

RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING PEMAKAIAN AIR PAM DAN MUTU AIR PADA KOMPLEK PERUMAHAN DENGAN JARINGAN NIRKABEL LORA BERBASIS ARDUINO UNO

Harlan Effendi¹ dan Riza Puspitaningrum²

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Sains dan Teknologi Nasional
Jl. Moh Kahfi II, Srengseng Sawah, Jagakarsa, Jaksel 12630 telp.(021)7270090
Email : harlan@istn.ac.id

ABSTRAK

Di era teknologi yang berkembang semakin pesat, menuntut manusia untuk melakukan berbagai inovasi untuk mempermudah melakukan suatu pekerjaan. Sehingga memunculkan suatu gagasan untuk membuat suatu alat monitoring pemakaian air dan mutu air pada kompleks perumahan dengan jaringan nirkabel. Dengan memanfaatkan teknologi Arduino Uno untuk melakukan proses data dan teknologi LoRa yang memungkinkan untuk melakukan pengiriman data dengan lebih efisien menggunakan jaringan nirkabel dengan kebutuhan daya yang rendah. Dari rancang bangun alat ini didapatkan keseksamaan pembacaan 100% dengan keakurasian sensor flow meter 99.33%, sensor pH 99.56%, sensor suhu 99,16%, TDS sensor 90.28%.

Kata kunci : Arduino Uno, LoRa, Flow meter, pH sensor, sensor suhu, TDS sensor

ABSTRACT

In the era of technology that is growing rapidly, it requires humans to make various innovation to make it easier to do a job. Thus giving rise to an idea to make a monitoring tool for water use and water quality in a residential cluster with a wireless network. By utilizing Arduino Uno technology to process data and LoRa technology which makes it possible to transmit data more efficiently using a wireless network with low power requirements. From the design of this tool, the accuracy of the readings is 100% with the accuracy of the flow meter sensor 99.33%, pH sensor 99.56%, temperature sensor 99.16% and TDS sensor 90.28%.

Keywords : Arduino Uno, LoRa, Flow meter, pH sensor, temperature sensor, TDS sensor

1. PENDAHULUAN

Air merupakan sumber kehidupan yang diperlukan manusia untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari seperti minum, mandi, memasak, mencuci, dll. Untuk pemenuhan kebutuhan air bersih dalam suatu kompleks perumahan yang mempunyai kondisi sumber air tanah sedikit dan akses penyaluran air pdam susah, pengelola perumahan perlu memikirkan cara pemenuhan kebutuhan air bersih untuk para penghuni. Dengan mempunyai sistem kelola air bersih mandiri, bisa menjadikan nilai tambah untuk perumahan itu sendiri yang membuat calon pembeli rumah lebih yakin aka kebutuhan primernya terpenuhi dengan baik.

Di era teknologi yang berkembang semakin pesat, menuntut manusia untuk melakukan berbagai inovasi yang bisa mempermudah suatu pekerjaan tanpa mengurangi keakurasian hasil. Selain mempermudah pekerjaan manusia, dengan kemajuan teknologi bisa juga digunakan sebagai alat kontrol kebutuhan manusia.

Dengan memanfaatkan teknologi yang dimiliki Arduino Uno, kita dapat melakukan proses data untuk melakukan monitor mutu air bersih berupa

pH, suhu, TDS dan penggunaan air bersih. Dengan teknologi LoRa, memungkinkan untuk melakukan pengiriman data dengan lebih efisien menggunakan jaringan nirkabel dan kebutuhan daya yang rendah. Alat monitoring pemakaian air dan mutu air bersih yang sesuai dengan standar SK Permenkes No.416 tahun 1990 dalam satu kompleks perumahan ini akan membantu konsumen mengetahui dan mengontrol seberapa besar pemakaian air beserta biayanya. Juga membantu pengelola air bersih untuk mengetahui kebutuhan harian air bersih dengan mutu air bersih yang sesuai dengan standar didalam satu kompleks perumahan secara real-time, sehingga memudahkan dalam penyediaannya. Dan mengurangi biaya operasional dan tenaga yang dikeluarkan untuk melakukan pengecekan ke tiap-tiap pelanggan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah sebuah komputer kecil (special purpose computers) di dalam satu IC yang berisi CPU, memori, timer, saluran komunikasi serial dan paralel, port input/output, ADC. Mikrokontroler digunakan untuk suatu tugas dan menjalankan suatu program.



Gambar 2.1 IC Mikrokontroler

Saat ini keluarga Mikrokontroler yang ada dipasaran yaitu intel 8048 dan 8051 (MCS51), Motorola 68HC11, microchip PI, hitachi H8, dan atmel AVR..

2.2 LoRa

LoRa merupakan singkatan dari Long Range, dimana module ini menggunakan frekuensi radio dengan jarak yang jauh dan konsumsi daya yang rendah, yang dibuat oleh perusahaan Semtech. LoRa hanya perlu diberikan baterai sebagai supply utama untuk dapat beroperasi dengan baik. Implementasi LoRa pada objek-objek sangatlah mudah karena tidak memerlukan instalasi yang kompleks.

