

## MONITORING KOLAM IPAL DENGAN SISTEM IOT BERBASIS WEMOS DI RSI NYAI AGENG PINATIH

Muhammad Alvin Iqbal Febby Priyatna<sup>1)</sup>, Rini Puji Astutik<sup>2)</sup>

<sup>1,2)</sup> Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Gresik  
Jl. Sumatra No 101, Gresik 61121, Jawa Timur, Indonesia  
E-mail: <sup>1)</sup> alviniqbal\_190603@umg.ac.id, <sup>2)</sup> astutik\_rpa@umg.ac.id

### ABSTRAK

RSI Nyai Ageng Pinatih adalah salah satu rumah sakit yang memiliki Instalasi Pengolahan Air Limbah IPAL. Dalam proses pengolahan air limbah tidak bisa dilakukan sembarangan, namun harus melalui proses sterilisasi agar air limbah dapat dibuang ke sungai tanpa mencemari. Panel kontrol di Instalasi Pengolahan Air Limbah di Rumah Sakit tersebut masih menggunakan sistem manual. Maka dari itu diperlukan adanya sistem mikrokontroler menggunakan WEMOS agar sistem kontrol pengolahan air limbah lebih efektif dan efisien. Selain dikontrol diperlukan adanya monitoring dengan menggunakan aplikasi berbasis android agar operator dapat memonitoring suhu, kekeruhan dan kadar pH air dari Instalasi Pengolahan Air Limbah. Alat ini memiliki prinsip kerja dimana sensor mengirimkan sinyal kepada output untuk menjalankan siklus Instalasi Pengolahan Air Limbah dengan Program dari mikrokontroler WEMOS. Setelah pengujian yang telah dilakukan dapat diketahui bahwa sistem pada WEMOS mampu mengirimkan nilai hasil data dari semua sensor pH, turbidity, dan DBS18B20 di setiap kolam sehingga monitoring IPAL dapat dilakukan secara berkelanjutan dengan nilai persentase keberhasilan koneksi sistem ke internet adalah 100% dan pengiriman data dari WEMOS ke database dengan nilai error 1%.

**Kata kunci :** IPAL, monitoring, suhu, PH, *turbidity*

### ABSTRACT

*RSI Nyai Ageng Pinatih is one of the hospitals that has an WWTP Wastewater Treatment Plant. In the process of treating wastewater, it cannot be done haphazardly, but must go through a sterilization process so that the waste water can be discharged into the river without polluting it. The control panel at the Wastewater Treatment Plant at the Hospital still uses a manual system. Therefore it is necessary to have a microcontroller system using WEMOS so that the wastewater treatment control system is more effective and efficient. Apart from being controlled, monitoring is needed using an Android-based application so that operators can monitor the temperature, turbidity and pH levels of the water from the Wastewater Treatment Plant. This tool has a working principle where the sensor sends a signal to the output to run the Wastewater Treatment Plant cycle with the WEMOS microcontroller program. After the tests have been carried out, it can be seen that the system in WEMOS is able to send data results from all pH, turbidity, and and DBS18B20 in each pond so that WWTP monitoring can be carried out continuously with a successful percentage of system connection to the internet is 100% and sending data from WEMOS to the database with an error value of 1%.*

**Keywords:** IPAL, monitoring, temperature, PH, *turbidity*

### 1. PENDAHULUAN

Rumah sakit merupakan suatu tempat sebagai sarana kesehatan, pelayanan medis dan non medis. Rumah sakit selain berdampak

positif terhadap masyarakat dan lingkungan tidak dapat dihindari adanya dampak negatif yaitu adanya limbah yang dihasilkan. Limbah merupakan bahan/sisa buangan yang dihasilkan oleh suatu proses produksi, baik pada skala

rumah tangga (domestik) maupun industri yang kehadirannya pada suatu waktu dan tempat tertentu tidak berdampak baik bagi lingkungan karena dapat mencemari lingkungan itu sendiri. Limbah rumah sakit terdiri dari limbah cair, padat dan gas yang berpotensi mengganggu lingkungan sekitar. Gangguan tersebut dapat berupa pencemaran lingkungan, pencemaran makanan dan minuman, serta penularan penyakit yang mengakibatkan infeksi nosokomial (infeksi kepada sesama pasien dan orang sehat baik petugas maupun pengunjung rumah sakit). Salah satu limbah rumah sakit yang dapat membahayakan kesehatan masyarakat adalah mikroorganisme patogen yang biasanya terdapat pada air limbah [1]. Limbah dalam bentuk cair lebih berbahaya bagi lingkungan karena dapat merusak tanah dan mencemari air tanah. Selain itu perlu diperhatikan adanya kontaminasi pada air sungai yang bisa menyebabkan menularnya penyakit dari bakteri yang ada didalamnya kepada kesehatan masyarakat sekitar [2].

