

SISTEM MONITORING PENYALURAN AIR BAKU BERBASIS *IOT* DENGAN *PLATFORM THINGER.IO* MENGUNAKAN PROTOKOL MQTT

Cahyono Koerniawan Hidayat

Program Studi Teknik Elektro, FTI, Institut Teknologi Budi Utomo,

cahyonokh@itbu.ac.id

Abstrak

Penyaluran air baku atau yang sering di sebut PAB merupakan titik awal masuknya air sungai ataupun sumber air lainnya, yang akan di distribusikan melalui pompa air ke Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) ataupun perusahaan swasta pengolahan air. Penyaluran air baku pada umumnya menyalurkan air dari sungai secara langsung melalui pompa air menuju titik distribusi tujuan, yang tentunya kita tidak tahu kualitas air tersebut dari tingkat kekeruhannya, kadar pH air tersebut berapa dan tercemar atau tidaknya air tersebut. Terlebih lagi di perkotaan sering terjadi luapan air pada saat hujan turun yang secara mendadak. Sehingga dibutuhkan sebuah monitoring yang bisa di akses secara real-time, sehingga ketika terjadi perubahan secara signifikan pada pH air, tingkat kekeruhan air dan ketinggian air sehingga dapat di lakukan maintenance pada permasalahan tersebut. Dengan membuat sebuah prototipe sistem monitoring penyaluran air baku berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan MQTT Broker. Dengan memanfaatkan platform Thinger.io sebagai MQTT Broker, mikrokontroler esp32 berikut pH sensor, ultrasonic sensor dan turbidity sensor sebagai Publisher. Perangkat Laptop atau Smartphone sebagai Subscriber. Hasil sensor nilai pH air, ketinggian air dan kekeruhan air dapat di monitoring pada platform thinger.io dan dapat di akses melalui Link atau berkode yang dapat di akses siapa pun sehingga proses monitoring bisa di lakukan secara real-time dan jarak jauh dengan menggunakan protokol MQTT.

Kata Kunci: pH sensor, ultrasonic sensor, turbidity sensor, thinger.io, protokol MQTT.

1. PENDAHULUAN

Penyaluran air baku atau yang sering di sebut PAB merupakan titik awal masuknya air sungai ataupun sumber air lainnya, yang akan di distribusikan melalui pompa air ke Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) ataupun perusahaan swasta pengolahan air. Air sungai di daerah perkotaan merupakan sumber daya air alami yang harus diamankan dan dijaga dari penyebab pencemaran, seperti discharge dari limbah industri, limbah domestik, limbah pertanian dan lainnya. Penyaluran air baku pada umumnya menyalurkan air dari sungai secara langsung melalui pompa air menuju titik distribusi tujuan, akan tetapi sungai di perkotaan sering kali di temukan berbagai macam limbah yang tentunya mempengaruhi kualitas air tersebut. Terlebih lagi di perkotaan sering terjadi luapan air pada saat hujan turun yang secara mendadak. Sehingga dibutuhkan sebuah monitoring yang bisa di akses secara real-time, yang menunjukkan parameter pH air, kekeruhan air dan keadaan air yang meluap atau

normal yang dapat di akses di mana pun dan oleh siapa pun (Junaidi, 2015).

Menggunakan sistem Internet of Things (IoT) dengan sistem Protokol MQTT merupakan sebuah solusi yang tepat karena kita dapat memonitoring secara real-time dan jarak jauh melalui MQTT (Message Queueing Telemetry Transport) Broker atau yang sering di sebut Platform IoT . sistem Internet of Things (IoT) merupakan konsep di mana suatu device atau perangkat yang diintegrasikan input-input sensor dan program software dengan tujuan untuk mengirim data dan bertukar data yang mengkoneksikan benda fisik dan virtual selama terhubung ke internet. (Wilianto, 2018).

Dengan monitoring kondisi air yang masuk dengan sebuah parameter menjadi satu hal yang sangat penting sebelum air di distribusikan ke titik – titik tujuan, sehingga apabila terjadi perubahan pada tingkat pH air yang tidak di ambang batas normal yaitu kurang dari pH 6 atau lebih dari pH 8 ataupun kondisi air yang keruh tidak seperti biasanya dan tingkat volume air yang meluap dapat di lakukan

tindakan maintenance sehingga PAB dapat berfungsi sebagaimana mestinya. Hal tersebut mendorong penulis untuk membuat sebuah prototipe monitoring penyaluran air baku berbasis Internet of things (IoT) menggunakan MQTT Broker. Dengan memanfaatkan platform Thinger.io sebagai MQTT Broker, microcontroller esp32 berikut pH sensor, ultrasonik sensor dan turbidity sensor yang akan menjadi Publisher dan perangkat laptop atau handphone android sebagai Subscriber. Penulis menggunakan ESP32 yang merupakan mikrokontroler yang memiliki chip prosesor dual core yang berjalan di instruksi Xtensa LX16 sehingga sangat mendukung untuk membuat aplikasi Internet of Things dan kompatibel dengan program Arduino IDE. Bahasa pemrograman yang dipakai dalam Arduino IDE yaitu menggunakan bahasa pemrograman C yang disederhanakan dengan bantuan pustaka - pustaka (libraries) yang ada di dalam program (Zhu & M Leung, 2015)

Pada penelitian ini penulis ingin memperkenalkan sistem monitoring penyaluran air baku dengan menggunakan pH sensor yang berfungsi mendeteksi pH air, ultrasonik sensor berfungsi sebagai pendeteksi ketinggian air dan turbidity sensor sebagai pendeteksi kekeruhan air pada area device di pasang. Kemudian hasil pembacaan sensor tersebut di transmisikan melalui esp32 dengan sistem MQTT Protokol yang digunakan untuk komunikasi perangkat dengan metode publish/subscribe melalui jaringan internet yang akan di tampilkan pada halaman dashboard thinger.io sebagai MQTT Broker. Halaman dashboard hasil pembacaan sensor dapat di akses melalui Link oleh lebih dari satu pengguna selama pengguna mempunyai Link tersebut tanpa harus log in pada MQTT Broker tersebut, sehingga proses monitoring dapat berjalan secara terus menerus selama device terhubung ke internet (Dharmawan, 2017).

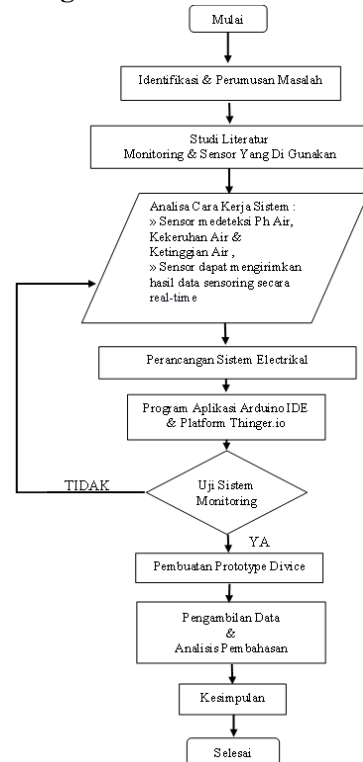
2. METODOLOGI

2.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian adalah rancang bangun dengan membuat suatu kerangka dasar sistem untuk penyelesaian terhadap permasalahan yang diangkat dalam

skripsi ini. Pada penelitian ini penulis membuat rancang bangun sebuah sistem yaitu Rancang Bangun Sistem Monitoring Penyaluran Air Baku Berbasis IoT Dengan Platform Thinger.io Menggunakan Protokol MQTT.