Beberapa konfigurasi LoRa yang pada umumnya harus diatur agar dapat bekerja dengan baik adalah :

- Frekuensi
- Bandwidth
- Spreading factor
- TX power
- Code rate

2.3 Water Flow Meter

Flow meter adalah sensor yang berfungsi sebagai penghitung debit air yang mengalir pada ruang penampang tertentu seperti paralon atau pipa. Sensor flow meter harus digunakan bersama microprosesor untuk menghitung kecepatan, dikarenakan outputan sensor berupa sinyal pulsa. Rotor akan bergerak dengan kecepatan yang berubah-ubah sesuai dengan kecepatan aliran air yang mengalir. Sedangkan pada sensor hall efek yang terdapat pada sensor ini akan membaca sinyal yang berupa tegangan yang diubah menjadi pulsa. Sinyal tersebut dapat diolah menjadi data digital melalui pengendali atau mikrokontroler.

Spesifikasi flow meter :

- Tegangan operasional 5Vdc
- Minimal arus operasional 15mA
- Flow rate 1-30L/min
- Load capacity 10mA (DC 5V)
- Suhu operasi maksimal 80°
- Suhu air maksimal 120°
- Kelembaban 35% - 90%RH
- Tekanan air maksimal 2.0 Mpa

2.4 Sensor pH

pH dapat diukur secara akurat oleh sensor yang mengukur perbedaan potensial antara dua elektroda pembentuk probe, elektroda referensi (perak/perak klorida) dan elektroda kaca yang sensitive terhadap ion hidrogen.



Gambar 2.9 Modul Sensor pH Arduino

Untuk terhubung dengan Arduino memerlukan rangkaian untuk pengkondisian sinyal dengan tepat dan akan membutuhkan input analog (AO), power (5V) dan dua GND yang sebenarnya pada rangkaian sensor tersebut terpisah tetapi dapat menggunakan yang sama.

2.5 Sensor TDS

Total Dissolved Solid (TDS) adalah jumlah zat terlarut (baik zat organik maupun anorganik) yang terdapat pada sebuah larutan. TDS menggambarkan jumlah zat terlarut dalam part per million (ppm) atau miligram per liter (mg/l).

Menurut WHO (World Health Organization), kandungan mineral dalam air tidak akan berpengaruh terhadap kesehatan selama air masih dikategorikan tawar. Meski begitu, WHO menetapkan standar kandungan padatan terlarut dalam air minum yang terbagi menjadi beberapa kriteria level.

Tabel 2.1 Standar kandungan TDS menurut WHO

Kandungan TDS (mg/l)	Penilaian Rasa Air
< 300	Bagus sekali
300 – 600	Baik
600 – 900	Bisa diminum
900 – 1200	Buruk / Berbahaya

Spesifikasi TDS sensor :

- Signal transmitter board
- Input voltage : 3.3 ~ 5.5 V
- Output voltage : 0 ~2.3 V
- Working current : 3 ~ 6 mA
- Range pengukuran : 0 ~1000 ppm
- Akurasi pengukuran : ± 10% F.S (25°C)
- Module size : 42 x 32mm

2.6 Sensor Suhu

Sensor suhu adalah suatu komponen yang dapat mengubah besaran panas menjadi besaran listrik sehingga dapat mendeteksi gejala perubahan suhu pada obyek tertentu. Sensor suhu jua merupakan dari

keluarga transduser. Jenis-jenis sensor suhu yang sering ditemukan dalam rangkaian elektronika berdasarkan karakteristiknya yaitu :

- Thermostat
- Thermistor
- Resistive Temperature Detector (RTD)
- Thermocouple

2.7 LCD (Liquid Crystal Display)

LCD (Liquid Crystal Display) adalah komponen yang menggunakan kristal cair yang mempunyai fungsi sebagai tampilan suatu data, baik karakter, huruf atau grafik.



Gambar 2.13 LCD

LCD lebih hemat energi dibandingkan dengan model CRT. Konsumsi daya listrik yang rendah ini membuat battery akan lebih tahan lama. Dengan LCD tampilan gambar akan kelihatan halus.

2.8 Power Supply

Catu Daya atau sering disebut dengan Power Supply adalah sebuah piranti yang berguna sebagai memasok listrik untuk piranti lain. Daya untuk menjalankan peralatan elektronik dapat diperoleh dari berbagai sumber.

2.9 Transfer Data ke Website

2.9.1 API (Application Programming Interface)

API adalah singkatan dari Application Programming Interface yang merupakan sebuah antarmuka yang digunakan untuk menghubungkan antara satu aplikasi dengan aplikasi yang lain. Peran dari API adalah untuk sebagai perantara yang menghubungkan aplikasi berbeda, baik dari platform yang sama maupun lintas platform.