IPAL (Instalasi Pengolahan Air Limbah) merujuk pada seperangkat struktur, teknik, dan peralatan yang dibuat untuk memproses serta mengelola limbah sehingga sampah tersebut bisa dibuang ke lingkungan tanpa dampak merugikan. Limbah-limbah tersebut umumnya berasal dari limbah domestik (rumah tangga), sisa operasional pabrik, industri, bahkan pertanian [3]. Instalasi Pengolahan Air Limbah secara komunal yaitu tempat yang digunakan untuk memproses air limbah buangan penduduk yang difungsikan secara komunal (digunakan oleh sejumlah rumah tangga) agar lebih aman pada saat dibuang ke lingkungan [4]. IPAL Komunal dapat berfungsi untuk mengolah serta mengendalikan limbah domestik yang dihasilkan dari aktivitas manusia agar tidak mencemari lingkungan.

Salah satu sistem IPAL yang telah banyak digunakan pada beberapa fasilitas pelayanan Kesehatan adalah IPAL dengan sistem biofilter anaerob aerob [5]. Kondisi kolam IPAL dapat dengan mudah berubah setiap waktu tergantung kondisi dan jumlah pasien rawat inap di rumah sakit dan penggunaan

detergen didalam mesin cuci yang digunakan oleh laundry rumah sakit.

Beberapa penelitian sudah dilakukan yang berkaitan dengan pemanfaatan WEMOS antara lain dengan judul “Rancang Bangun Sistem Monitoring dan Penyiram Tanaman Otomatis Menggunakan Wemos D1 Berbasis Web” dimana manfaatnya adalah dapat digunakan sebagai sarana memonitoring kadar Kelembaban Tanah karena dalam perawatan tanaman membutuhkan kadar kelembaban tanah yang stabil sehingga mudah untuk mengetahui proses penyiraman tanaman melalui tampilan website [6].

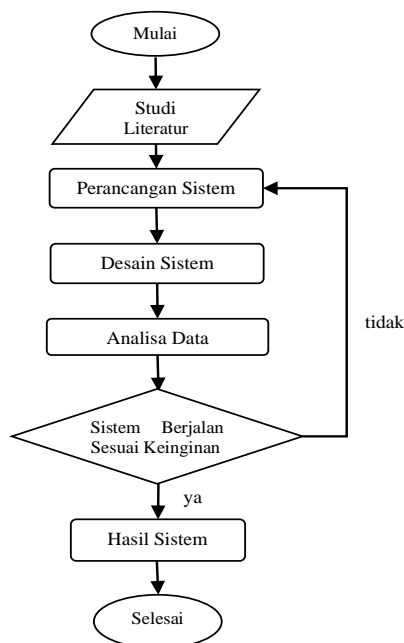
Penelitian dengan judul “Perancangan Sistem Monitoring Pengolahan Limbah Cair Pada IPAL”, dari data hasil monitoring ini operator dapat menentukan tindakan apa yang akan dilakukan untuk pengendalian proses di IPAL. Pada makalah ini dibuat rancangan sistem monitoring pengolahan limbah cair. Rancangan bersifat universal sehingga dapat diterapkan untuk segala jenis IPAL [7].

Penelitian dengan judul “Sistem Kontrol Dan Monitoring Instalasi Pengolahan Air Limbah Pada Rsmm Jatim Berbasis Arduino Uno Dan Visual Basic”, Alat ini memiliki prinsip kerja dimana sensor mengirimkan sinyal kepada output untuk menjalankan siklus Instalasi Pengolahan Air Limbah dengan Program dari mikrokontroler Arduino UNO. Hasil dari pengujian sistem kontrol memiliki hasil presentase error 0% dan untuk hasil dari pengujian keakuratan sistem monitoring pada nilai pH dan tegangan sensor didapat presentase error  $\pm 0.5\%$  Sampai 3% [8].