2.2 Diagram Alir



Gambar 1 Diagram Alir Sistem Monitoring
Sumber : Penelitian Mandiri 2025

1) Identifikasi dan Perumusan Masalah

Identifikasi masalah merupakan tahapan pertama yang di lakukan dalam penyelesaian penelitian kemudian setelah itu dirumuskan dalam perumusan masalah dengan tujuan agar memudahkan dalam mengenali dan menganalisis masalah yang ada.

2) Studi Literatur

Tahapan ini dilakukan sebagai landasan teori dalam menghimpun data serta penyelesaian masalah. Pencarian referensi- referensi dalam Studi literatur ini diperoleh dari berbagai sumber seperti, jurnal penelitian, tugas akhir, maupun dari internet.

- 3) Pengumpulan Data Analisa Cara Kerja Sistem
Tahapan ini penulis melakukan analisa setiap sensor yang akan di gunakan melalui sumber sumber referensi jurnal dan media internet.
- 4) Perancangan Sistem Electrical
Tahapan ini dilakukan simulasi penyatuan wiring melalui software fritzing. Setelah wiring di software di anggap benar, maka langsung di implementasikan secara langsung di modul sensor yang di gunakan seperti pH sensor, turbidity sensor / sensor kekeruhan air, ultrasonic dan mikrokontroler esp32.
- 5) Program Aplikasi Arduino IDE & Platform Thinger.io
Tahapan ini dilakukan untuk pembuatan program perintah untuk mikrokontroler esp32 pada software Arduino IDE. Setelah pembuatan program dilakukan pengujian program untuk memeriksa ada tidaknya kesalahan dalam pemrograman dengan melakukan compile pada menu yang ada di software Arduino.
- 6) Konfigurasi Platform Thinger.io
Tahap konfigurasi ini dengan melakukan pembuatan Device ID pada platform tinger.io dan melakukan pengaturan jenis protokol komunikasi MQTT pada platform.
- 7) Uji Sistem Monitoring
Tahapan ini dilakukan setelah perancangan sistem electrical berhasil dan pemrograman berhasil yaitu dengan melakukan pengujian monitoring pada tiap sensor apakah sudah berfungsi dengan baik dalam pembacaan nilai sensor. Pengujian di lakukan pada menu serial monitor di software Arduino menggunakan pembacaan serial

baud untuk mendapatkan nilai pembacaan sensor dan pada dashboard menu platform thinger.io. Apabila uji sistem gagal atau mengalami masalah maka harus mengulangi pada langkah sebelumnya

- 8) Pengambilan, Pengolahan Data dan Kesimpulan
Pengambilan dan pengolahan data dilakukan setelah melihat hasil monitoring yang ditampilkan pada dashboard thinger.io. Kemudian dari hasil data yang diperoleh, maka dapat diambil kesimpulan dalam penelitian tersebut.

2.3 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan yaitu Research and Development (R&D) merupakan metode penelitian yang dilakukan secara sengaja dan sistematis untuk menyempurnakan produk yang telah ada maupun mengembangkan suatu produk baru melalui pengujian sehingga produk tersebut dapat dipertanggungjawabkan. Dengan membuat Suatu kerangka dasar penyelesaian terhadap permasalahan yang diangkat dalam skripsi ini. Pada penelitian ini penulis membuat rancang bangun Sistem Monitoring Penyaluran Air Baku Berbasis IoT Dengan Platform thinger.io menggunakan protokol MQTT yang merupakan sebuah pengembangan dari beberapa alat ukur konvensional dengan menggunakan sensor – sensor terkait menjadi sebuah device yang diintegrasikan dengan sistem IoT. Dengan mengumpulkan literatur, jurnal, Paper dan penelitian yang terkait sebagai data referensi, proses selanjutnya yaitu rancang bangun. Rancang bangun dilakukan dengan langkah – langkah proses perencanaan, perancangan, implementasi, pengujian alat, pengambilan data, dan analisis. Metode ini sering digunakan sebagai pengembangan sistem dibidang teknik.

1. Data Primer

Data primer yaitu data yang diperoleh langsung dari lapangan atau data hasil dari penelitian seperti :

- Data monitoring pH air, kekeruhan air dan ketinggian air yang di tampilkan thinger.io pada area device yang di pasang.
- Data-data bahasa pemrograman mikrokontroler ESP32
- Data spesifikasi sistem sensor yang digunakan.
- Data pengukuran pH air, kekeruhan air dan ketinggian air.

2. Data Sekunder

Data sekunder adalah suatu data yang diperoleh dengan cara mengumpulkan data dari berbagai sumber yang sudah ada baik jurnal atau laporan ilmiah yang berhubungan dengan masalah yang penulis angkat sebagai tugas akhir ini untuk memperoleh dasar teori pada laporan penulisan ini seperti data kalibrasi sensor pH, kalibrasi turbidity sensor, kalibrasi sensor ultrasonik, kondisi lapangan tempat penelitian dan sebagainya.

Tabel 1 Tabel Peralatan Hardware

Peralatan Hardware		
Material	Justifikasi Pemakaian	Kuantitas
ESP32	Komponen utama yang dibutuhkan sebagai microcontroller dalam menyelesaikan alat penelitian	1 pcs
Ph Sensor	Komponen pendukung utama yang dibutuhkan dalam menyelesaikan alat penelitian	1 pcs
Sensor Ultrasonik HC SR04	Komponen pendukung utama yang dibutuhkan dalam menyelesaikan alat penelitian	1 pcs
Turbidity Sensor	Komponen pendukung utama yang dibutuhkan dalam menyelesaikan alat penelitian	1 pcs
Lampu LED	Komponen pendukung yang dibutuhkan dalam menyelesaikan alat penelitian	4 pcs
Buzzer	Komponen pendukung yang dibutuhkan dalam menyelesaikan alat penelitian	1 pcs
Resistor	Komponen pendukung yang dibutuhkan dalam menyelesaikan alat penelitian	4 pcs
Breadboard	Komponen pendukung yang dibutuhkan dalam menyelesaikan alat penelitian	1 pcs