Fungsi utama dari API adalah

- Membantu beban kerja dari server
- Mengembangkan aplikasi lebih cepat dan efektif
- Menciptakan aplikasi yang bersifat fungsional

2.9.4 Website

Website merupakan kumpulan halaman dalam suatu domain yang memuat tentang berbagai informasi agar dapat dibaca dan dilihat oleh pengguna internet melalui mesin pencari. Biasanya untuk tampilan awal sebuah website dapat diakses melalui halaman utama (homepage) menggunakan browser dengan menuliskan URL yang tepat. Di dalam sebuah

homepage, juga memuat beberapa halaman web turunan yang saling terhubung satu dengan yang lain.

3. METODA

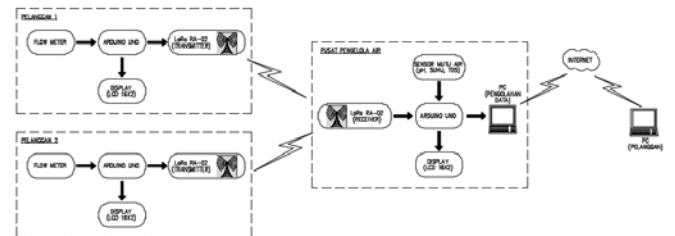
Di pusat pengelolaan air juga dilakukan pengukuran mutu air berupa pH, suhu dan TDS yang mengacu kepada SK Permenkes no. 416 tahun 1990 tentang persyaratan kualitas air bersih pada air di penampungan air sebelum disalurkan kepada pelanggan.

Tabel 3.1 Tabel Persyaratan Kualitas Air Bersih Berdasarkan SK Permenkes No. 415 tahun 1990

No.	Parameter	Satuan	Kadar Maksimum	Keterangan
A	<u>Fisika</u>			
	Jumlah zat padat terlarut (TDS)	mg/L	1500	-
2	Suhu	°C	Suhu udara ±3°C	-
B	<u>Kimia</u>			
1	pH	-	6.5 – 9.0	Merupakan batas min. dan maks., khusus air hujan pH min. 5.5

3.1 Diagram Blok

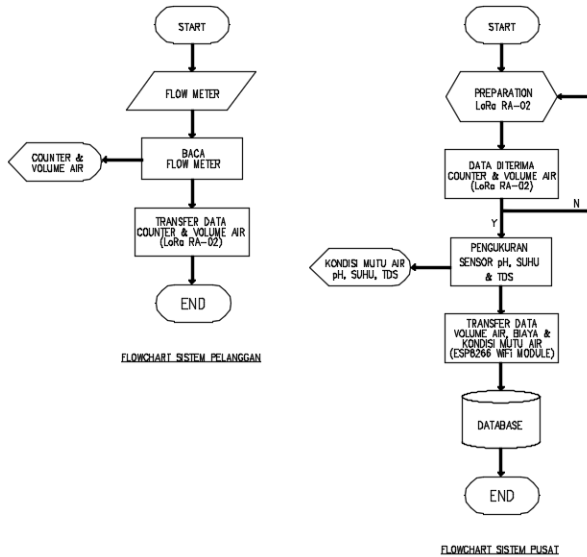
Perancangan dan pembuatan system monitoring pemakaian air bersih pada komplek perumahan ini dengan menggunakan Arduino Uno (board yang menggunakan mikrokontroler) yang tergabung dalam sebuah rangkaian. Dan untuk pengiriman data dari pelanggan ke pusat menggunakan LoRa. Didalam perancangan alat ini dibagi menjadi dua yaitu perancangan perangkat keras (hardware) dan perangkat lunak (software).



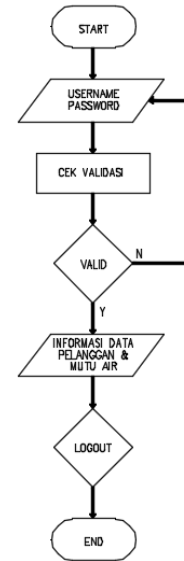
Gambar 3. 1 Diagram Blok Alat

3.2 Diagram Alur

3.2.1 Diagram Alur Sistem



Gambar 3.25 Flowchart Sistem



Gambar 3.26 Flowchart Website

Pada pipa yang menuju pelanggan dipasang sebuah flow meter, dimana keluaran flow meter ini akan menjadikan inputan pada arduino uno. Di dalam Arduino Uno, inputan flow meter diolah menjadi besaran volume dan akan ditampilkan pada display pelanggan dan data dikirimkan ke pusat pengelola air bersih dengan menggunakan jaringan nirkabel LoRa.