Dari hasil penelitian nilai satuan dari sensor seperti sensor suhu, kelembaban air, kelembaban udara, kekeruhan air, intensitas cahaya dan lainnya dapat digunakan sebagai dasar monitoring sensor tersebut. Dengan menggunakan WEMOS dalam proses monitoring ini dimaksudkan agar lebih memudahkan petugas untuk mengetahui nilai satuan sensor yang terdapat pada kolam IPAL melalui tampilan *website*.

## 2. METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini peneliti menggunakan tahapan seperti yang digambarkan pada *flowchart*, dengan melakukan metodologi seperti ini peneliti mengharapkan dapat memperoleh hasil maksimal sesuai yang diinginkan. *Flowchart* adalah suatu bagan dengan simbol-simbol tertentu yang menggambarkan urutan proses secara mendetail dan hubungan antara suatu proses (intruksi) dengan proses lainnya dalam suatu program [9]. *Flowchart* penelitian digambarkan pada gambar 1.



**Gambar 1** Garis Besar *Flowchart* Penelitian

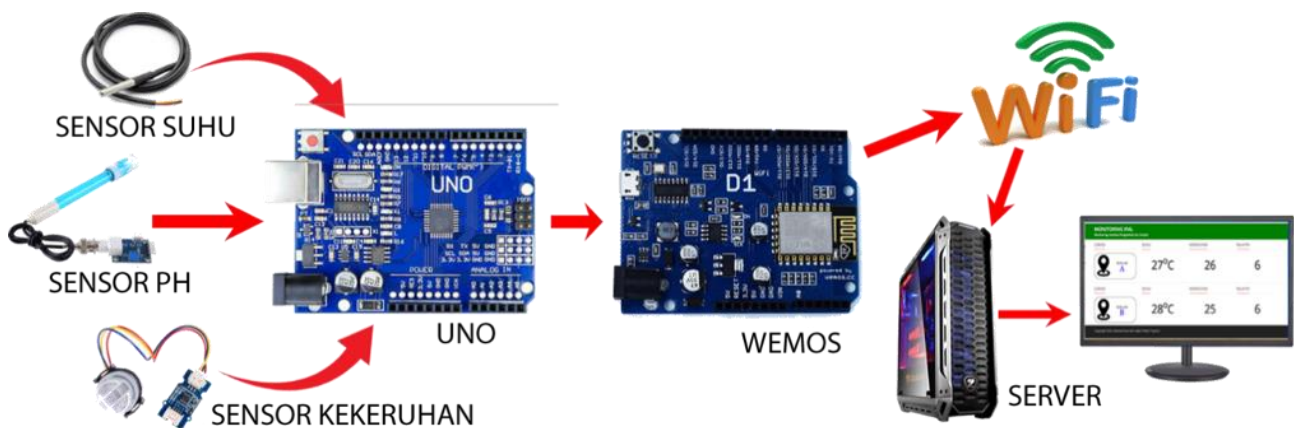
### 2.1.Studi Literatur

Metode studi literatur adalah serangkaian kegiatan yang berkenaan dengan metode pengumpulan data pustaka, membaca dan mencatat, serta mengelolah bahan penelitian. Pada tahap pertama yang dilakukan oleh peneliti adalah mengumpulkan referensi dan dasar teori yang diperoleh dari jurnal, *website*, maupun buku-buku yang memiliki hubungan dengan judul yang digunakan oleh peneliti dalam penelitian ini. Berikut literatur-literatur yang dipelajari antara lain:

1. Wemos yang merupakan module development board yang berbasis wifi
2. IoT (Internet of Things)
3. Sensor Suhu DS1820, Kekeruhan SEN0189 dan pH electrode dengan modul 4502C
4. Website

