukuran pH meter dengan menggunakan mikrokontroler arduino uno. *Jurnal teknologi elektro*, 5(3), 142372.
- [8] Nadi, M. R. G., Ruskandi, C., & Pamungkas, R. S. (2019). Desain sistem deteksi kualitas air berbasis multi sensor pH, dissolved oxygen, suhu dan konduktivitas. *Journal Online of Physic*, 5(1), 48-56.
- [9] Daris, P. J. J., Sutanto, H. B., & Prihatmo, G. (2020). Pengolahan Limbah Tekstil dengan Metode Hibrid Menggunakan Sistem Filtrasi Bottom Ash dan Constructed Wetland. *SAINTEK: Jurnal Ilmiah Sains dan Teknologi Industri*, 4(2), 77-81.
- [10] Novitasari, D. A. A., & Nirmala, D. T. I. (2018). Rancang bangun sistem monitoring pada limbah cair industri berbasis mikrokontroler dengan antarmuka *website*. *Coding Jurnal Komputer dan Aplikasi*, 6(3).
- [11] Faza, J., Purnama, S. I., & Syifa, F. T. (2021). Sistem Monitoring Tingkat pH, Kekeruhan dan Suhu Air Limbah Batik pada Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Berbasis LoRa. *Journal of Telecommunication Electronics and Control Engineering (JTECE)*, 3(1), 10-15.
- [12] Paryanto, P., Subarkah, R., & Rusnaldy, R. (2022). Perancangan *prototype* dan evaluasi alat pemantauan air limbah industri berbasis IoT. *ROTASI*, 24(1), 50-57.
- [13] Setiady, I. P., Ichsan, M. H. H., & Fitriyah, H. (2022). Purwarupa Sistem Monitoring dan Otomatisasi Air Limbah Industri Tekstil dengan Metode Fuzzy Logic Mamdani. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 6(6), 2591-2601.
- [14] Imam Saufik Suasana (2023). Monitoring Air Limbah Rumah Sakit Berdasarkan Kadar pH Dan Suhu Menggunakan Arduino. *Media Informasi Penelitian Kabupaten Semarang*, 5(1), 166-179.
- [15] Agus Rianto., Jani Kusanti., Ramadhan Agus. (2023). Perancangan Monitoring Limbah Air Sungai Bengawan Solo di Kalurahan Sewu. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Darul Ulum*, 2(2), 88-90.
- [16] Ali Impron., Linda Sutriani. (2024). IoT-Enabled Smart Mining: Pengelolaan Air Limbah di Industri Batubara. *Journal Of Social Science Research*, 5(1), 1962-4246.
- [17] Aqli Supremadi, N. P., Rizky Arief., S., Yanu Shalahuddin., Srikalimah. (2023). Perancangan Dan Pengujian Alat Sensor Ph



- Serta Suhu Berbasis Internet Of Things Untuk Monitoring Limbah Industri Tahu. *Multitek Indonesia: Jurnal Ilmiah*, 17(1), 94-10.
- [18] Setyawan Ajie Sukarno., Syarif Hidayat., Adinda Melati Putri. (2025). Sistem Monitoring Kualitas Air Limbah Rumah Tangga Berbasis Iot, *JITET (Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan)*, 13(1), 1399-1403.
- [19] Nizirwan Anwar., Agung Mulyono widodo., Dkk. (2021). Sistem Pemantauan Level Keasaman dan *Total Dissolved Solids* Limbah Cair Berbasis *Internet of Things (IoT)*, *Prosiding Seminar Nasional Sistem Informasi Dan Teknologi (SISFOTEK)*, 21-26.
- [20] Pawan Singh. (2018). Internet Of Things Based Health Monitoring System : Opportunities And Challenges, *International Journal of Advanced Research in Computer Science*, 9(1), 224-228.
- [21] Iswanto Iswanto., Fachrudin Huniani., Dedi Usman Effendy. (2023). *Prototype Monitoring and Controlling of Wastewater Treatment Plant (WWTP) on IoT-Free Output Channels*, 7(1), 40-63.
- [22] Illinois State University, Dept of Physic. (2019). Percent Diffrence & Percent Error.