Data yang diterima oleh pusat dari pelanggan akan diolah dan dikonversikan ke dalam rupiah untuk mendapatkan besaran biaya yang ditanggung tiap-tiap pelanggan. Pada pengolahan data diperlukan beberapa variable pendukung antara lain:

- Banyaknya pemakaian air dalam kubik
- Harga perkubik air

Untuk melakukan transfer data dari pelanggan ke pusat, LoRa akan dipasang pada kedua sisi alat. Pada sisi pelanggan akan disetting sebagai transmitter dan sebagai receiver pada sisi pusat. Sedangkan untuk monitoring mutu air bersih pada kolam penampung air bersih sebelum disalurkan kepada pelanggan, sensor akan mendeteksi suhu air, pH air dan kekeruhan air. Data dari sensor akan diolah oleh Arduino untuk ditransfer ke database dengan menggunakan cable data dan akan memberikan display kondisi mutu air.

3.2.1 Diagram Alur Website

Pelanggan dapat memonitor besar pemakaian air beserta biaya yang dikeluarkan dan sekaligus memonitor mutu air berupa nilai pH, suhu dan TDS pada air yang disalurkan melalui website.

3.3 Arduino Uno

Arduino uno adalah board yang menggunakan mikrokontroler berbasis Atmega328P. Adapun data teknis board Arduino Uno R3 adalah sebagai berikut :

- Mikrokontroler : Atmega 328
- Tegangan Operasi : 5V
- Tegangan input (recommended): 7-12 V
- Tegangan input (limit) : 6-20 V
- Pin digital I/O : 14 (6 diantaranya pin PWM)
- Pin analog input : 6
- Arus DC per pin I/O : 40 mA
- Arus DC untuk pin 3.3 V : 150 mA
- Flash memory : 32 KB dengan 0.5 KB digunakan untuk Bootloader
- EEPROM : 1 KB
- Kecepatan Pewaktuan : 16 Mhz

3.4 LoRa RA-02

LoRa module RA-02 merupakan salah satu perangkat LoRa yang diciptakan oleh AI-Thinker. RA-02 menggunakan Semtec SX1278 sebagai chip LoRa. Dengan nilai sensitivity hingga -141 dBm dan output power hingga +20 dBm.

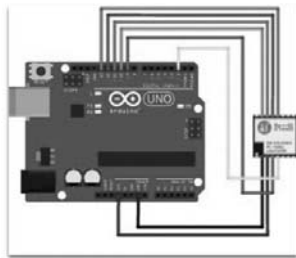


Gambar 3.16 AI-Thinker RA-02 LoRa Module

RA-02 memiliki spesifikasi antara lain :

- Frequency range : 410 MHz – 525 MHz
- Port : SPI & GPIO
- Operating voltage : 1.8 V – 3.7 V
- Working current : receive less than 10.8 mA, transmit less than 120 mA
- Pin pitch :2.0 mm
- Working temperature : -40 - +85 degrees

RA-02 dapat digunakan dengan Arduino dengan menggunakan protokol SPI.



Gambar 3.17 Rangkaian Arduino Uno dengan RA-02 Module

3.5 Water Flow Meter

Flow meter merupakan sensor yang berfungsi sebagai penghitung debit air yang mengalir pada ruang penampang tertentu seperti paralon atau pipa.

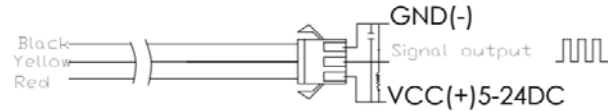


Gambar 3.2 Water Flow Sensor YF-S201 1/2”

Spesifikasi flow meter :

- Working voltage : 5-24 VDC
- Maximum current : 15 mA (DC 5V)
- External diameter : 20 mm
- Flow rate range : 1-30 L/min
- Operating temperature : 0°-80°
- Liquid temperature : < 120°C
- Operating humidity : 35% - 90%RH
- Operating pressure : under 1.2Mpa
- Store temperature : -25°C ~ +80°C

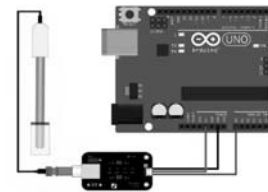
Sensor flow meter harus digunakan bersama microprosesor untuk menghitung kecepatan, dikarenakan outputan sensor berupa sinyal pulsa. Wiring pada sensor flow meter ini sangat sederhana, yaitu berupa 3 wire hitam (GND), merah (VCC) dan kuning (sinyal).



Gambar 3.3 Wiring Water Flow Sensor

3.6 Sensor pH

Cara kerja dari modul sensor adalah elektroda akan membaca pengukuran pH berupa tegangan analog. Pembacaan dari elektroda diterima akan lebih mudah terbaca oleh Arduino untuk dikonversi dari tegangan ke nilai suhu.



Gambar 3.6 Wiring Arduino dan Sensor pH [8]

3.7 Sensor TDS

TDS sensor yang digunakan pada rancangan alat ini adalah Gravity Analog TDS Sensor Meter For Arduino SKU SEN0244. Dengan input tegangan lebar 3.3 ~ 5.5V dan keluaran tegangan analog 0 ~ 2.3V, yang membuatnya kompatibel dengan system control 5V atau 3.3V.