### 2.2.Perancangan Sistem

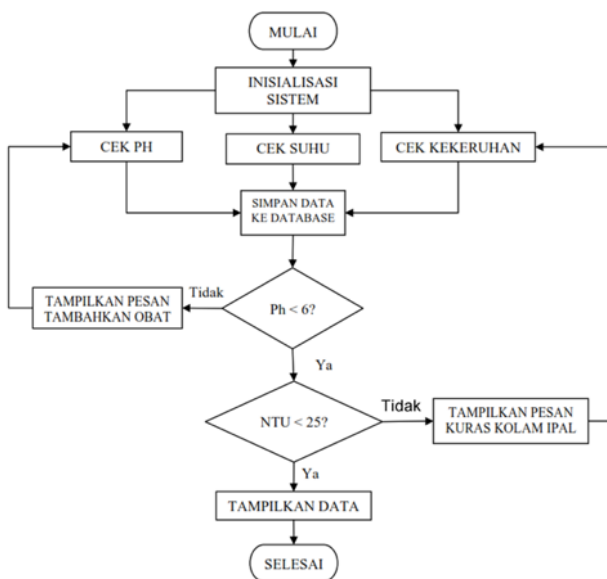
Pada tahap kedua peneliti melakukan pembuatan sistem monitoring kolam IPAL dengan Wemos berbasis *web*. Alat ini menggunakan sensor suhu, kekeruhan dan pH untuk mengumpulkan *database*. Gambar 2 menunjukkan perancangan sistem dan keterkaitan antar sensor yang digunakan, dimana WEMOS akan membaca nilai satuan dari sensor kemudian melalui jaringan WIFI data tersebut dikirim ke *database* yang ada pada *server* dan selanjutnya nilai satuan sensor ditampilkan ke dalam halaman *web*.



**Gambar 2** Perancangan Sistem

### 2.3. Perancangan Software

Perangkat lunak yang digunakan adalah aplikasi Arduino IDE 1.8.13, yang berfungsi sebagai aplikasi *programming* dari WEMOS yang berfungsi untuk komunikasi antara Sensor dengan *Web server* untuk selanjutnya disimpan ke *database*. Sedangkan *database* berfungsi untuk mengolah data dari WEMOS yang nantinya akan diprogram melalui program MySQL dan dikirim ke *web server* untuk menampilkan hasil data dari sensor suhu, sensor Ph dan sensor kekeruhan. Tahapan dalam perancangan *software* tampak pada gambar 3.



Gambar 3 Perancangan Software

### 2.4. Program IDE Arduino

Sebelum melakukan pemrograman terhadap ESP8266 maka terlebih dahulu harus terpasang *software* arduino IDE dan paket *board* ESP8266 harus ditambahkan *board library*. Setiap program yang di buat di dalam aplikasi Arduino IDE disebut dengan *sketch*.

Mikrokontroler Arduino adalah sebuah *platform* komputasi fisik *open source* berbasiskan rangkaian input / output sederhana (I/O) dan lingkungan pengembangan yang mengimplementasikan bahasa *processing*. Arduino dapat digunakan untuk mengembangkan obyek interaktif mandiri atau dapat dihubungkan ke perangkat lunak pada komputer seperti:

- VVVV adalah *toolkit* pemrograman langsung visual/tekstual *hybrid* yang dirancang untuk memfasilitasi penanganan lingkungan media besar dengan antarmuka fisik, grafik gerak real-time, audio dan video yang dapat berinteraksi dengan banyak pengguna secara bersamaan.
- *Flash*, untuk menyimpan *sketch/program* Arduino
- Max / MSP adalah bahasa pemrograman visual yang digunakan untuk musik dan multimedia

Rangkaiannya dapat dirakit dengan tangan atau dibeli. IDE (Integrated Development Environment) Arduino bersifat open source [10].

Gambar 3 menunjukkan diagram alir pemrograman dari sistem yang dibuat, saat sistem dalam kondisi otomatis nilai pembacaan turbidity, pH dan suhu, sistem akan bekerja jika pembacaan nilai sensor sudah diproses oleh WEMOS. Nilai sensor yang diperoleh oleh WEMOS selanjutnya dikirimkan ke *web server* untuk disimpan ke dalam database. Nilai yang telah dikirimkan oleh WEMOS selanjutnya ditampilkan pada halaman *web*.

### 2.5. Instruksi Program Arduino IDE

Pemrograman WEMOS diantaranya memasukkan *header* yang dibutuhkan untuk aplikasi yang digunakan dalam unit mikrokontroler ini dengan menggunakan perintah *include* dan beberapa *header* program seperti pada gambar 4

```
#include <math.h>
#include <OneWire.h>
#include <DallasTemperature.h>
#include <ESP8266WiFi.h>
```

Gambar 4 Intruksi Program Arduino IDE

Selanjutnya untuk menentukan input pada modul WEMOS ditunjukkan dalam penggalan program pada gambar 5 :

```
#define ONE_WIRE_BUS D5
OneWire oneWire(ONE_WIRE_BUS);
DallasTemperature
sensorSuhu(&oneWire);
float nilai_suhu;
int sensorkeruh = A0;
float volt;
float ntu;
```