Material	Justifikasi Pemakaian	Kuantitas
Baterai 18650	Komponen pendukung yang dibutuhkan dalam menyelesaikan alat penelitian	4 pcs
Box Project	Komponen pendukung yang dibutuhkan dalam menyelesaikan alat penelitian	1 pcs
Kabel Jumper Female to Female	Komponen pendukung yang dibutuhkan dalam menyelesaikan alat penelitian	15 pcs
Kabel Jumper Male to Female	Komponen pendukung yang dibutuhkan dalam menyelesaikan alat penelitian	15 pcs
Kabel Jumper Male to male	Komponen pendukung yang dibutuhkan dalam menyelesaikan alat penelitian	15 pcs
Smartphone	Komponen pendukung yang dibutuhkan dalam menyelesaikan alat penelitian	1 pcs
Laptop	Komponen pendukung yang dibutuhkan dalam menyelesaikan alat penelitian	1 pcs
Adaptor Baterai 5V	Komponen pendukung yang dibutuhkan dalam menyelesaikan alat penelitian	1 pcs

Sumber : Penelitian Mandiri 2025

Tabel 2 Tabel Peralatan Software

Material	Justifikasi Pemakaian	Kuantitas
Arduino IDE	Software utama yang dibutuhkan dalam menyelesaikan alat penelitian	1 pcs
Platform Thingier.io	Software utama yang dibutuhkan dalam menyelesaikan alat penelitian	1 pcs
Fritzing	Software pendukung yang dibutuhkan dalam menyelesaikan alat penelitian	1 pcs

Sumber : Penelitian Mandiri 2025

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Data Perancangan Alat

Berdasarkan studi analisa literatur dan perancangan alat untuk sistem monitoring. Dalam pembuatan alat dan sistem rancang bangun sistem monitoring pada penyaluran air baku ini tentunya memiliki beberapa tahapan. Sebelum ke proses pembuatan alat, penulis merencanakan dan mendesain alat yang dibuat pada rancang bangun ini. Perancangan alat dan sistem pada rancang bangun ini dibagi menjadi dua tahapan, yaitu perancangan sistem elektrik dan perancangan sistem program sistem monitoring pada aplikasi arduino dan platform thinger.io. Penjelasan tahapan tersebut adalah sebagai berikut:

1. Perancangan Sistem Elektrikal

Sebelum membuat sistem program monitoring pada platform IoT, dibutuhkan komponen-komponen untuk menghubungkan suatu objek yang akan dimonitoring dengan software sebagai media monitoring berbasis IoT. Dalam sistem elektrikal ini perancangan komponen terbagi menjadi rangkaian pH sensor, rangkaian ultrasonik sensor, rangkaian turbidity sensor dan rangkaian indikator lampu dan buzzer, serta rangkaian keseluruhan.

1) Rangkaian pengawatan pH Sensor

Perancangan pertama di mulai dari rangkaian pH sensor ke ESP32. Dengan menghubungkan pin data dari modul sensor ke pin GPIO 34 pada ESP32 yang di jadikan sebagai pin input pembacaan sensor. Pada pH sensor terdapat komponen utama berada di bagian sensor probe dengan material terbuat dari elektroda kaca, dimana pada elektroda kaca tersebut terdapat larutan HCL yang terdapat pada bagian ujung sensor probe, sensor probe tersebut akan mengukur besaran nilai ion H_3O^+ pada suatu larutan sehingga dapat mengetahui kadar pH pada suatu larutan/cairan. Elektroda pada sensor pH air terbentuk dari bahan lapisan kaca yang sensitif dengan impedansi yang kecil oleh sebab itu dapat mendapatkan hasil pembacaan dan penilaian yang stabil dan cepat pada suhu cairan/larutan tinggi maupun rendah. Hasil dari pembacaan nilai sensor pH air diolah oleh esp32 dengan menggunakan sistem antarmuka yang sudah ada pada modul sensor pH kemudian di tampilkan pada aplikasi arduino IDE melalui pembacaan serial sebelum dikonfigurasi dengan thinger.io.

Tabel Konfigurasi Pin pH Sensor ke ESP32

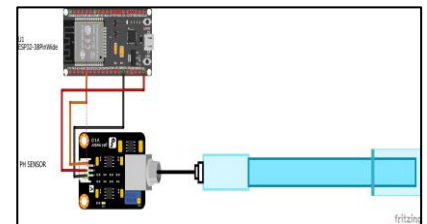
Tabel 3 Tabel Konfigurasi Pin pH Sensor ke ESP32

pH Sensor	ESP32
VCC	Pin 5V
GND	Pin GND
Data	GPI O Pin 34

Sumber : Penelitian Mandiri 2025

2) Rangkaian Pengawatan Ultrasonik Sensor

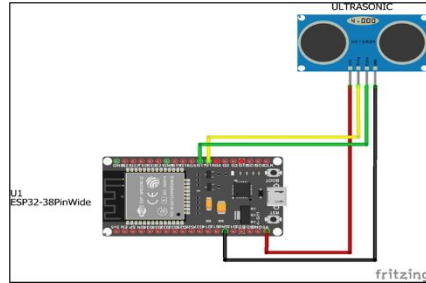
Perancangan berikutnya yaitu rangkaian ultrasonik sensor yang berfungsi membaca ketinggian air Sumber : Penelitian Mandiri 2025



Gambar 2. Rangkaian pH Sensor
Sumber : Penelitian Mandiri 2025

dengan menghubungkan pin trigger dari sensor ke pin GPIO 16 dan pin echo (recrifer) dari sensor ke pin GPIO 17 pada ESP32. Alat ini memancarkan gelombang ultrasonik ke debit air yang terdeteksi mengirimkan sebuah gelombang ultrasonik lalu diukur dengan waktu yang dibutuhkan hingga datangnya pantulan dari objek lamanya waktu ini sebanding dengan dua kali jarak sensor dengan objek. Hal ini tergantung jarak objek dikarenakan gelombang ultrasonik melakukan transmitter dan receiver sehingga waktu yang dibutuhkan menjadi dua kali. Proses inilah yang akan di konversi oleh mikrokontroler

sehingga menjadi sebuah bilangan angka yang di tampilkan pada pembacaan serial pada aplikasi arduino sebelum dikonfigurasi ke thinger.io atau platform IoT.



Gambar 3. Rangkaian Ultrasonik Sensor

Sumber : Penelitian Mandiri 2025

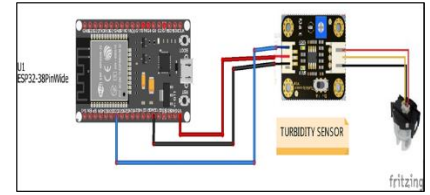
Tabel 4 Tabel Konfigurasi Pin pH Sensor ke ESP32

pH Sensor	ESP32
VCC	Pin 5V
GND	Pin GND
Trigger	GPIO Pin 16
Echo	GPIO Pin 17

Sumber : Penelitian Mandiri 2025

3) Rangkaian Pengawatan Turbidity Sensor SEN0189

Pada pengawatan turbidity sensor pin GPIO 35 di fungsikan sebagai input sensor yang akan diolah ESP32 sehingga menjadi suatu nilai yang akan ditampilkan dalam pembacaan serial maupun di thinger.io. Turbidity Sensor berfungsi mendeteksi tingkat kekeruhan pada air melalui probe yang dicelupkan pada air sehingga dapat mendeteksi partikel tersuspensi dalam air dengan cara mengukur transmitansi dan hamburan cahaya yang berbanding lurus dengan kadar Total Suspended Solids (TSS).