Gambar 3.11 TDS Sensor

Spesifikasi TDS sensor :

- Input voltage : 3.3 ~ 5.5 V
- Output voltage : 0 ~2.3 V
- Working current : 3 ~ 6 mA
- Range pengukuran : 0 ~1000 ppm
- Akurasi pengukuran : ± 10% F.S (25°C)
- Module size : 42 x 32mm
- Jumlah jarum : 2
- Panjang : 83cm
- Probe : waterproof

3.8 Sensor Suhu

Modul sensor suhu menggunakan DS18B20 digital temperature probe yang merupakan sensor suhu digital dengan single wire data bus/1-wire protocol. Sensor ini mampu membaca suhu dengan rentang -55°C hingga 125°C dan mempunyai fungsi alarm dengan nonvolatile user-programmable upper dan trigger point yang rendah.

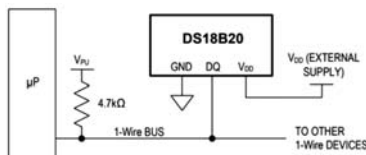


Gambar 3.7 Sensor Suhu DS18B20

Fitur utama dari sensor DS18B20 :

- Interface menggunakan 1-wire sebagai komunikasi data.
- Terdapat pengenalan unik 64 bit pada setiap sensor.
- Dapat mengukur suhu dari range -55°C ~ 125°C.
- Keakurasian sensor yaitu +/-0.5°C pada suhu -10°C sampai +85°C.
- Resolusi sensor yaitu 9-12 bit.
- Dapat mengkonversi data suhu 12-bit (digital word) hanya membutuhkan waktu 750 ms.
- Power supply range 3.0 – 5.5V

Sensor bekerja dengan metode komunikasi 1-wire. Ini hanya memerlukan satu pin data terhubung ke mikrokontroler dengan resistor pull up dan dua pin lainnya digunakan untuk daya seperti yang ditunjukkan di bawah ini.



Gambar 3.9 Gambar Rangkaian DS18B20

Data ini dapat dibaca dengan menggunakan metode 1-wire dengan mengirimkan data secara berurutan.

3.9 LCD 16x2

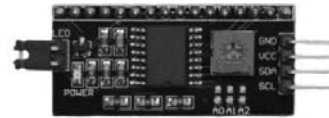
LCD (Liquid Crystal Display) adalah komponen yang menggunakan kristal cair yang mempunyai fungsi sebagai tampilan suatu data, baik karakter, huruf atau grafik. Fitur pada LCD :

- Terdiri dari 16 kolom, 2 baris
- Mempunyai 192 karakter tersimpan
- Dapat dialamati dengan mode 4 bit dan 8 bit
- Dilengkapi dengan backlight

Untuk menghemat pin pada Arduino, diperlukan modul tambahan sebagai antarmuka yaitu I2C sehingga hanya membutuhkan pin SDA dan SCL.

Spesifikasi modul :

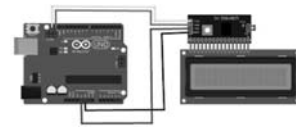
- Tegangan beroperasi Antara 2-5 Vdc
- Kompatibel dengan semua jenis mikrokontroler
- Kendali 8 bit menggunakan antarmuka I2C
- Open-drain interrupt output



Gambar 3.22 Modul I2C

Pin koneksi ke Arduino :

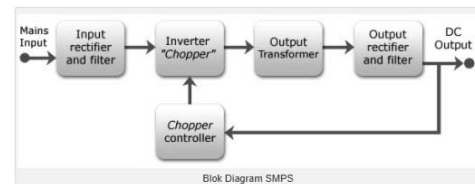
- GND : terhubung dengan GND Arduino
- VCC : terhubung dengan 5V
- SDA : terhubung dengan pin SDA (A4)
- SCL : terhubung dengan pin SCL (A5)



Gambar 3.23 Wiring LCD dengan I2C ke Arduino Uno

3.10 Catu Daya Switching

Salah satu kelemahan dari power supply konvensional adalah efisiensi yang rendah karena mengambil tegangan dari hasil penyearah sinyal sinus. Untuk meningkatkan efisiensi power supply maka sinyal yang disearahkan harus berupa sinyal kotak. Dalam hal ini kemudian muncul sebuah power supply sistem baru dengan metode pensaklaran yang disebut sistem switching. Dan biasanya power supply switching ini terdapat pada rangkaian sumberdaya utama sebuah peralatan elektronik. Nama lain power supply switching adalah SMPS (Switched Mode Power Supply).