## LAMPIRAN

TABEL 1  
HASIL PENGUJIAN ALAT MONITORING HARI KE -1 DALAM KONDISI AIR MENGALIR

Tanggal	pH	Turbidity	Suhu (C)	Water Level (cm)
2025-05-31 15:05:01	7,4	866	30,3	59,1
2025-05-31 16:05:02	8,6	837	29,6	64,9
2025-05-31 17:05:09	8,5	861	29,4	64
2025-05-31 18:05:05	8,5	888	28,9	65
2025-05-31 19:05:41	7,9	880	29	64,8
2025-05-31 20:05:42	7,7	831	29,1	63,3
2025-05-31 21:05:00	7,7	864	29,2	61,8
2025-05-31 22:05:41	8,2	855	28,9	64,8
2025-05-31 23:05:29	8,1	840	28,6	63,3
2025-06-01 00:05:34	8,2	818	28,5	66,9
2025-06-01 01:05:39	8,1	842	29	65,8
2025-06-01 02:05:41	7,8	803	28,7	68
2025-06-01 03:05:40	7,9	801	28,4	69,4
2025-06-01 04:05:44	8	765	28,4	69,5
2025-06-01 05:05:36	7,9	785	28	75,3
2025-06-01 06:05:45	8,9	812	27,7	78,4
2025-06-01 07:05:29	9	773	27,8	80,7
2025-06-01 08:05:56	8,2	792	28,4	80,7
2025-06-01 09:05:09	8	763	28,7	67,5
2025-06-01 10:05:53	7,6	875	28,9	65,4
2025-06-01 11:05:24	7,7	809	28,9	64,9
2025-06-01 12:05:57	8,3	858	30,5	45,4
2025-06-01 13:05:25	7,3	762	30,6	41,2
2025-06-01 14:05:19	7,7	767	30,9	53,7
<b>Rata-Rata</b>	<b>8,1</b>	<b>822,8</b>	<b>29</b>	<b>65,2</b>

TABEL 2  
HASIL PENGUJIAN ALAT MONITORING HARI KE -2 DALAM KONDISI AIR MENGALIR

Tanggal	pH	Turbidity	Suhu (C)	Water Level (cm)
2025-06-01 15:05:17	7,4	782	30,8	58,8
2025-06-01 16:05:24	8	781	30,7	66,3
2025-06-01 17:05:34	7,9	800	30,6	66,5
2025-06-01 18:05:14	7	862	30,4	68,1
2025-06-01 19:05:39	6,2	764	30,4	65,6
2025-06-01 20:05:00	7,7	830	30,2	66,5
2025-06-01 21:05:48	8,1	778	30,1	64,1

2025-06-01 22:05:38	8,3	836	30	63,2
2025-06-01 23:05:29	10,4	836	29,8	66,1
2025-06-02 00:05:25	10,1	861	29,7	66
2025-06-02 01:05:44	8,1	896	29,6	68,2
2025-06-02 02:05:45	7	813	29,6	69,6
2025-06-02 03:05:20	7,6	770	29,4	69,6
2025-06-02 04:05:41	7,6	827	29,4	69,4
2025-06-02 05:05:47	7,6	861	29,2	65,8
2025-06-02 06:05:08	7,9	892	29,2	67,4
2025-06-02 07:05:50	7,2	813	29,2	66,1
2025-06-02 08:05:35	7,4	778	29,7	66
2025-06-02 09:05:03	7,9	766	29,3	63,6
2025-06-02 10:05:49	8,3	795	29,8	63,2
2025-06-02 11:05:51	8,4	869	30,1	59,8
2025-06-02 12:05:05	8,2	768	30,7	61,1
2025-06-02 13:05:16	8,9	795	30,9	57
2025-06-02 14:05:07	8,4	765	30,5	57,3
<b>Rata-Rata</b>	<b>8</b>	<b>814,1</b>	<b>30</b>	<b>64,8</b>