Gambar 4 Rangkaian Turbidity Sensor

Sumber : Penelitian Mandiri 2025

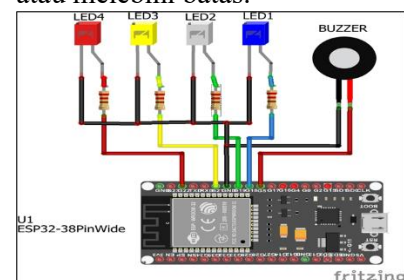
Tabel 5 Tabel Konfigurasi Pin Turbidity ke ESP32

Turbidity Sensor	ESP32
VCC	Pin VCC
GND	Pin GND
Data	GPIO Pin 35

Sumber : Penelitian Mandiri 2025

4) Rangkaian Pengawatan Indikator Lampu & Buzzer

Pada rangkaian indikator digunakan empat LED yang di hubungkan ke pin GPIO dan satu buzzer GPIO yang di paparkan di tabel 4.4 komponen tersebut berfungsi sebagai indikator sistem monitoring. Setiap komponen indikator mempunyai outputnya masing - masing seperti LED1 sebagai indikator terhubungnya perangkat atau device terhubung ke internet, LED2 berfungsi sebagai indikator kondisi air yang dideteksi ultrasonik sensor dalam keadaan normal, LED3 indikator kondisi air mulai naik, LED4 dan buzzer sebagai indikator kondisi air meluap atau melebihi batas.



Gambar 5 Rangkaian Lampu Indikator & Buzzer

Sumber : Penelitian Mandiri 2025

Tabel 6 Tabel Konfigurasi Pin Lampu Indikator & Buzzer ke ESP32

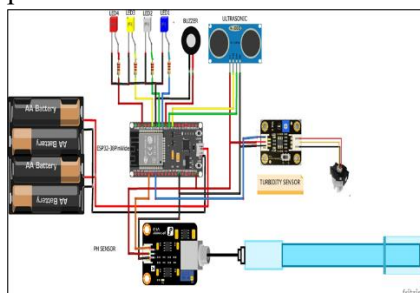
Indikator	Resistor	ESP32
LED1	R1	GPIO Pin 18

LED2	R2	GPIO Pin 19
LED3	R3	GPIO Pin 21
LED4	R4	GPIO Pin 22
Buzzer	-	GPIO Pin 5
L1,L2,L3,L4 & Buzzer		GND

Sumber : Penelitian Mandiri 2025

5) Rangkaian Keseluruhan

Pada skema pengawatan rangkaian keseluruhan menunjukkan baterai sebagai power Supply menggunakan modul adaptor tambahan sehingga dapat menghasilkan output 5V dengan perangkat input berupa sensor pH, ultrasonik dan turbidity sensor begitu pun perangkat output berupa led, buzzer yang telah diintegrasikan dengan mikrokontroler ESP32. Dimana LED1 apabila menyala berfungsi sebagai penanda bahwa perangkat telah terhubung ke internet. Sensor pH berfungsi sebagai pendeteksi tingkat pH pada air, turbidity sensor berfungsi memonitoring kekeruhan air. LED2, LED3, LED4 dan Buzzer berfungsi sebagai output penanda ketinggian air yang dibaca oleh sensor ultrasonik. Semua input hasil pembacaan sensor akan di kirim melalui esp32 dengan bantuan jaringan internet ke thinger.io dan dapat dilihat secara real-time hasil pembacaan sensor tersebut.



Gambar 6 Rangkaian Keseluruhan

Sumber : Penelitian Mandiri 2025

3.2 Perancangan Sistem Program Monitoring

Pada suatu sistem tentunya terdapat algoritma supaya sistem tersebut dapat

berjalan sesuai yang diinginkan. Maka diperlukan pembuatan pemrograman untuk mengolah data nilai sensor sehingga sensor tersebut dapat menyajikan nilai ukuran yang sesuai. Software yang digunakan untuk mengolah data sensor adalah Arduino IDE yang digunakan untuk membuat sketch pemrograman atau dengan kata lain arduino IDE sebagai media untuk pemrograman pada board yang ingin diprogram yang menggunakan bahasa C sebagai Bahasa pemrograman. Setelah program dibuat sesuai instruksi pada sensor yang akan digunakan lalu program diupload pada mikrokontroler ESP32 agar dapat membaca kinerja dari sensor-sensor yang terpasang Pada perancangan sistem monitoring penyaluran air baku ini terdapat beberapa tahapan pemrograman yaitu :

1. Inisialisasi Pin pH Sensor dan Pengolahan Data Nilai Sensor

Gambar 7 Inisialisasi Pin dan Variabel pH Sensor

Sumber : Penelitian Mandiri 2025

Pada tahap ini yaitu inisialisasi pin input analog pada ESP32 yang akan digunakan sebagai pin signal dari pH sensor. Sehingga dapat mengirimkan nilai yang di baca ESP32 berupa nilai ADC yang kemudian diolah menjadi suatu ukuran nilai pH dengan melakukan pengolahan data nilai ADC pada pemrograman. Pada pengolahan data nilai pH sensor didapat nilai tegangan pH dari hasil kalibrasi dengan acuan nilai pH 4 dan pH 7 sebagai variabel patokan tegangan nilai pH yang di dapat dari persamaan 2.1.

$$V = pH_Val.(5.0 / 4095)$$

$$TeganganPh = ADC \ 1573.(5.0 / 4095) = 1,92 \ V$$

```

30 // =====Inisialisasi Pin dan Variabel pH Sensor =====
31 const int ph_Pin = GPIO_NUM_34;
32 float Po = 0;
33 float PH_step;
34 int nilai_analog_PH;
35 double TeganganPh;
36
37 // Tegangan(V) Hasil kalibrasi
38 float PH4 = 1.92;
39 float PH7 = 2.48;
40

```

$$TeganganPh = ADC \ 1970.(5.0 / 4095) = 1,92 \ V$$

Hasil kalibrasi : pH 4 = 1,92 V

$$\text{pH } 7 = 2,40 \text{ V}$$

Setelah proses kalibrasi nilai tegangan Ph untuk mendapatkan nilai pH maka terlebih dahulu harus diketahui nilai tegangan tingkatan nilai pH dengan persamaan 2.2.