Gambar 3.24 Blok Diagram SMPS

Power supply switching atau SMPS secara garis besar meliputi kerja :

- Penyearah, merubah tegangan masukan AC menjadi tegangan keluaran DC

- Konverter, merubah tegangan DC menjadi tegangan keluaran DC sesuai kebutuhan
- Filtering, menghilangkan denyut atau ripple pada tegangan keluaran
- Regulasi, membuat tegangan keluaran agar tetap stabil terhadap perubahan tegangan masukan dan perubahan beban
- Isolasi, membatasi bagian primer dan bagian sekunder dengan tujuan agar chasis jika dipegang tidak menimbulkan bahaya akibat sengatan listrik
- Proteksi, mampu melindungi peralatan elektronik dari tegangan keluaran yang over serta melindungi power supply dari kerusakan jika terdapat suatu kesalahan



Gambar 4.1 Pengujian Flow Meter

- Pengujian besar pH dilakukan dengan membandingkan hasil ukur dari sensor pH dengan kertas lakmus universal test paper Indo Master dengan range pH 0~14.

3.11 Transfer Data ke Website

3.10.1 API (Application Programming Interface)

API adalah singkatan dari Application Programming Interface yang merupakan sebuah antarmuka yang digunakan untuk menghubungkan antara satu aplikasi dengan aplikasi yang lain. Peran dari API adalah untuk sebagai perantara yang menghubungkan aplikasi berbeda, baik dari platform yang sama maupun lintas platform.

Fungsi utama dari API adalah

- Membantu beban kerja dari server
- Mengembangkan aplikasi lebih cepat dan efektif
- Menciptakan aplikasi yang bersifat fungsional

3.10.2 Website

Website merupakan kumpulan halaman dalam suatu domain yang memuat tentang berbagai informasi agar dapat dibaca dan dilihat oleh pengguna internet melalui mesin pencari. Biasanya untuk tampilan awal sebuah website dapat diakses melalui halaman utama (homepage) menggunakan browser dengan menuliskan URL yang tepat. Di dalam sebuah homepage, juga memuat beberapa halaman web turunan yang saling terhubung satu dengan yang lain.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengujian Alat

Setelah melakukan perancangan dan pembuatan alat, maka dapat dilakukan pengujian dan analisa terhadap alat. Pada pengujiannya, dilakukan pada air PAM dengan beberapa langkah diantaranya adalah :

- Pengujian besar volume air dilakukan dengan membandingkan antara nilai counter dari flowmeter yang bisa dilihat dari tampilan data serial arduino dengan volume air yang dihasilkan menggunakan gelas ukur.



Gambar 4.2 Pengujian nilai pH pada air PAM

- Pengujian besar temperature dilakukan dengan membandingkan hasil ukur dari sensor suhu DS18B20 dengan digital thermometer TP101 dengan range $-50^{\circ}\text{C} \sim +300^{\circ}\text{C}$.



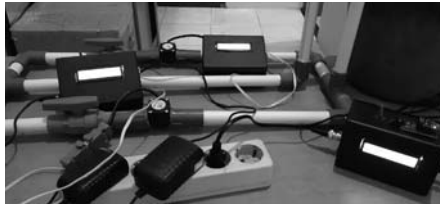
Gambar 4.3 Pengukuran nilai suhu pada air PAM

- Pengujian besar TDS dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran sensor TDS dengan TDS-3 meter mediatech yang mempunyai akurasi $\pm 2\%$.



Gambar 4.4 Pengujian nilai TDS pada air PAM

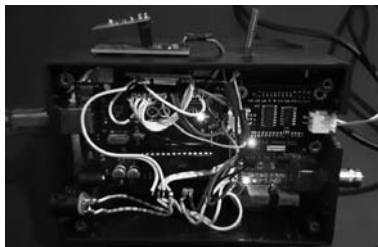
- Pengujian LoRa dilakukan dengan mengatur jarak antara pelanggan (transmitter) dan pusat (receiver).



Gambar 4.5 Hasil perancangan dan pembuatan alat



Gambar 4.6 Rangkaian alat pengukur flow meter pada pelanggan air



Gambar 4.7 Rangkaian alat penerima data pelanggan dan pengukur mutu air PAM

Pada pengujian flow meter, tegangan yang dihasilkan adalah 0V pada kondisi low dan 4.94V pada kondisi high. Hasil pengujian flow meter untuk membandingkan besar volume air berdasarkan spesifikasi sensor didapatkan data :

Tabel 4.1 Data hasil perbandingan volume air

Data	Counter	Voltage (V)	Teori Volume (m3)	Teori (ml/counter)	Volume Gelas ukur (ml)	Volume (ml/counter)
1	61	4.94	0.000316	5.180	730	11.967
2	124	4.94	0.000485	3.911	1300	10.484
3	200	4.94	0.000865	4.325	1960	9.800
4	342	4.94	0.001480	4.327	3865	11.301
5	487	4.94	0.002107	4.326	5300	10.883
6	116	4.94	0.000502	4.238	1265	10.905
7	117	4.94	0.000506	4.325	1270	10.855

Hasil pengujian komunikasi data menggunakan LoRa dari pengirim (pelanggan) ke penerima (pusat) didapatkan data :