**Gambar 5** Modul WEMOS

Setelah menentukan input, selanjutnya membuat perintah untuk membaca sensor suhu dan analog input pada gambar 6

```
float baca_suhu(){
    sensorSuhu.requestTemperatures();
    float suhu =
    sensorSuhu.getTempCByIndex(0);
    return suhu;
}
```

**Gambar 6** Pembacaan Sensor dan Analog

Untuk dapat mengirimkan data sensor ke *database*, WEMOS diprogram untuk mengakses alamat IP dari komputer *server*. *Server* adalah seperangkat komputer yang berisi program-program yang mampu menghasilkan informasi dan informasi tersebut didistribusikan kepada komputer *client* yang mengaksesnya [11]. Potongan program koneksi tersebut dapat dilihat pada gambar 7

```
client.print(String("GET")+url+"HTTP/1.1\r\n" + "Host: " +
host + "\r\n" + "Connection: close\r\n\r\n");

unsigned long timeout = millis();

while (client.available() == 0) {
    if (millis() - timeout > 1000) {
        Serial.println(">>>Timeout !");
        client.stop();
        return;
    }
}
```

**Gambar 7** Potongan Program Koneksi

## 2.6. Program Web

*Website* yang dibuat adalah web lokal dimana program diletakkan pada komputer server yang berada di rumah sakit. Dengan

menggunakan wifi, WEMOS akan mengirimkan data sensor ke alamat IP komputer *server* yang telah ditentukan di dalam program WEMOS. *IP Address (Internet Protocol Address)* adalah sebuah identitas angka yang digunakan semua perangkat komputer agar saling berhubungan dalam jaringan internet [12].

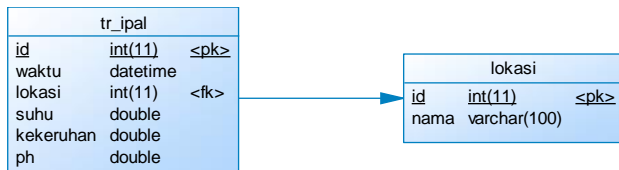
*Server* yang kami gunakan menggunakan XAMPP dimana dalam XAMPP sudah lengkap dengan Apache dan *Database* MySQL. Berikut adalah spesifikasi dari pemrograman *web* yang digunakan:

- XAMPP for Windows 7.4.30 adalah *software* atau aplikasi komputer yang digunakan dalam dunia *web developer* yang bisa dipelajari untuk membuat *website*.
- PHP Version 7.4.30 adalah sebuah bahasa Script server – side yang biasa digunakan dengan bahasa HTML atau dokumennya secara bersamaan untuk membuat sebuah aplikasi di *web* yang sangat banyak kegunaannya.
- Client API library version mysqlnd 7.4.30 adalah perangkat lunak sistem manajemen yang berbasis data SQL atau DBMS.
- Framework CodeIgniter adalah suatu framework open – source yang berbasis MVC untuk mengembangkan sebuah *website* atau aplikasi.
- Visual Studio Code adalah editor *source code* yang dikembangkan oleh Microsoft untuk Windows, Linux dan MacOS. Visual Studio Code sebagai editor.

## 2.7. Database

*Database* atau basis data adalah kumpulan data yang dikelola sedemikian rupa berdasarkan ketentuan tertentu yang saling berhubungan sehingga mudah dalam pengelolaannya [13]. Melalui pengelolaan tersebut pengguna dapat memperoleh kemudahan dalam mencari informasi, menyimpan informasi dan membuang informasi. Gambar 8 berikut adalah *Physical*

Data model atau Perancangan Database yang digunakan.