$$\begin{aligned} \text{PH_step} &= (\text{tegangan PH4} - \text{tegangan PH7}) / (\text{PH7} - \text{PH4}) \\ &= (1,92 - 2,40) / (7-4) \\ &= -0,48/3 \\ &= -0,16 \text{ V} \end{aligned}$$

```

285 //=====Program Pembaca PH_sensor=====
286 void PH_sensor()
287 {
288     nilai_analog_PH = analogRead(ph_Pin);
289     Serial.println("nilai ADC PH: " + String (nilai_analog_PH));
290
291     TeganganPh = 5.0 / 4095.0 * nilai_analog_PH; // Tegangan V berdasarkan pembacaan ADC
292     Serial.println("TeganganPh: " + String(TeganganPh));
293
294     PH_step = (PH4 - PH7) / 3; // PH_step = pembacaan nilai variabel tegangan per 0,1 ph
295
296     Po = 7.00 + ((PH7 - TeganganPh) / PH_step); // Po = nilai pH
297     Serial.println("Nilai PH Air: " + String(Po));
298     delay(3000);
299 }
300
301 /*
302 PH_step = (tegangan PH4 - tegangan PH7) / (PH7 - PH4)
303          = (1,92 - 2,40) / (7-4)
304          = -0,48/3
305          = -0,16
306 */
307

```

Gambar 8 Pengolahan Data Nilai pH Sensor
Sumber : Penelitian Mandiri 2025

Tegangan tingkatan nilai pH yaitu -0,16 merupakan variabel tegangan pada setiap perubahan nilai pH. Variabel tegangan ini digunakan kembali pada persamaan nilai pH output yang dibaca ESP32 yang merupakan nilai untuk pembacaan pH dengan menggunakan persamaan 2.3.

$$\begin{aligned} \text{Po} &= 7.00 + ((\text{teganganPh7} - \text{teganganPh}) / \text{PH_Step}) \\ &= 7.00 + ((2,40 - 1,92) / (-0,16)) \\ &= 7.00 + (0,48 / (-0,16)) \\ &= 7.00 + (-3) \\ &= 4.00 \end{aligned}$$

Maka nilai yang dibaca adalah pH 4 . dari persamaan di atas nilai pembacaan Po (pH output) dapat berubah jika nilai pembacaan dari variabel teganganPh terdapat perubahan bergantung dari pembacaan tegangan yang di baca ESP32.

2. Inisialisasi Pin Ultrasonik Sensor dan Pengolahan Data Nilai Sensor

```

44 //=====Inisialisasi Pin Ultrasonik Sensor=====
45 #define trigPin GPIO_NUM_16
46 #define echoPin GPIO_NUM_17
47 #define BUZZ GPIO_NUM_5
48 #define LED1 GPIO_NUM_18
49 #define LED2 GPIO_NUM_19
50 #define LED3 GPIO_NUM_21
51 #define LED4 GPIO_NUM_22
52 //variabel untuk kondisi air
53 String keadaan= "";
54
55
56 //===== variabel Ultrasonik=====
57 long duration;
58 long distance;
59 long tinggiAir = constrain (tinggiAir, 0 ,500);

```

Gambar 9 Inisialisasi Pin dan Variabel Ultrasonik Sensor
Sumber : Penelitian Mandiri 2025

Pada inisialisasi pin ultrasonik terdapat beberapa variabel yang digunakan sehingga dapat menampilkan nilai berupa centimeter. Pada variabel tinggiAir penulis memasukkan tinggi maksimal pembacaan sensor ultrasonik 500 cm walaupun batas maksimal jarak pembacaan sensor hanya 450 cm. Dikarenakan pembacaan ini ketinggian air bukan jarak sehingga bisa dilakukan mapping pembacaan dengan variabel constrain dalam program sehingga pembacaan maksimal 500 cm atau 5 meter sesuai dengan kedalaman air yang berada di PAB. Misalkan ultrasonik membaca jarak duration dari pulseIn yang di terima receiver dari hasil trigger sebesar 5000 microsecon maka variabel distance akan di dapat dengan menggunakan persamaan 2.4.

$$s = (v.t) / 2 = (0,034 \times 5000) / 2 = 170 / 2 = 85 \text{ cm}$$

maka jarak yang di baca ultrasonik 85 cm dan untuk mendapatkan angka ketinggian air di masukan persamaan 2.5 pada formula di program.

$$T \text{ Air} = K \text{ Air} - S$$

$$\text{tinggiAir} = 500 - \text{distance}$$

$$\text{tinggiAir} = 500 - 85$$

$$\text{tinggiAir} = 415 \text{ cm}$$

Sehingga di dapat ketinggian air dengan ketinggian 415 cm. Variabel distance yang merupakan variabel jarak pembacaan sensor yang memanfaatkan pulseIn dari echoPin sebagai reciver yang

menerima gelombang dari trigger sehingga di konversi ke satuan nilai waktu sehingga didapat variabel jarak persamaan tersebut dimasukkan ke dalam program yang ditunjukkan pada program pada gambar berikut.

```

181 //-----program Pembacaan Ultrasonik-----
182 void ultrasonic() {
183
184 //clear the trigPin
185 digitalWrite(trigPin, LOW);
186 delayMicroseconds(2);
187
188 //Sett trigger on HIGH selama 10 microseconds
189 digitalWrite(trigPin, HIGH);
190 delayMicroseconds(10);
191 digitalWrite(trigPin, LOW);
192
193 //Baca echoPin, kembali ke waktu perjalanan gelombang suara microseconds
194 duration = pulseIn(echoPin, HIGH);
195
196 //Perhitungan Jarak
197 distance = duration*0.034/2; //s=t*v
198
199 tinggIdr = 500 - distance; //jarak maksimal pembacaan sensor dikurangi jarak pengukuran
200 delay(500);
201 }

```

Gambar 10 Pengolahan Data Nilai Ultrasonik Sensor

Sumber : Penelitian Mandiri 2025

sehingga dengan persamaan 2.4 dan 2.5 bisa didapat nilai tinggi air dengan satuan centimeter. Dalam proses berjalanya sistem program ultrasonik didukung beberapa komponen lampu indikator dan buzzer, sebagai komponen pendukung untuk indikator ketinggian air sehingga dapat memberikan peringatan secara visual pada device selain pada data yang di tampilkan pada thinger.io dan input programnya ditunjukkan pada gambar 11 komponen tersebut di program sebagai output seperti LED2 akan menyala apabila ketinggian air berada pada ketinggian rendah, LED3 akan menyala bersamaan bunyi buzzer dengan delay bip buzzer selama 500 microsecond dan ketika air akan naik atau meluap LED 4 akan menyala bersama buzzer dengan delay bip buzzer 120 microsecond.

```

}
206707J'bu7u7Jz(„_A07nme v7z bu9np_“):
k09q99u = „_A07nme v7z bu9np_“:
}
| q7B7cz97M7u7cz(FED3' GOM):
q6709(20):
q7B7cz97M7u7cz(FED4' GOM):

q6709(750):
q7B7cz97M7u7cz(FED4' H10H):
q7B7cz97M7u7cz(BN55' H10H):
40u (7u6 7 = 0: 7 <= 3: 7++) {

7t ((77u8B7v7u > 400) 99 (77u8B7v7u <= )) {
\\=====BN556u 9 FED=====

A07J 70B7C() {

\\=====70B7C7K 07B7K 07L7B707K 2070L=====

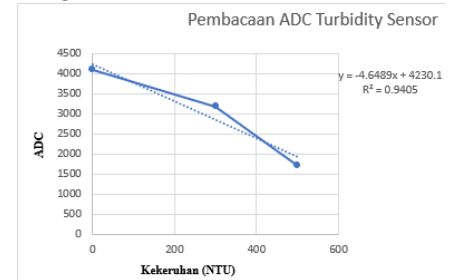
```

Gambar 11 Program Logika IF Lampu Indikator dan Buzzer

Sumber : Penelitian Mandiri 2025

- ### 3. Inisialisasi Pin Turbidity Sensor dan Pengolahan Data Nilai Sensor

Pada pengolahan data sensor turbidity terdapat beberapa tahapan yaitu dengan melakukan kalibrasi nilai pembacaan ADC dengan melakukan pengujian pada 3 sampel nilai air dengan nilai NTU berbeda.