TABEL 3  
 HASIL PENGUJIAN ALAT *MONITORING* HARI KE -3 DALAM KONDISI AIR MENGALIR

Tanggal	pH	Turbidity	Suhu (C)	Water Level (cm)
2025-06-02 15:05:06	8,4	790	30,6	62,1
2025-06-02 16:05:36	8,1	870	30,4	63,4
2025-06-02 17:05:31	7,9	894	30,4	66,1
2025-06-02 18:05:57	7	767	30,3	63,8
2025-06-02 19:05:23	7,7	876	30,1	65,4
2025-06-02 20:05:15	7,1	853	30,1	64,9
2025-06-02 21:05:13	7,4	773	29,9	64,5
2025-06-02 22:05:43	6,3	868	29,8	64,9
2025-06-02 23:05:40	6,8	808	29,6	66,3
2025-06-03 00:05:30	7,2	776	29,6	68,3
2025-06-03 01:05:52	7,7	853	29,5	68
2025-06-03 02:05:27	7,4	786	29,5	68,1
2025-06-03 03:05:56	9,3	873	29,4	72,3
2025-06-03 04:05:11	9,4	876	29,2	73,5
2025-06-03 05:05:19	9,5	831	25,9	79,2
2025-06-03 06:05:26	8,7	821	25,9	76,8
2025-06-03 07:05:28	8,6	766	26,9	80
2025-06-03 08:05:18	8,4	853	27,2	79,8
2025-06-03 09:05:04	8,3	802	29,2	66,4



2025-06-03 10:05:58	9,9	798	29,9	61,9
2025-06-03 11:05:22	7,6	793	29,9	62,4
2025-06-03 12:05:59	7,6	805	30,1	61,7
2025-06-03 13:05:32	7,9	821	30,3	61,8
2025-06-03 14:05:55	8,4	801	30,4	62,6
<b>Rata-Rata</b>	<b>8</b>	<b>823,1</b>	<b>29,3</b>	<b>67,7</b>

TABEL 4  
HASIL PENGUJIAN ALAT *MONITORING* HARI KE -1 DALAM KONDISI AIR TENANG

Tanggal	Waktu	Ph	<i>Turbidity</i>	Suhu (C)	<i>Water Level</i> (cm)
07/06/2025	09:16:33	8	97	28,6	19,2
07/06/2025	10:16:28	8,4	96	28,3	19,2
07/06/2025	11:16:30	8,4	96	28,2	19,1
07/06/2025	12:16:31	8,5	96	28,1	19
07/06/2025	13:16:32	8,5	98	28,1	19
07/06/2025	14:16:32	8,4	98	28,1	19
07/06/2025	15:16:33	8,3	95	28,2	19
07/06/2025	16:16:34	8,4	95	28,3	19
07/06/2025	17:16:35	8,6	97	28,3	19
07/06/2025	18:16:36	8,6	97	28,3	19
07/06/2025	19:16:36	8,6	97	28,3	19
07/06/2025	20:16:37	8,5	96	28,2	19
07/06/2025	21:16:38	8,5	96	28,2	19
07/06/2025	22:16:40	8,5	96	28,2	19
07/06/2025	23:16:41	8,4	94	28,2	19
08/06/2025	00:16:42	8,4	94	28,1	19
08/06/2025	01:16:43	8,3	95	28,1	19
08/06/2025	02:16:44	8,3	98	28,1	19
08/06/2025	03:16:45	8,2	97	28,1	19
08/06/2025	04:16:45	8,4	95	28	19
08/06/2025	05:16:46	8	94	27,9	19
08/06/2025	06:16:47	8	94	28	19
08/06/2025	07:16:48	8	95	28	19
08/06/2025	08:16:49	8,1	97	28	19
<b>Rata-Rata</b>		<b>8,3</b>	<b>96</b>	<b>28,2</b>	<b>19</b>