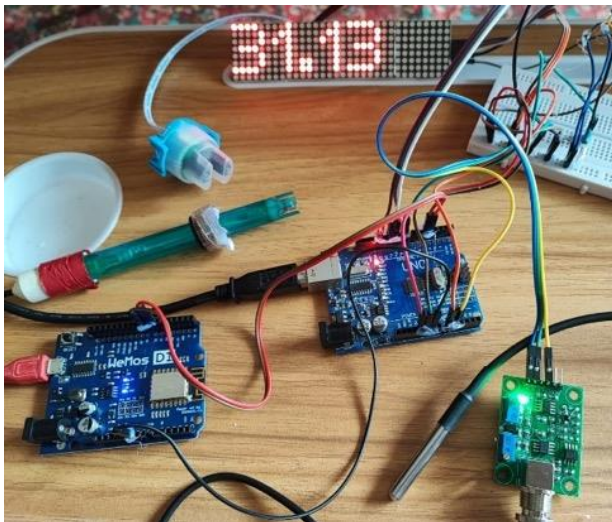


Gambar 8 Perancangan Database

### 3. HASIL DAN DISKUSI

Serangkaian pengujian dilakukan sebagai kegiatan yang membentuk hubungan antara nilai yang ditunjukkan oleh instrumen alat ukur, atau nilai yang diwakili oleh bahan ukur, dengan nilai-nilai yang sudah diketahui dan berkaitan dengan besaran yang diukur pada kondisi tertentu. Pengujian sistem ini antara lain pengujian pengujian sensor, pengujian sistem, pengujian komunikasi antarmuka dan pengujian sample air IPAL menggunakan sistem monitoring yang dibuat.

WEMOS dengan rangkaian sensor Suhu DS1820, Kekeruhan SEN0189 dan pH electrode dengan modul 4502C tampak pada gambar 9 berikut:



Gambar 9 Rangkaian Sensor



Gambar 10 Layout Sensor pada Kotak

Dari desain pada gambar 10 tersebut diperoleh sebuah *prototype* monitoring suhu, kekeruhan dan ph kolam ipal. Gambar 11 dan gambar 12 berikut ini menampilkan *prototype* yang telah terpasang pada kolam IPAL:



Gambar 11 Sensor pada kolam IPAL A



Gambar 12 Sensor pada kolam IPAL B

Data yang diperoleh dari sensor tersebut selanjutnya dikirimkan ke *web server* untuk disimpan kedalam *database*. Data yang telah tersimpan didalam *database* selanjutnya dapat ditampilkan ke halaman *web* sehingga monitoring dapat dilakukan karena data yang tercatat adalah langsung dari sensor.

Sebagai penerima data sensor suhu, kekeruhan dan PH yang dikirimkan oleh WEMOS, dari sisi *server* dibuat program *web* yang dapat menerima data masukan tersebut. Potongan program *web* yang dibuat dari sisi server untuk memasukkan data kedalam *database* tampak pada gambar 13

```
function index_get() {
    date_default_timezone_set("Asia/Bangkok");
    $tanggal = date('Y-m-d H:i:s');
    $data = array(
        'id'           => '',
        'waktu'       => $tanggal,
        'suhu'        => $this->get('data1'),
        'kekeruhan'  => $this->get('data2'),
        'ph'         => $this->get('data3'),
        'kolam'      => $this->get('data4'));
    $insert = $this->db->insert('datakolam', $data);
    if ($insert) {
        $this->response($data, 200);
    } else {
        $this->response(array('status' => 'fail', 502));
    }
}
```

**Gambar 13** Potongan Program WEB

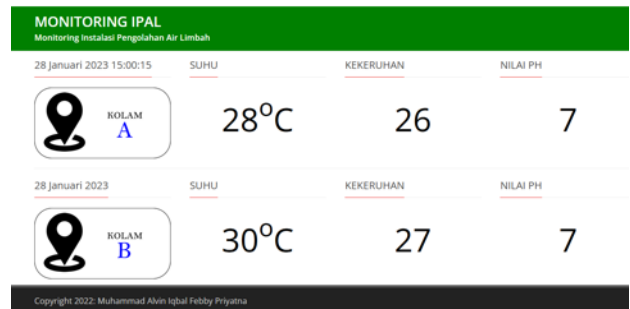
Selanjutnya, *server* akan menampilkan nilai data sensor yang telah tersimpan ke dalam *database* ke halaman *web* sebagai dasar monitoring. Program *web* yang digunakan untuk menampilkan data sensor terlihat pada fungsi gambar 14:

```
function kolam($lok)
{
    date_default_timezone_set("Asia/Bangkok");
    $this->db->select('*');
    $this->db->from('tr_ipal');
    $this->db->where('lokasi', $lok);
    $this->db->where('date(waktu)', date('Y-m-d'));
    return $this->db->order_by('waktu', 'ASC')
        ->get()
        ->result();
}
```

