

# SISTEM MONITORING KEADAAN AIR BERBASIS *INTERNET OF THINGS (IOT)*

<sup>1</sup>Dika Zulkarnaen, <sup>2</sup>Faisal Budiman, <sup>3</sup>Novi Prihatiningrum

<sup>123</sup>Fakultas Teknik Elektro Telkom University, Bandung

[dikazulkarnaen@telkomuniversity.ac.id](mailto:dikazulkarnaen@telkomuniversity.ac.id), [faisalbudiman@telkomuniversity.ac.id](mailto:faisalbudiman@telkomuniversity.ac.id),

[nprihatiningrum@telkomuniversity.ac.id](mailto:nprihatiningrum@telkomuniversity.ac.id)

---

## ABSTRAK

Air menjadi sumber kehidupan baik bagi manusia, hewan, dan tumbuhan. Kurangnya edukasi terhadap lingkungan membuat masyarakat seringkali membuang sampah ke sungai, laut, maupun selokan. Hal itu membuat ekosistem pada lingkungan tersebut menjadi tercemar. Penulis merancang sebuah alat untuk memonitoring keadaan air dengan memvisualisasikan hasilnya pada internet. Perancangan alat ini terdiri dari sensor pH, sensor kekeruhan, dan sensor konduktivitas. Arduino Uno dan NodeMCU digunakan sebagai mikrokontroler pada penelitian ini. Dari hasil pengujian monitoring air secara otomatis, didapatkan rata-rata tingkat akurasi saat pengujian sebesar 97,676% pada sensor pH, untuk sensor konduktivitas sebesar 91,186%, dan sensor kekeruhan sebesar 81,7%.

**Kata Kunci :** *Konduktivitas, pH, Turbidity, Monitoring, IoT, Air Bersih*

---

## ABSTRACT

*Water is a source of life for both humans, animals and plants. Lack of education on the environment has made people often throw garbage into rivers, oceans and ditches. This makes the ecosystem in the environment polluted. The author designed a tool for monitoring water conditions by visualizing the results on the internet. The design of this tool consists of a pH sensor, a turbidity sensor and a conductivity sensor. Arduino Uno and NodeMCU were used as microcontrollers in this study. From the results of automatic water monitoring testing, the average level of accuracy when testing was 97.676% for the pH sensor, for the conductivity sensor was 91.186%, and the turbidity sensor was 81.7%.*

**Keywords:** *Conductivity, pH, Turbidity, Monitoring, IoT, Clean Water*

---

## PENDAHULUAN

Kasus polusi air di Sungai Cade, banyak sumur di sekitar Sungai Cade terkandung angka nitrat yang lebih tinggi dibanding sungai. Hal ini disebabkan oleh sampah organik dan non-organik

yang masuk ke air melalui pori-pori tanah. Angka nitrat yang tinggi dapat mengganggu gangguan kesehatan serta banyaknya bakteri *E-Coli* yang banyak ditemukan di sungai. Hal ini disebabkan oleh *septi tank* yang tidak kedap air sehingga kotoran masuk ke tanah dan

mencemari Sungai Cade [2]. Pada dasarnya, polusi air disebabkan oleh manusia yang sering membuang kotoran atau sampah pada sumber mata air yang menyebabkan air tersebut tidak dapat dikonsumsi.

Beberapa solusi untuk mengurangi polusi air dilakukan dengan cara mengecek keadaan air dengan menguji air tersebut di laboratorium. Cara ini sangat efektif tetapi memakan waktu yang cukup lama, bisa mencapai 1 bulan untuk mendapatkan hasilnya. Sedangkan kondisi air akan berubah setiap saat. Pada tahun 2019 dirancang sebuah alat monitoring keadaan air oleh Andi dengan mengukur kadar pH dan tingkat kekeruhan dalam air [1]. Akan tetapi, dari parameter yang diuji oleh Andi tidak menentukan air tersebut layak.