Table 4.2 Data hasil pengujian komunikasi data menggunakan LoRa

Data	Jarak (mtr)	Kondisi area	
		Ruang tertutup	Ruang terbuka
1	110	Tidak terkirim	Terkirim
2	110	Tidak terkirim	Terkirim
3	110	Tidak terkirim	Terkirim
4	110	Tidak terkirim	Terkirim
5	110	Tidak terkirim	Terkirim
6	110	Tidak terkirim	Terkirim
7	110	Tidak terkirim	Terkirim
8	110	Tidak terkirim	Terkirim
9	110	Tidak terkirim	Terkirim
10	110	Tidak terkirim	Terkirim

Untuk kalibrasi sensor pH dilakukan dengan cara membandingkan hasil pengukuran sensor dengan kertas lakmus. Sehingga didapatkan data sebagai berikut:

Table 4.3 Data hasil pengujian sensor pH

Data	Sensor pH	Voltage (V)	Kertas Lakmus
1	3.99	4.52	4.1
2	3.99	4.52	4.1
3	6.70	4.04	6.8
4	6.73	4.08	6.8
5	9.55	3.59	9.2
6	9.53	3.59	9.2

Perbandingan hasil dari pengukuran sensor suhu dengan digital thermometer didapatkan data sebagai berikut :

Table 4.4 Data hasil pengujian sensor suhu

Data	Kondisi	Thermometer (°C)	Sensor suhu (°C)
1	Menit 1	78.1	78
2	Menit 1	78.1	77
3	Menit 55	50.8	49
4	Menit 55	50.8	49
5	Air es	9.1	9
6	Air es	9.1	9

Untuk pengujian sensor TDS diukur dengan membandingkan pengukuran TDS meter Mediatech TDS-3 meter dengan nilai akurasi ± 2% dan didapatkan data sebagai berikut :

Table 4.5 Data hasil pengujian sensor TDS

Data	Sensor TDS (ppm)	Voltage (V)	TDS meter (ppm)
1	1255	2.37	1390
2	1260	2.36	1390
3	1086	2.16	1070
4	1086	2.17	1070
5	4	0.52	8
6	4	0.51	8

4.2 Analisa Alat

Dari hasil pengujian alat yang telah dilakukan, dapat dilakukan analisa meliputi :

1. Ralat mutlak

$$(\Delta x) = \sqrt{\frac{\sum(x - \bar{x})^2}{n(n - 1)}}$$

2. Ralat nisbi

$$(I) = \frac{\Delta x}{\bar{x}} 100\%$$

3. Keseksamaan

$$(k) = 100\% - I$$

4. Standar deviasi

$$STDEV = \sqrt{\left(\frac{n \sum x^2 - (\sum x)^2}{n(n - 1)}\right)}$$

Dimana :

x = nilai dari pengukuran

\bar{x} = nilai rata-rata dari pengukuran

n = banyaknya pengambilan data

Hasil analisa untuk :

1. Flow meter

Tabel 4.6 hasil analisa perhitungan flowmeter

Data	Teori (ml/counter) (x _a)	Pengujian (ml/counter) (x)	x- \bar{x}	x ²
1	5.180	11.967	1.082	143.214
2	3.911	10.484	-0.401	109.912
3	4.325	9.800	-1.085	96.040
4	4.327	11.301	0.416	127.716
5	4.326	10.883	-0.002	118.439
6	4.328	10.905	0.020	118.923
7	4.325	10.855	-0.030	117.825
$\sum x = 76.195$		$\bar{x} = 10.885$	$\sum(x - \bar{x}) = 0.000$	
$\sum x^2 = 832.068$		$\Delta x = 0$	$I = 0$	
k = 100%		STDEV = 0.669		

2. Sensor pH

Tabel 4.7 hasil analisa perhitungan sensor pH

Data (n)	Berdasar teori (x _a)	Berdasar pengujian	Deviasi Pengujian(x)	x- \bar{x}	x ²
1	4.1	3.99	0.110	0.158	0.012
2	4.1	3.99	0.110	0.158	0.012
3	6.8	6.70	0.100	0.148	0.010
4	6.8	6.73	0.070	0.118	0.005
5	9.2	9.53	-0.330	-0.282	0.109
6	9.2	9.55	-0.350	-0.302	0.123
$\sum x^2 = 0.271$		$\bar{x} = 6.794$	$\sum x = 33.97$	$\sum(x - \bar{x}) = 0.000$	
$\Delta x = 0$		$I = 0$	k = 100%	STDEV = 0.438	

3. Sensor suhu

Tabel 4.8 hasil analisa perhitungan sensor suhu

Data (n)	Berdasar teori (x _a)	Berdasar pengujian	Deviasi Pengujian(x)	x- \bar{x}	x ²
1	78.1	78	0.1	-0.733	0.01
2	78.1	77	1.1	0.267	1.21
3	50.8	49	1.8	0.967	3.24
4	50.8	49	1.8	0.967	3.24
5	9.1	9	0.1	-0.733	0.01
6	9.1	9	0.1	-0.733	0.01
$\sum x^2 = 7.72$		$\bar{x} = 0.833$	$\sum x = 5.000$	$\sum(x - \bar{x}) = 0.000$	
$\Delta x = 0$		$I = 0$	k = 100%	STDEV = 0.843	