**Gambar 14** Tampilan Nilai Data Sensor pada Server

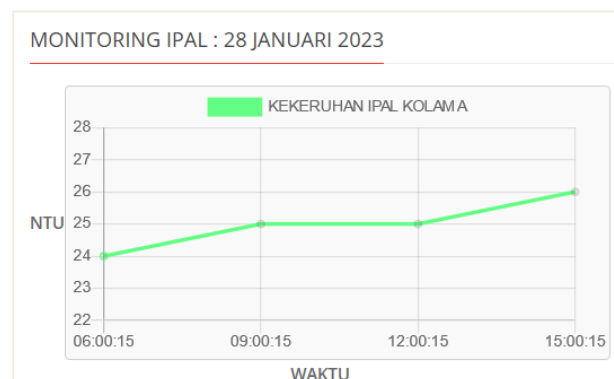
Halaman monitoring IPAL berbasis *web* terdapat beberapa menu yaitu Menu Utama, Menu Grafik, Menu Manajemen Data. Halaman web yang digunakan untuk menampilkan

monitoring sensor dapat dilihat pada gambar 15 berikut ini:

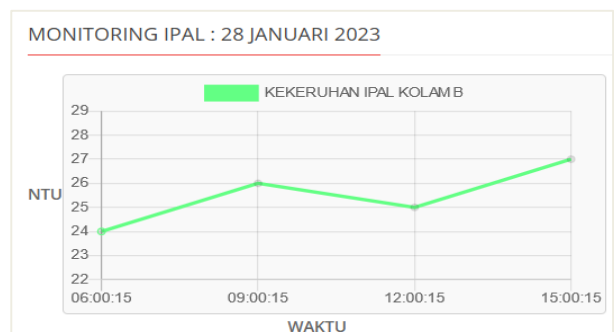


**Gambar 15** Halaman Web Monitoring IPAL

Menu lain yang terdapat pada halaman *web* monitoring adalah perubahan data sensor yang ditampilkan dalam bentuk grafik. Grafik adalah gambaran suatu data secara efektif berupa penyampaian ide yang kompleks secara mudah kepada pembaca. Ciri utama grafik adalah sederhana tetapi jelas [14]. Grafik kekeruhan kolam ditunjukkan pada gambar 16 dan gambar 17.



**Gambar 16** Grafik Kekeruhan Kolam A



**Gambar 17** Grafik Kekeruhan Kolam B

Selain data yang ditampilkan pada halaman monitoring, program *web* tersebut juga dapat menyajikan laporan perubahan nilai sensor sesuai dengan data yang telah dikirimkan sebelumnya menjadi arsip elektronik. Arsip elektronik merupakan informasi yang terkandung dalam file dan media elektronik, yang dibuat, diterima, atau dikelola oleh organisasi maupun perorangan dan menyimpannya sebagai bukti kegiatan[15]. Data histori nilai sensor dapat dilihat pada gambar 18 berikut ini:

WAKTU	SUHU	KEKERUHAN	PH
2023-01-28 06:00:15	27 °C	24	6
2023-01-28 09:00:15	30 °C	25	7
2023-01-28 12:00:15	29 °C	25	5
2023-01-28 15:00:15	28 °C	26	7

**Gambar 18** Pengecekan WEMOS Kolam IPAL

web pada gambar 18 serta pengecekan pH secara manual pada gambar 19, dapat dilihat perbandingan data tersebut dengan kondisi pembacaan sensor menggunakan WEMOS dan pembacaan sensor secara manual mencapai persentase kesamaan sebesar 95% dengan tingkat perbedaan sebesar 5%.

#### 4. KESIMPULAN DAN SARAN

Setelah pengujian yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan, sistem pada WEMOS mampu mengirimkan nilai hasil data dari semua sensor pH, turbidity, DBS18B20 di setiap Kolam. Sehingga monitoring IPAL dapat dilakukan secara berkelanjutan dengan nilai yang selalu menyesuaikan nilai sensor pada WEMOS. Dari pengujian yang dilakukan, pengambilan data dengan interval waktu 3 jam, maka kondisi kolam IPAL lebih mudah terpantau. Sensor yang dibuat berhasil diintegrasikan dengan *website*, dari pengujian yang dilakukan prosentase keberhasilan deteksi sistem, perbandingan kondisi pembacaan sensor menggunakan WEMOS dengan pembacaan sensor secara manual mencapai persentase kesamaan sebesar 95% dengan tingkat perbedaan sebesar 5%, sedangkan persentase keberhasilan koneksi sistem ke internet dan pengiriman data dari WEMOS ke database pada sistem *web* adalah 100%.