Pada tugas akhir ini, dirancang sebuah alat yang dapat memonitoring keadaan air secara otomatis. Sensor pH berfungsi untuk mendeteksi derajat keasaman dalam air, sensor kekeruhan berfungsi mengukur tingkat kekeruhan air, dan sensor konduktivitas mengukur daya hantar listrik pada air. Dan untuk melihat hasil monitoring data, penulis menggunakan Thinger.io sebagai *platform IoT*. Diharapkan dengan penelitian ini bisa membantu masyarakat untuk mengecek keadaan air yang sering digunakan untuk kebutuhan masyarakat di lingkungan itu.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan berdasarkan tahapan-tahapan penting yang dikerjakan dengan berorientasikan kepada indikator keberhasilan dalam memberikan notifikasi ke *email* pengguna dari Thinger.io. Untuk mencapai indikator tersebut, maka tahapan-tahapan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Analisa masalah.  
Dalam hal ini kebutuhan menganalisa permasalahan yang akan diteliti mengenai keadaan air.
2. Analisa kebutuhan.  
Dalam hal ini segala kebutuhan dalam meneliti baik dari jurnal, buku literatur-literatur, alat, dan bahan.
3. Desain perancangan sistem.  
Mendesain alat yang akan dirancang dengan Arduino uno, NodeMCU beserta sensor yang digunakan.
4. Pemograman sistem.  
Membuat program dengan menggunakan Arduino IDE 1.8.5 dan platform IoT Thingr.io
5. Pengujian Alat  
Pengujian alat dengan kode program dan koneksi internet
6. Laporan.  
Menyimpulkan hasil penelitian alat.

## INTERNET OF THINGS

*Internet of Things* atau dikenal juga dengan singkatan *IoT*, merupakan sebuah konsep yang bertujuan untuk memperluas manfaat dari konektivitas internet yang tersambung secara terus menerus dan memungkinkan kita untuk menghubungkan mesin, peralatan, dan benda fisik lainnya. Sensor jaringan dan aktuator untuk memperoleh data dan mengelola kinerjanya sendiri, sehingga memungkinkan mesin untuk berkolaborasi dan bahkan bertindak berdasarkan informasi baru yang diperoleh secara independen [3]. *IoT* biasanya menggunakan koneksi *Wi-Fi* dan *Ethernet* untuk pengoneksian ke internet. Kebanyakan, *IoT* dihubungkan menggunakan jaringan lokal yaitu *Wi-Fi*. Keunggulan *Wi-Fi* yaitu penggunaan biaya lebih murah, pengoprasian lebih mudah, dan jangkauan yang cukup luas. Sedangkan jika menggunakan *Ethernet* biaya tidak murah dan perlu

menggunakan kabel, jadi jangkauannya terbatas sesuai dengan kabel. Tapi jaringan yang diperoleh lebih stabil dibandingkan menggunakan *Wi-Fi*. *IoT* biasanya menggunakan jaringan *Wi-Fi* yang dapat menghubungkan perangkat keras dengan perangkat lunak. Mikrokontroler bertugas untuk mengontrol sekaligus mengolah data, sehingga informasi yang diterima dapat berupa nilai kekeruhan, suhu, pH, lokasi, dan sebagainya.

**ARDUINO UNO**

Pada tugas akhir ini mikrokontroler yang digunakan adalah Arduino Uno R3. Penggunaan Arduino Uno R3 pada tugas akhir ini dinilai cukup efektif, karena pada tugas akhir ini sensor yang digunakan ada tiga sensor. Sensor yang digunakan semuanya merupakan sensor analog. Arduino memiliki pin analog lebih dari tiga. Serta dapat dihubungkan dengan NodeMCU menggunakan serial komunikasi. Berikut adalah spesifikasi Arduino Uno R3 dapat dilihat pada Tabel 1

Tabel 1 Spesifikasi Arduino R3

<i>Mikrokontroller</i>	ATMega328
<i>Operating Voltage</i>	5 V
<i>Input Voltage</i>	7-12 V (rekomendasi)
<i>Input Voltage</i>	6-20 V (limit)
<i>I/O</i>	14 pin (6 pin PWM)
<i>Current</i>	50 mA
<i>Flash Memory</i>	32 KB

**SENSOR PH**

Sensor pH adalah sebuah alat ukur analog yang dapat mengukur derajat keasaman dalam suatu cairan. Sensor pH ini mempunyai prinsip kerja dengan membandingkan elektroda yang terdapat pada ujung batang sensor dengan