Gambar 12 Grafik pengujian pembacaan ADC

Sumber : Penelitian Mandiri 2025

Hasil pengujian nilai ADC ditunjukkan pada gambar 4.12. Pada Gambar dapat diketahui nilai regresi linier dari grafik sebesar $y = -4,6489x + 4230,1$. Dimana x adalah kekeruhan cairan dan y adalah nilai tegangan (ADC) yang dihasilkan. Hasil data pengujian ini dipakai dalam formula untuk variabel pembaca nilai NTU dalam pemrograman seperti ditunjukkan pada gambar 4.13. Dari formula program tersebut didapat hasil akhir berupa nilai pembacaan Turbidity dengan satuan NTU. Misal turbidity sensor membaca nilai ADC 2500 maka jika digunakan persamaan 2.7 akan didapat nilai NTU nya sebagai berikut :

$$NTU = (ADC_TDS - 4230,1) / 4,6489$$

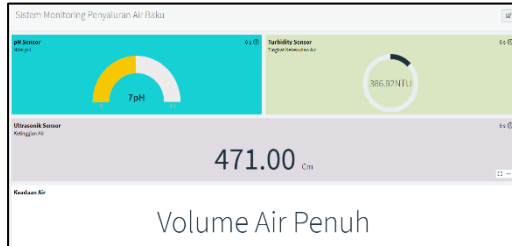
$$NTU = (2500 - 4230,1) / -4,6489$$

$$\text{NTU} = (-1730, 1) / -4,6489$$

$$\text{NTU} = 372,15$$

- #### 4. Konfigurasi ESP32 dan Sensor ke Thinger.io

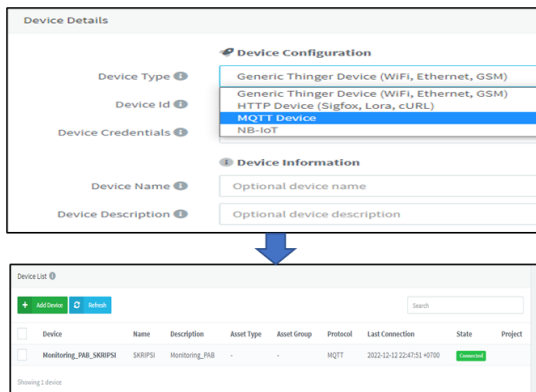
Setelah Semua Sensor dan komponen yang terkait diprogram berjalan sesuai fungsinya, maka diperlukan sebuah tempat atau wadah untuk menampung dan mengolah data nilai pembacaan sensor dan komponen tersebut



sehingga dapat ditampilkan dan di monitoring secara langsung dengan menggunakan jaringan internet. Dalam perancangan sistem ini digunakan sebuah platform yaitu thinger.io untuk mengolah data dan menampilkan data menggunakan sistem protokol MQTT untuk komunikasi antar Publisher dan Subscriber. Untuk konfigurasinya terdapat beberapa tahap.

a. Pembuatan Web Device Thingier.io

Tahapan Awal konfigurasi yaitu dengan membuat sebuah tipe komunikasi antar device yang penulis rancang dengan thinger.io dengan sistem protokol MQTT seperti pada Gambar 13 dimana thinger.io akan terus menampilkan data hasil pembacaan secara real-time selama device terhubung dengan jaringan internet.



Gambar 13 Konfigurasi Thingier.io menggunakan Protokol MQTT
Sumber : Penelitian Mandiri 2025

b. Pembuatan Dashboard Data Stream

Dasboard dibuat setelah thinger.io menerima data kirim dari sebuah variabel yang diprogram sesuai topik yang akan ditampilkan. Pada pemrograman penulis membuat topik yang akan ditampilkan sesuai sensor yang digunakan.

```

96 //DATA YANG DI KIRIM KE THINGER IO
97 //====kirim nilai pH Sensor ke thinger.io
98 thing["PH Air"] >> [] (pson & out) {
99   out["Water"] = Po; };
100
101 //====kirim nilai sensor Ultrasonic ke Thingier.io====
102 thing["Ultrasonic"] >> [] (pson & out) {
103   out["jarak"] = distance;
104   out["tinggiAir"] = tinggiAir;
105   out["led"] = statusled;
106   out["buzzer"] = statusbuzz;
107   out["keadaan air"] = keadaan;
108 };
109
110 //====Kirim data nilai Turbidity Sensor ke thinger.io
111 thing["Kekeruhan AIR"] >> [] (pson & out) {
112   out["NTU"] = ntu; };
113
114

```

Gambar 14 Variabel Data Kirim Thingier.io
Sumber : Penelitian Mandiri 2025

Berikut program data kirim beberapa topik yang akan ditampilkan sesuai data nilai sensor yang digunakan pada gambar 4.16. nilai data kirim sensor yang diterima oleh thinger.io di akan ditampilkan dengan cara membuat widget pada dashboard. Tampilan dashboard yang telah di buat ditunjukkan pada gambar 15 kelebihan pada thinger.io ini dimana dashboard yang telah di buat bisa diakses oleh siapa pun dengan cara membuat shortlink yang telah disediakan pada fitur thinger.io.

Gambar 15 Dashboard Thingier.io Hasil Pembacaan Nilai Sensor
Sumber : Penelitian Mandiri 2025

3.3 Analisis

Analisis dilakukan setelah perancangan alat dan pengujian sensor pada program. Analisis ini dimaksudkan untuk mengetahui tingkat pembacaan sensor pada tempat pengujian yang di lakukan .

1. Pengujian Hari ke I

Pengujian prototipe untuk analisis nilai sensor dilakukan di Saluran Drum Screen Perum Jasa Tirta II Seksi PAB, Cipinang Besar Sel, Jatinegara, Kota Jakarta Timur.