TANGGAL	FLOWMETER OUTPUT	DEBIT (m <sup>3</sup> /hari)	pH	KETERANGAN	PARAF PETUGAS
1	1120	7	7	Bersih	4
2	1127	7	7	Bersih	4
3	1134	8	7	Kotor	4
4	1141	8	7	Bersih	4
5	1149	5	7,5	Bersih	4
6	1157	5	7,5	Kotor	4
7	1162	3	7,6	Bersih	4
8	1167	3	7	Bersih	4
9	1170	3	7,8	Bersih	4
10	1173	3	7	Bersih	4

Sumber: Laporan Monitoring IPAL Desember 2022

**Gambar 19** Pengecekan Manual pH IPAL

Dari hasil monitoring kekeruhan, pH dan suhu IPAL dengan menggunakan WEMOS dan

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Giyatmi, “Efektivitas Pengolahan Limbah Cair Rumah Sakit Dokter Sardjito Yogyakarta Terhadap Pencemaran Radioaktif,” Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, 2003.
- [2] N. I. Said, “Pengolahan Air Limbah Domestik di DKI Jakarta: Tinjauan Permasalahan, Strategi dan Teknologi Pengolahan,” Jakarta: Pusat Teknologi Lingkungan, Deputi Bidang Teknologi Pengembangan Sumberdaya Alam, Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi, 2008.



- [3] Tami, “IPAL (Instalasi Pengolahan Air Limbah), Jenis dan Manfaatnya,” 2020. <https://mutuinstitute.com/post/mengenal-lebih-jauh-tentang-ipal-instalasi-pengolahan-air-limbah-jenis-dan-manfaatnya/> (accessed Nov. 12, 2022).
- [4] T. Rhomaidhi, “Pengelolaan Sanitasi Secara Terpadu Sungai Widuri Studi Kasus Kampung Nitiprayan Yogyakarta,” *Tugas Akhir: Universitas Islam Indonesia*, vol. 22, 2008.
- [5] D. Bina, P. Penunjang, M. Dan, and S. Kesehatan, “Kementerian Kesehatan Ri Direktorat Jenderal Bina Upaya Kesehatan,” 2011.
- [6] M. I. Ferdiansyach, R. P. Astutik, and P. Perdana, “Rancang Bangun Sistem Monitoring Dan Penyiram Tanaman Otomatis Menggunakan Wemos D1 Berbasis Web,” *SinarFe7*, vol. 4, no. 1, pp. 29–34, 2021.
- [7] I. M. Erwin, “Perancangan Sistem Monitoring Pengolahan Limbah Cair Pada IPAL,” *INKOM Journal*, vol. 1, no. 2, pp. 68–72, 2010.
- [8] M. F. Bakhri, “Sistem Kontrol Dan Monitoring Instalasi Pengolahan Air Limbah Pada Rsmm Jatim Berbasis Arduino Uno Dan Visual Basic,” *Diploma thesis, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya*, 2020.
- [9] W. Wibawanto and S. S. M. Ds, “Desain dan pemrograman multimedia pembelajaran interaktif,” *Cerdas Ulet Kreatif Publisher*, 2017.
- [10] S. J. Sokop, D. J. Mamahit, and S. R. U. A. Sompie, “Trainer perifer al antarmuka berbasis mikrokontroler arduino uno,” *Jurnal Teknik Elektro Dan Komputer*, vol. 5, no. 3, pp. 13–23, 2016.
- [11] O. Suryana, “Server dan web server,” *no. August*, pp. 14–23, 2018.
- [12] W. Wilianto and A. Kurniawan, “Sejarah, cara kerja dan manfaat internet of things,” *Matrix: Jurnal Manajemen Teknologi Dan Informatika*, vol. 8, no. 2, pp. 36–41, 2018.
- [13] Y. Kustiyahningsih and D. R. Anamisa, “Pemrograman Basis Data Berbasis Web Menggunakan PHP & MySQL,” *Yogyakarta: Graha Ilmu*, vol. 20, 2011.
- [14] Soedarso, *Speed reading: sistem membaca cepat dan efektif*. Penerbit PT Gramedia Pustaka Utama, 1988.
- [15] M. Rifauddin, “Pengelolaan arsip elektronik berbasis teknologi,” *Khazanah al-Hikmah: Jurnal Ilmu Perpustakaan, Informasi, dan Kearsipan*, vol. 4, no. 2, pp. 168–178, 2016.