<i>Bootloader</i>	SRAM 2 KB
<i>EEPROM</i>	1 KB
<i>Speed</i>	16 MHz

**NODEMCU**

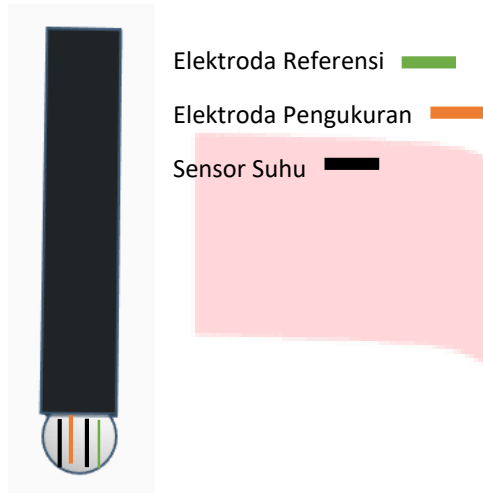
Untuk menampilkan data sensor pada *platform IoT*, dibutuhkan sebuah modul yang bisa menghubungkan Arduino Uno R3 dengan internet. NodeMCU merupakan sebuah mikrokontroler berbasis ESP8266 yang mempunyai fitur unggulan yaitu *Wi-Fi*. Umumnya nodeMCU digunakan pada sistem *IoT*. Untuk melakukan pemrograman bisa dilakukan pada *software Arduino IDE*. Pada tugas akhir ini menggunakan serial komunikasi untuk mengirim data dari Arduino Uno R3 ke NodeMCU, agar data yang didapat oleh Arduino dapat dikirim pada *platform IoT*. Berikut adalah spesifikasi dari NodeMCU dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Spesifikasi NodeMCU

Mikrokontroler	ESP8266-12E
Tegangan Input	3,3 V
USB port	Micro USB
GPIO	13 Pin
Flash Memory	4 Mb
Frekuensi	2.4 GHz – 22.5 Ghz
Wi-Fi	IEEE 802.11 b/g/n
Clock Speed	40/26/24 MHz
USB Chip	CH340G

elektroda yang terkandung dalam zat cairan atau larutan.

Pada sensor pH analog satuan yang keluar dari sensor adalah satuan analog, dan harus dikonversikan ke dalam satuan derajat keasaman. Sensor pH yang digunakan penulis dipengaruhi oleh suhu cairan atau larutan yang diukur.



Gambar 1 Sensor pH

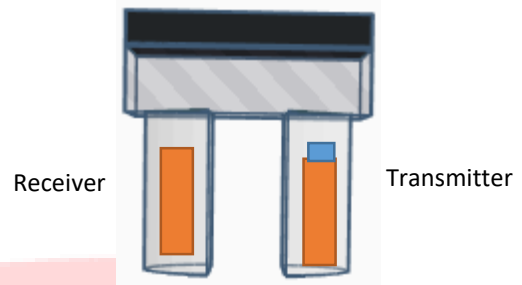
Berdasarkan Gambar 1 Elektroda pengukuran berfungsi untuk menjadi pembandingan dengan elektroda referensi yang ketika terjadi perbedaan nilai derajat keasaman antara kedua elektroda maka akan timbul gaya gerak listrik yang akan mempengaruhi pengukuran dan penghitungan nilai derajat keasaman pada elektroda pengukuran [4] [5].

**SENSOR KEKERUHAN**

Sensor kekeruhan adalah sebuah alat ukur analog yang dapat mengukur tingkat kekeruhan dalam suatu cairan. Prinsip kerja dari sensor kekeruhan yaitu memantulkan sinar inframerah dari transmitter ke receiver. Dimana sensor ini mendeteksi pancaran cahaya yang menabrak molekul atom.

Sensor kekeruhan yang digunakan oleh penulis mempunyai keterbatasan terhadap cahaya eksternal, suhu cairan, dan luas wadah zat cair. Agar sensor ini

akurat, maka penulis melakukan pengujian saat cahaya lingkungan stabil.



Gambar 2 Sensor Kekeruhan

Gambar 2 dapat dijelaskan, bahwa sensor kekeruhan ini memiliki prinsip kerja mengukur pancaran cahaya ke dalam air. Pendeteksi cahaya diletakkan 90° dari sumber cahaya yang ada. Pendeteksi ini akan mendeteksi jumlah cahaya yang terpantulkan kembali kepada pendeteksi [4]. Semakin keruh cairan maka pancaran yang diterima oleh pendeteksi semakin sedikit, dan jika cairannya jernih maka pancaran yang diterima pendeteksi semakin banyak.