Tabel 7 Pengukuran Hari ke I

Waktu	pH Sensor pH	Ultrasonic Sensor cm	Turbidity Sensor NTU
07.00	8,19	375	231
12.00	8,33	371	250
15.00	8,46	406	459
18.00	8,50	398	470

Sumber : Penelitian Mandiri 2025

2. Pengujian Hari ke 2

Pengujian prototipe untuk analisis nilai sensor dilakukan di Saluran Drum Screen Perum Jasa Tirta II Seksi PAB, Cipinang Besar Sel, Jatinegara, Kota Jakarta Timur.

Tabel 8 Pengukuran Hari ke II

Waktu	pH Sensor pH	Ultrasonik Sensor cm	Turbidity Sensor NTU
07.00	8,75	370	231
12.00	8,53	372	295
15.00	8,74	391	291
18.00	8,78	384	311

Sumber : Penelitian Mandiri 2025

3.4 Pembahasan

Analisis ini dimaksudkan untuk mengetahui tingkat deviasi pembacaan nilai – nilai sensor pada monitoring tinger.io dan di bandingkan dengan alat ukur yang sudah ada. Sehingga dapat di ketahui nilai persentase selisih pembacaan nilai sensor tersebut dengan alat ukur yang sudah ada. perancangan ini menggunakan 3 input sensor utama dimana ada pembacaan dari pH sensor berupa nilai pH air, kemudian ultrasonik sensor berupa nilai satuan cm (Centimeter), dan turbidity sensor untuk pembacaan nilai kekeruhan air dengan menggunakan satuan standar kekeruhan berupa NTU (Nephelometric Turbidity Units) yang dapat di monitoring di tinger.io.

1. Pengujian Hari I

Pengujian ini dilakukan dengan membandingkan tingkat pembacaan prototipe dengan alat ukur yang ada di Saluran Drum Screen Perum Jasa Tirta II Seksi PAB, Cipinang Besar Sel, Jatinegara, Kota Jakarta Timur. Sehingga dapat diketahui persentase deviasi atau selisih pembacaan nilai sensor yang di pakai tersebut.

Tabel 9 Tabel Perbandingan Pengukuran Hari ke I

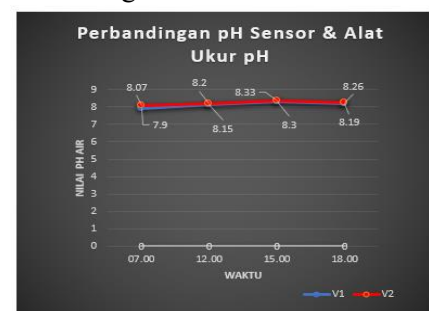
Waktu	pH Sensor pH		Ultrasonik Sensor cm		Turbidity Sensor NTU	
	V ₁	V ₂	V ₁	V ₂	V ₁	V ₂
07.00	7,90	8,19	375	375	227	231
12.00	8,15	8,33	371	371	229	250
15.00	8,30	8,46	406	406	451	459
18.00	8,32	8,50	398	398	455	470
Rata - Rata	8,16	8,38	387,5	387,5	340,5	354,75

Sumber : Penelitian Mandiri 2025

Keterangan Tabel :

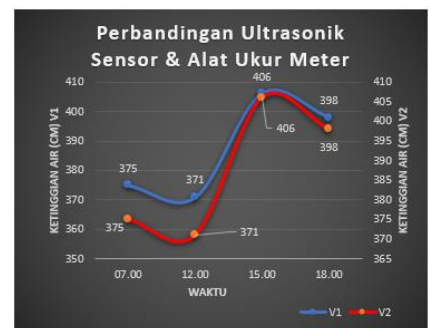
V₁ = Mewakili nilai alat ukur yang sudah ada

V₂ = Mewakili nilai yang di tampilkan di tinger.io



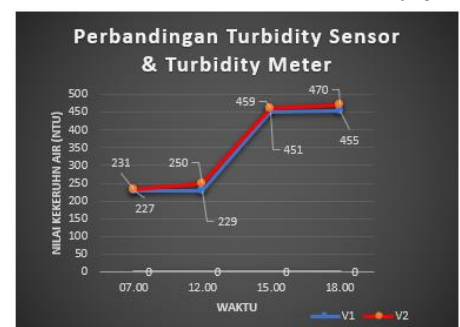
Gambar 16 Grafik Perbandingan I pH Sensor dan Alat Ukur Ph

Sumber : Penelitian Mandiri 2025



Gambar 17 Grafik Perbandingan I Ultrasonik Sensor dan Alat Ukur Meter

Sumber : Penelitian Mandiri 2025



Gambar 18 Grafik Perbandingan I Turbidity Sensor dan Turbidity Meter

Sumber : Penelitian Mandiri 2025

Dari hasil data pengujian yang dikumpulkan dalam bentuk tabel dan grafik di atas dapat dibandingkan nilai monitoring thinger.io dengan alat ukur yang sudah ada. Pada data tersebut di dapat deviasi ataupun selisih dalam pembacaan sensor. Persentase selisih nilai monitoring tinger.io dengan alat ukur yang sudah ada tersebut dapat di hitung menggunakan persamaan 2.8:

- Selisih pengukuran pH Sensor $V_2 - V_1 = 8,38 - 8,16 = 0,22$

$$\text{Persentase Selisih pengukuran } \underline{\text{pH}} \text{ Sensor} = \frac{V_2 - V_1}{V_1} \\ = \frac{8,38 - 8,16}{8,16} \times 100\% = \frac{0,22}{8,16} \times 100\%$$

$$\text{Persentase Selisih } \underline{\text{pH}} \text{ Sensor} = 0,0269 \times 100 = 2,69 \%$$

- Selisih pengukuran Ultrasonik Sensor $V_2 - V_1 = 387,5 - 387,5 = 0$

$$\text{Persentase Selisih Ultrasonik Sensor} = \frac{V_2 - V_1}{V_1} \\ = \frac{387,5 - 387,5}{387,5} \times 100\% = \frac{0}{387,5} \times 100\%$$

$$\text{Persentase Selisih Ultrasonik Sensor} = 0 \times 100\% = 0\%$$

- Selisih pengukuran Turbidity Sensor $V_2 - V_1 = 354,75 - 340,5 = 14,25$

$$\text{Persentase Selisih } \underline{\text{Turbidity}} \text{ Sensor} = \frac{V_2 - V_1}{V_1} \\ = \frac{354,75 - 340,5}{340,5} \times 100\% = \frac{14,25}{340,5} \times 100\%$$

$$\text{Persentase Selisih } \underline{\text{Turbidity}} \text{ Sensor} = 0,0418 \times 100 = 4,18\%$$

2. Pengujian Hari ke II

Pengujian ini dilakukan dengan membandingkan tingkat pembacaan prototipe dengan alat ukur yang ada di Saluran Drum Screen Perum Jasa Tirta II Seksi PAB, Cipinang Besar Sel, Jatinegara, Kota Jakarta Timur. Sehingga dapat diketahui persentase deviasi atau selisih pembacaan nilai sensor yang di pakai tersebut.