TABEL 5  
HASIL PENGUJIAN ALAT *MONITORING* HARI KE -2 DALAM KONDISI AIR TENANG

Tanggal	Waktu	Ph	<i>Turbidity</i>	Suhu (C)	<i>Water Level</i> (cm)
08/06/2025	09:16:11	7,5	109	27,5	20,2
08/06/2025	10:16:55	7,7	114	28	20,3
08/06/2025	11:16:08	7,7	115	28,1	20,3
08/06/2025	12:16:44	7,7	112	28,1	20
08/06/2025	13:16:49	7,7	111	28	20

08/06/2025	14:16:52	7,6	104	27,9	20
08/06/2025	15:16:25	7,6	101	27,7	20
08/06/2025	16:16:06	7,5	101	27,7	20
08/06/2025	17:16:08	7,7	104	27,4	20
08/06/2025	18:16:02	7,5	112	27,4	20
08/06/2025	19:16:21	7,5	108	27,3	20
08/06/2025	20:16:05	7,6	106	27,2	20
08/06/2025	21:16:05	7,7	111	27,2	20
08/06/2025	22:16:56	7,5	117	27,1	20
08/06/2025	23:16:39	7,5	104	27,1	20
09/06/2025	00:16:34	7,7	116	27,1	20
09/06/2025	01:16:22	7,7	111	27,1	20
09/06/2025	02:16:32	7,6	116	27	20
09/06/2025	03:16:45	7,6	102	27,1	20
09/06/2025	04:16:37	7,6	102	27,1	20
09/06/2025	05:16:18	7,5	102	27,1	20
09/06/2025	06:16:14	7,6	103	27,2	20
09/06/2025	07:16:17	7,6	104	27,3	20
09/06/2025	08:16:14	7,5	104	27,3	20
<b>Rata-Rata</b>		<b>7,6</b>	<b>107,9</b>	<b>26,3</b>	<b>20</b>

TABEL 6  
 HASIL PENGUJIAN ALAT *MONITORING* HARI KE-3 DALAM KONDISI AIR TENANG

Tanggal	Waktu	Ph	Turbidity	Suhu (C)	Water Level (cm)
09/06/2025	09:16:13	7,5	110	28,6	20
09/06/2025	10:16:35	7,6	104	28,6	20
09/06/2025	11:16:08	7,6	106	28,7	20
09/06/2025	12:16:33	7,5	116	28,7	20
09/06/2025	13:16:22	7,5	117	28,7	20
09/06/2025	14:16:52	7,7	100	28,6	20
09/06/2025	15:16:25	7,5	106	28,6	20
09/06/2025	16:16:09	7,5	115	28,6	20
09/06/2025	17:16:08	7,5	105	28,5	19,9
09/06/2025	18:16:02	7,5	106	28,4	20
09/06/2025	19:16:21	7,6	114	28,4	20
09/06/2025	20:16:05	7,7	115	28,4	19,9
09/06/2025	21:16:28	7,6	106	28,3	20
09/06/2025	22:16:12	7,6	117	28,2	20
09/06/2025	23:16:16	7,5	100	28,2	20
10/06/2025	00:16:34	7,5	104	28,2	20
10/06/2025	01:16:22	7,7	105	28,2	20



10/06/2025	02:16:32	7,7	104	28,1	20,1
10/06/2025	03:16:41	7,7	115	28,1	20,1
10/06/2025	04:16:37	7,6	117	28,1	20
10/06/2025	05:16:18	7,7	105	28	20,1
10/06/2025	06:16:08	7,7	100	28,1	20
10/06/2025	07:16:17	7,6	109	28,2	20
10/06/2025	08:16:15	7,7	102	28,2	20
<b>Rata-Rata</b>		<b>7,6</b>	<b>108,3</b>	<b>28,4</b>	<b>20</b>