**SENSOR KONDUKTIVITAS**



Gambar 3 Sensor Konduktivitas

Gambar 3 merupakan Sensor konduktivitas yang berfungsi untuk mengukur daya hantar listrik di dalam air. Probe sensor berbahan stick stainless berfungsi sebagai penerima data dari bahan yang diuji [6]. Sensor konduktivitas ini memiliki tiga pin yang langsung disambungkan dengan pin analog arduino maupun pin analog mikrokontroler lainnya, tanpa harus

memakai modul penguat tambahan. Selain dapat mengukur nilai konduktivitas, sensor tersebut dapat mengukur TDS, dan kadar garam dalam suatu cairan.

Prinsip kerja dari sensor ini adalah dengan pemberian arus searah pada dua buah elektroda untuk mendapatkan perubahan nilai konduktivitas dan nilai tegangan. Namun, sensor ini peletakkannya harus pas karena akan berpengaruh terhadap nilai konduktivitasnya.

**LUX METER**

Sensor yang sangat sensitif terhadap cahaya lingkungan, membuat pengukuran menjadi tidak stabil. Maka penulis melakukan pengukuran intensitas cahaya dengan menggunakan lux meter. Agar selama pengukuran, error yang didapat akan semakin kecil. Penulis melakukan pengujian saat intensitas cahaya ada pada nilai 11,218 lux. Berikut adalah tampilan lux meter pada Gambar 4

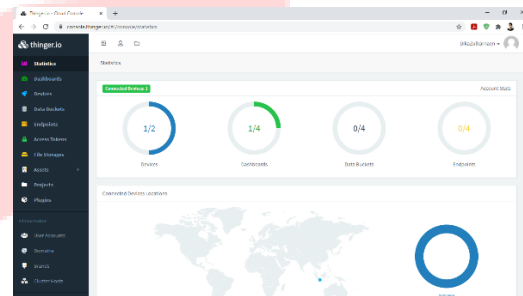


Gambar 4 Lux meter

**THINGER.IO**

Pada tugas akhir ini platform yang digunakan untuk sistem IoT yaitu Thinger.io. Karena platform ini bisa diakses di website menggunakan koneksi

internet dan data yang ditampilkan secara real time [7]. Thinger.io adalah platform open source untuk IoT yang menyediakan layanan cloud untuk menghubungkan perangkat IoT. Platform IoT ini mendukung jenis board diantaranya Arduino, NodeMCU, Raspberry Pi, dan Intel Edison. Thinger.io juga dapat menampilkan hasil pembacaan sensor dalam bentuk nilai maupun grafik.



Gambar 5 Tampilan Thinger.io

Gambar 5 diatas bisa dilihat bahwa ada beberapa menu yang terdapat pada tampilan Thinger.io. Setiap menu memiliki kegunaan dan fungsinya masing-masing. Berikut penjelasan mengenai tiap menu yang terdapat pada thinger.io.

- ✓ **Data Buckets**, penyimpanan virtual dari hasil pembacaan sensor dari waktu ke waktu. Nilai interval penyimpanan juga dapat diatur sesuai kebutuhan pengguna. Hasilnya juga dapat di ekspor menjadi pengolahan offline.
- ✓ **Endpoint**, merupakan menu untuk masuk ke layanan lain. Contoh jika ingin menampilkan notifikasi dari data sensor ke email, maka untuk mengatur sistemnya dapat dilakukan pada menu ini. Selain email, ada beberapa opsi juga untuk menampilkan notifikasi pada menu ini.
- ✓ **Access Token**, pada menu ini, merupakan cara untuk dapat

memberikan otoritas layanan atau pada aplikasi pihak ketiga tanpa harus memberikan *username* dan *password* pengguna.

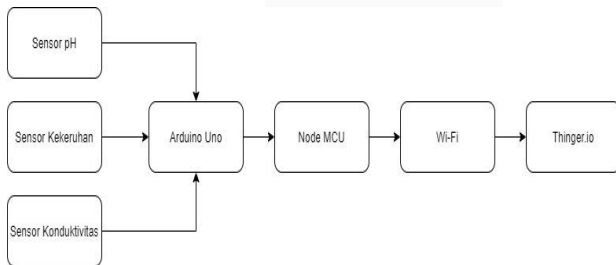
**ALAT DAN BAHAN**

Dalam perancangan sistem monitoring keadaan air berbasis IoT ini, bahan yang digunakan meliputi :

1. Hardware
  - ✓ Arduino Uno.
  - ✓ NodeMCU
  - ✓ Sensor pH
  - ✓ Sensor kekeruhan
  - ✓ Sensor konduktivitas
2. Software
  - ✓ Arduino IDE
  - ✓ Thinger.io

**PERANCANGAN SISTEM**

Perancangan umum sistem menjelaskan tentang perancangan alat pada penelitian tugas akhir ini. Seperti perancangan *hardware* dan *software*. Alat ini mempunyai kemampuan untuk memonitoring kadar pH, kekeruhan, dan konduktivitas pada air.