Tabel 10 Tabel Perbandingan Pengukuran
Hari ke II

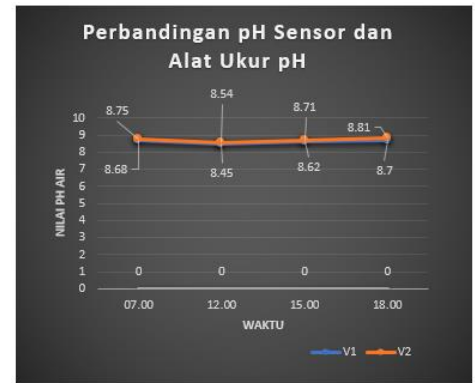
Waktu	pH Sensor		Ultrasonik Sensor		Turbidity Sensor	
	pH		cm		NTU	
	V ₁	V ₂	V ₁	V ₂	V ₁	V ₂
07.00	8,68	8,75	370	370	225	231
12.00	8,45	8,53	372	372	285	295
15.00	8,62	8,74	391	391	288	291
18.00	8,72	8,78	384	384	305	311
Rata - Rata	8,61	8,70	379,25	379,25	272,75	282

Sumber : Penelitian Mandiri 2025

Keterangan Tabel :

V_1 = Mewakili nilai alat ukur yang sudah ada

V_2 = Mewakili nilai yang di tampilkan di thinger.io



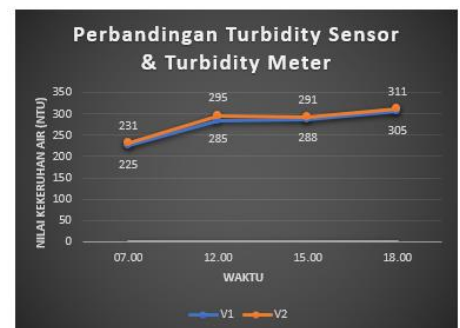
Gambar 19 Grafik Perbandingan II pH Sensor dan Alat Ukur pH

Sumber : Penelitian Mandiri 2025



Gambar 20 Grafik Perbandingan II Ultrasonik Sensor dan Alat Ukur Meter

Sumber : Penelitian Mandiri 2025



Gambar 21 Grafik Perbandingan II Turbidity Sensor dan Turbidity Meter

Sumber : Penelitian Mandiri 2025

Dari hasil data pengujian yang dikumpulkan dalam bentuk tabel dan grafik di atas dapat dibandingkan nilai monitoring thinger.io dengan alat ukur yang sudah ada. Pada data tersebut di dapat deviasi ataupun selisih dalam pembacaan sensor Persentase selisih nilai monitoring tinger.io dengan alat ukur yang sudah ada tersebut dapat di hitung menggunakan persamaan 2.8:

- Selisih pengukuran pH Sensor $V_2 - V_1 = 8,70 - 8,61 = 0,09$
 Persentase Selisih pengukuran pH Sensor $= \frac{V_2 - V_1}{V_1}$
 $= \frac{8,70 - 8,61}{8,61} \times 100\% = \frac{0,09}{8,61} \times 100\%$
 Persentase Selisih pH Sensor $= 0,0104 \times 100 = 1,04\%$
- Selisih pengukuran Ultrasonik Sensor $V_2 - V_1 = 379,25 - 379,25 = 0$
 Persentase Selisih Ultrasonik Sensor $= \frac{V_2 - V_1}{V_1}$
 $= \frac{379,25 - 379,25}{379,25} \times 100\% = \frac{0}{379,25} \times 100\%$
 Persentase Selisih Ultrasonik Sensor $= 0 \times 100\% = 0\%$
- Selisih pengukuran Turbidity Sensor $V_2 - V_1 = 282 - 275,25 = 6,75$
 Persentase Selisih Turbidity Sensor $= \frac{V_2 - V_1}{V_1}$
 $= \frac{282 - 275,25}{275,25} \times 100\% = \frac{6,75}{275,25} \times 100\%$
- Persentase Selisih Turbidity Sensor $= 0,0245 \times 100 = 2,45\%$

4. KESIMPULAN

Setelah proses perancangan sistem elektrik, perancangan sistem program monitoring serta analisa pada pembahasan sistem monitoring PAB berbasis IoT dengan platform thinger.io menggunakan protokol MQTT maka di dapat beberapa poin kesimpulan adalah sebagai berikut :

1. Telah berhasil di rancang sebuah prototipe sistem monitoring PAB berbasis IoT dengan platform thinger.io menggunakan protokol MQTT.
2. Pada pengujian dalam dua hari di lakukan pengambilan data pada jam tertentu dan dapat nilai rata – rata dari pembacaan sensor menggunakan platform thinger.io yaitu sebesar :
 pH Sensor : 8,38 - 8,70
 Ultrasonik Sensor : 387,5 - 379,25
 Turbidity Sensor : 354,75 - 282
3. Pada pengujian dalam dua hari di lakukan pengambilan data pada jam tertentu dan dapat nilai rata – rata dari pembacaan alat ukur yang sudah ada yaitu sebesar :
 pH air : 8,16 - 8,61
 Ketinggian air: 387,5 - 379,25
 Keketuhan air : 340,5 - 272,75
4. Dari data hasil pengujian selama dua hari di dapat selisih perbandingan Persentase nilai pembacaan thinger.io dan alat ukur yang ada yaitu sebesar :
 pH Sensor : 2,69% - 1,04%
 Ultrasonik Sensor : 0% - 0%
 Turbidity Sensor 4,18% - 2,45%

Dari data di atas jika di persentasekan secara keseluruhan di dapat nilai rata -rata selisih pembacaan dengan persentase yaitu sebesar 1,72%.

5. Dari hasil pengujian tersebut dapat di simpulkan bahwa tiap sensor mempunyai tingkat selisih yang berbeda, bahkan pembacaan satu sensor memiliki keakuratan yang baik dengan nilai selisih 0 persen. Sehingga dapat di simpulkan monitoring dengan platform thinger.io menggunakan protokol MQTT memiliki akurasi cukup presisi.
6. Untuk pembacaan nilai analog sensor sangat di pengaruhi oleh penggunaan mikrokontroler dikarenakan setiap setiap mikrokontroler memiliki spesifikasi kelebihan dan kekurangan yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- A. Junaidi, 2015. “INTERNET OF THINGS, SEJARAH, TEKNOLOGI DAN PENERAPANNYA,” Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi Terapan, vol. I no 3, hlm. 3, 2015, doi: 10.33197/jitter.vol1.iss3.
- A. K. Wilianto, 2018. “SEJARAH, CARA KERJA DAN MANFAAT INTERNET OF THINGS,” 37 JURNAL MATRIX, vol. 8, hlm. 2,
- C. Zhu, v. C. M Leung, L. Shu, dan E. C. -. Ngai, 2015. “Green Internet of Things for Smart World,” IEEE Access, vol. 3, hlm. 2151–2162,
- H. A. Dharmawan, Mikrokontroler. 2017. Malang: UB Press,