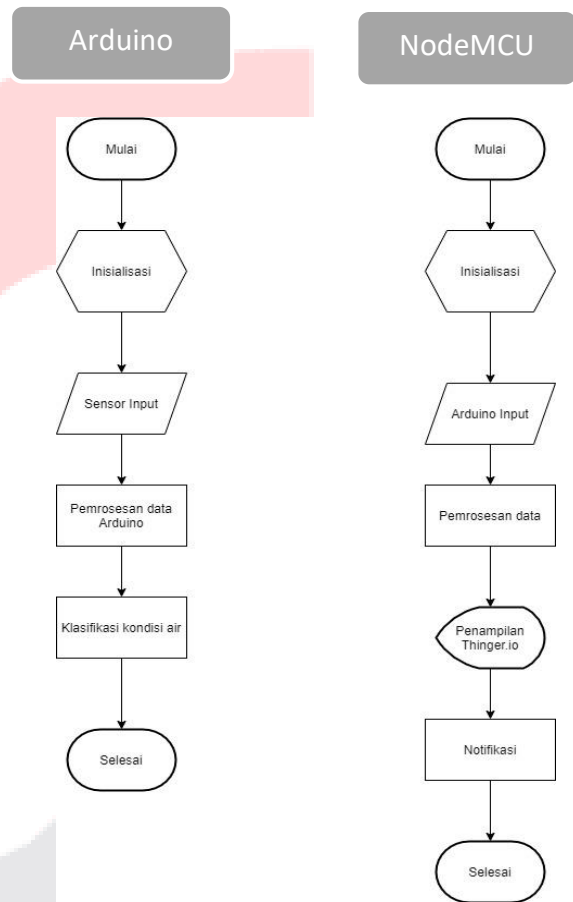


Gambar 6 Perancangan umum

Gambar 6 Merupakan alur proses kerja keseluruhan. Proses ini menggunakan pemrograman bahasa C menggunakan mikrokontroler Arduino Uno. Mikrokontroler menerima data dari sensor turbidity, sensor konduktivitas, dan sensor pH. Kemudian datanya akan dikirimkan ke Thinger.io menggunakan NodeMCU.

**FLOWCHART**

Pada sistem monitoring keadaan air berbasis IoT menggunakan 2 board yaitu Arduino Uno sebagai pengolah data sensor, dan NodeMCU sebagai pengirim data dari Arduino ke *cloud* Thinger.io. Berikut *flowchart* sistem ini, bisa dilihat pada Gambar 7



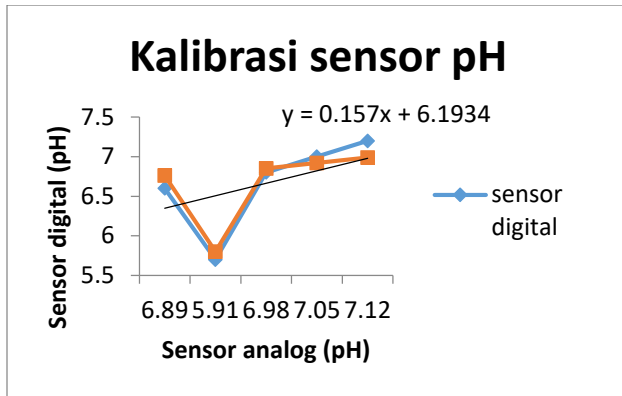
Gambar 7 Flowchart

**HASIL PENGUJIAN SENSOR**

1. Pengujian sensor pH

Pengujian sensor pH dilakukan dengan membandingkan nilai yang sudah dikonversi dari kalibrasi sensor dengan sensor pH digital. Pada sensor analog ini, nilai yang didapat berupa nilai perbandingan antara nilai elektroda

sensor pH dengan nilai elektroda pada suatu cairan.



Gambar 8 Grafik kalibrasi sensor pH

membandingkan nilai yang terbaca oleh sensor pH analog dan sensor pH digital, dengan pengambilan data sebanyak 30 kali. Untuk hasil lebih detail dapat dilihat pada Tabel 3

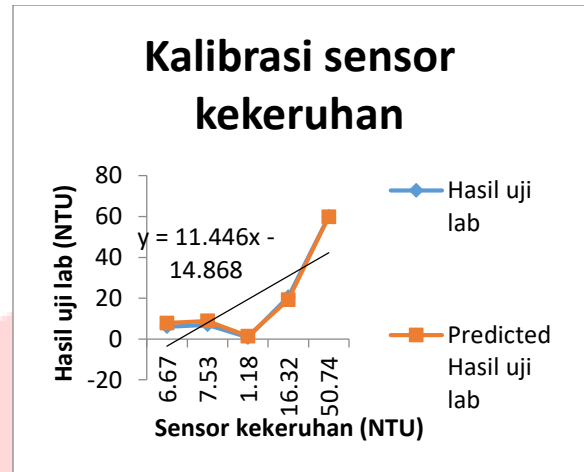
Tabel 3 Selisih pembacaan sensor pH

Sampel	Sensor digital (pH)	Sensor analog (pH)	Selisih
Cicae	6.6	6.89	0.23
Ciherang	5.7	5.91	0.21
Cikambuy	6.8	6.98	0.18
Cikasungka	7	7.05	0.05
Air keran	7.2	7.12	0.28

2. Pengujian sensor kekeruhan

Pengujian sensor kekeruhan dilakukan seperti yang dilakukan pada pengujian sensor pH dengan membandingkan nilai yang sudah teruji dengan sensor yang digunakan. Namun untuk pengujian sensor kekeruhan ini sampel yang digunakan harus diuji terlebih dahulu untuk mengetahui nilai standar yang akurat. Penulis menguji sampel ke salah satu universitas yang

mempunyai fasilitas yang baik untuk menguji sampel.



Gambar 9 Grafik kalibrasi sensor kekeruhan

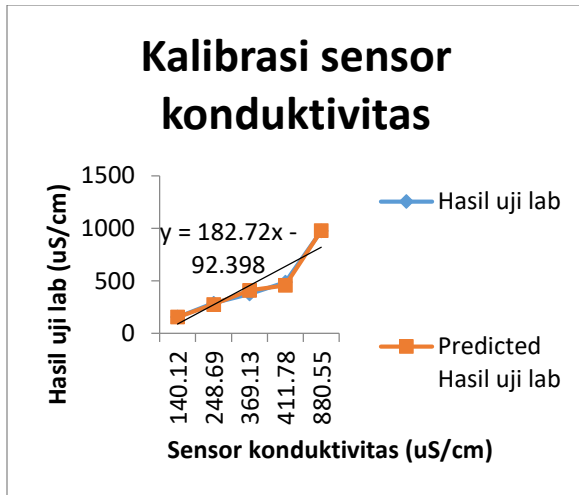
Selanjutnya membandingkan nilai yang terbaca pada sensor kekeruhan dan nilai hasil uji laboratorium, dengan pengambilan data sebanyak 30 kali. Untuk hasil lebih detail mengenai nilai selisih pembacaan sensor kekeruhan dengan hasil uji laboratorium dapat dilihat pada Tabel 4

Tabel 4 Selisih pembacaan sensor kekeruhan

Sampel	Hasil uji lab (NTU)	Sensor kekeruhan (NTU)	Selisih
Cicae	6.04	6.67	0.63
Ciherang	20.7	16.38	4.32
Cikambuy	6.96	7.53	0.57
Cikasungka	60	50.74	9.26
Air keran	0.82	1.18	0.36

3. Pengujian sensor konduktivitas

Kalibrasi sensor konduktivitas membutuhkan sebuah alat yang dapat mengukur nilai konduktivitas secara akurat. Maka seperti halnya nilai kekeruhan, penulis juga melakukan uji sampel di laboratorium.



Gambar 10 Grafik kalibrasi sensor konduktivitas

Selanjutnya membandingkan nilai yang dihasilkan oleh sensor konduktivitas dan nilai hasil uji laboratorium, dengan pengambilan data sebanyak 30 kali. Untuk lebih detail mengenai nilai selisih pembacaan sensor konduktivitas dengan hasil uji laboratorium dapat dilihat pada Tabel 5

Tabel 5 Selisih pembacaan sensor konduktivitas

Sampel	Hasil uji lab (uS/cm)	Sensor konduktivitas (uS/cm)	Selisih
Cicae	156	140.12	15.88
Cikasungka	288	248.69	39.31
Cikambuy	375	369.13	5.87
Air keran	488	411.78	76.22
Ciherang	976	880.55	95.45

### PENGUJIAN SAMPEL

Saat melakukan pengujian terhadap 5 sampel, terjadi perubahan nilai saat mengukur derajat keasaman, kekeruhan, dan konduktivitas. Hal ini terjadi karena sensor yang digunakan mempunyai kendala terhadap keadaan lingkungan sekitar. Alat monitoring ini memiliki kekurangan seperti

sensitif terhadap cahaya lingkungan, suhu cairan, aliran cairan, dan peletakan sensor

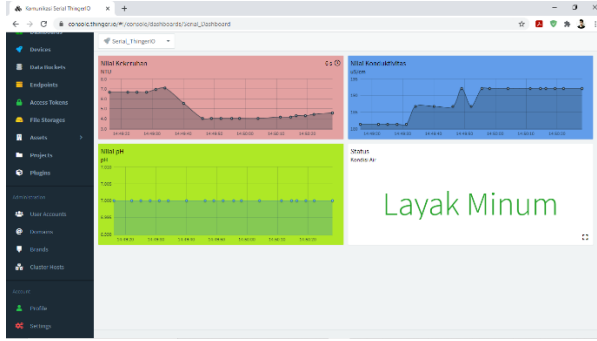
Tabel 6 Rata-rata pengujian dan status sampel

No.	Sampel	Rata-Rata			Status
		Derajat Keasaman (pH)	Kekeruhan (NTU)	Konduktivitas (Us/cm)	
1.	Cicae	6,497667	6,64	140,128333	Tidak layak minum
2.	Ciherang	5,627333	16,83	880,554667	Tidak layak minum
3.	Cikasungka	6,795	50,87	248,69	Tidak layak minum
4.	Air Keran	6,886	1,13	441,789	Layak minum
5.	Cikambuy	6,673667	7,67	369,138	Tidak layak minum

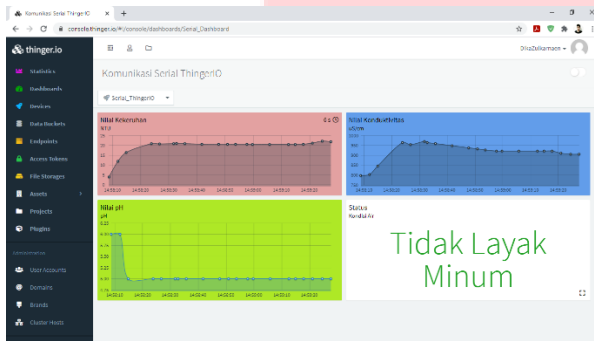
Pada Tabel 6 didapat tingkat akurasi pengukuran saat melakukan pengujian sebesar 97,676% pada sensor pH, sensor kekeruhan sebesar 81,7%, dan sensor konduktivitas sebesar 91,186%.

Data sensor yang diterima oleh Thinger.io divisualisasikan dalam bentuk grafik dan bar yang ter update dalam 2 detik dengan jangka waktu 30 menit. Sistem menampilkan kondisi cairan dalam bentuk teks yaitu "Layak Minum dan Tidak Layak Minum".



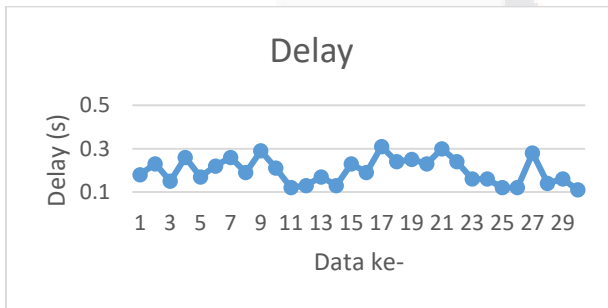


Gambar 11 Tampilan kondisi air layak minum pada Thingier.io



Gambar 12 Tampilan kondisi air tidak layak minum pada Thingier.io

Pengiriman data yang ditampilkan pada *website* Thingier.io dan Serial Monitor pada aplikasi Arduino IDE terdapat *delay*. Pengujian *delay* dilakukan dengan *stopwatch* dengan membandingkan data yang diterima oleh Thingier.io dan serial monitor.

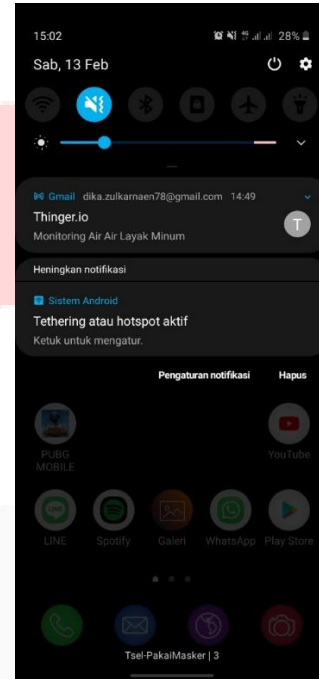


Gambar 13 Grafik *delay*

Berdasarkan Gambar 13 diperoleh rata-rata *delay* sebesar 0.198333 detik.

Sistem Alat monitoring ini juga menampilkan notifikasi dari Thingier.io ke

alamat *email* pengguna, dengan tujuan memberikan informasi lebih cepat kepada pengguna. Notifikasi dapat diperoleh jika status kondisi air “Layak Minum”. Jika status kondisi air “Tidak Layak Minum” maka tidak menerima notifikasi *email* dari *website* Thingier.io.



Gambar 14 Notifikasi kondisi air lewat *email*

## KESIMPULAN

Dari hasil pengujian dan analisis didapat kesimpulan dari Tugas Akhir ini sebagai berikut.

- 1.) Telah dirancang sebuah alat untuk memonitoring kelayakan air dengan mengukur kekeruhan, kadar pH, dan daya hantar listrik, berdasarkan pengujian terhadap 5 sampel. Didapatkan persentase error sebesar 2,324%, 18,3%, dan 8,814% untuk masing-masing pembacaan sensor pH, sensor kekeruhan, dan sensor konduktivitas.
- 2.) Sistem monitoring keadaan air menggunakan *platform* Thinger.io, dapat memvisualisasikan nilai data dalam bentuk grafik yang telah diolah oleh Arduino Uno dan dikirim ke NodeMCU dengan komunikasi serial. Setelah itu data akan ditampilkan pada *website* dengan *delay* 2 detik. Jika kondisi air “Layak Minum” maka Thinger.io akan mengirim notifikasi ke alamat *email* yang telah di daftarkan.

## SARAN

Pada penelitian tugas akhir ini masih terdapat banyak hal yang perlu diperbaiki dan dikembangkan guna meningkatkan kualitas, efektivitas, dan tingkat akurasi, yaitu sebagai berikut

- 1.) Untuk meningkatkan kualitas dari sistem alat ini, bentuk dan dimensi dapat dibuat dengan ukuran yang lebih besar dan tahan banting agar tidak mudah rusak dan tahan lama terhadap cuaca.
- 2.) Untuk meningkatkan tingkat akurasi pengukuran, dapat dilakukan dengan menambah jumlah sampel yang nilainya tidak terlalu jauh dengan

sampel yang lainnya, agar kalibrasi sensor lebih akurat. Serta harus memperhatikan suhu saat melakukan penyimpanan sampel, dan kondisi lingkungan yang stabil guna meningkatkan tingkat akurasi sensor.

- 3.) Selain meningkatkan kualitas, efektivitas, dan tingkat akurasi, ada beberapa inovasi yang ditambahkan guna meningkatkan sistem alat tersebut, seperti halnya menambahkan fitur penjaga suhu cairan.

## REFERENSI

- [1] B. A. B. Iii, “Bab iii perancangan sistem 3.1,” pp. 27–43, 2009.
- [2] A. W. Utami, “Kualitas Air Sungai Citarum,” pp. 1–6, 2019, doi: 10.31227/osf.io/m3ha2.
- [3] Y. Efendi, “Internet Of Things (Iot) Sistem Pengendalian Lampu Menggunakan
- [4] Nurwirasaputra H. F, “Perancangan Sistem Monitoring Kualitas Air Secara *Real-Time* untuk Budidaya Perikanan Menggunakan Metode *Fuzzy Logic*”.
- [5] Emerson Process Management. (2010). *Theory and Practice of pH Measurement*. PN 44-6033/rev. D. Rosemount Analytical
- [6] D. Inovasi, “Sensor konduktivitas / tds / kadar garam.”
- [7] A. L. Bustamante, M. A. Patricio, and J. M. Molina, “Thinger.io: An open source platform for deploying data fusion applications in IoT environments,” *Sensors (Switzerland)*, vol. 19, no. 5, 2019, doi: 10.3390/s19051044.