4. Sensor TDS

Tabel 4.9 hasil analisa perhitungan sensor TDS

Data (n)	Berdasar teori (x _a)	Berdasar pengujian	Deviasi Pengujian(x)	x- \bar{x}	x ²
1	1390	1255	135	94.833	18225
2	1390	1260	130	89.833	16900

				3	0
3	1070	1086	-16	- 56.16 7	256
4	1070	1086	-16	- 56.16 7	256
5	8	4	4	- 36.16 7	16
6	8	4	4	- 36.16 7	16
$\sum x^2 = 35669$		$\bar{x} = 40.167$	$\sum x = 241$	$\sum(x - \bar{x}) = 0.000$	
$\Delta x = 0$		$I = 0$	$k = 100\%$	STDEV = 72.096	

4.3 Pembahasan

Dari hasil pengujian dan analisa alat mendapatkan keseksamaan alat 100% dengan standar deviasi flow meter 0.669, pH sensor 0.438, sensor suhu 0.843 dan TDS sensor 72.096. Nilai standard deviasi pada TDS sensor masih masuk range pembacaan sensor yang sesuai datasheet sensor yaitu akurasi $\pm 10\%$.

Untuk pengujian LoRa sebagai media pengiriman data dengan jaringan nirkabel, data dapat terkirim dengan baik secara real time saat posisi transmitter dan receiver LoRa berada diluar ruangan tanpa ada halangan dinding pada jarak 110 meter.

5. SIMPULAN

Berdasarkan dari hasil pengujian dan analisa alat monitoring ini dapat disimpulkan bahwa :

- Hasil pengukuran dari sensor dan alat ukur menghasilkan tingkat akurasi 100%.
- LoRa akan sangat baik dalam mengirimkan data disaat posisi tidak terhalang dinding.
- Transfer data lebih dari 10 pelanggan diperlukan pengujian LoRa lagi.
- Dari hasil analisa sensor – sensor didapatkan, sensor flow meter memiliki tingkat keseksamaan 100% dengan standar deviasi 0.669, pH meter dengan tingkat keseksamaan 100% dengan standar deviasi 0.438, sensor suhu dengan tingkat keseksamaan 100% dengan standar deviasi 0.843 dan TDS meter tingkat keseksamaan 100% dengan standar deviasi 72.096.

DAFTAR PUSTAKA

[1].Arduino. What is Arduino
 [2].<https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction>
 [3].Semtech. What is LoRa. Diambil dari <https://www.semtech.com/lora/what-is-lora>

[4].Riza Puspitaningrum, 2004, Alat Pengkonversi Terameter Air ke Dalam Rupiah Berbasis Mikrokontroller AT89S51, D3 Instrumentasi, FTI, ITS, Surabaya.
 [5].Ilearning. Pengertian Arduino. Diambil dari <https://ilearning.me/sample-page-162/arduino/pengertian-arduino-uno/>
 [6].Deni Kurnia. Belajar Sendiri Arduino. Diambil dari https://www.academia.edu/33141220/BELAJAR_SENDIRI_ARDUINO
 [7].Imam Abdul Rozaq, Dkk, 2018, Karakterisasi dan Kalibrasi Sensor pH Menggunakan Arduino Uno, Prosiding SENDI_U 2018
 [8].Anifatul Faricha, Dkk, 2019, Analisa Studi Tentang Perancangan Alat Monitoring Kualitas Air PDAM Berbasis Internet of Things, Jurnal Teknologi dan Terapan Bisnis (JTTB), Vol.2. No.1, Maret 2019.
 [9].Dickson Kho, Pengertian Sensor Efek Hall (Hall Effect Sensor) dan Prinsip Kerjanya. Diambil dari <https://teknikelektronika.com/pengertian-sensor-efek-hall-hall-effect-sensor-prinsip-kerja-efek-hall/>
 [10]. Elektronika Dasar, August 15th 2020, Definisi Dan Fungsi Sensor Efek Hall. <http://elektronika-dasar.web.id/definisi-dan-fungsi-sensor-efek-hall/>
 [11]. Components 101, 7 May 2018, DS18B20 Temperature Sensor. <https://components101.com/sensors/ds18b20-temperature-sensor>
 [12]. Dickson Kho, Pengertian Sensor Suhu dan Jenis-Jenisnya. Diambil dari <https://teknikelektronika.com/pengertian-sensor-suhu-jenis-jenis-sensor-suhu/>
 [13]. DFROBOT, Gravity Analog TDS Sensor Meter For Arduino SKU SEN0244. Diambil dari https://wiki.dfrobot.com/Gravity_Analog_TDS_Sensor_Meter_For_Arduino_SKU_SEN0244#target_6
 [14]. Components 101, 4 April 2018, ATmega328P Microcontroller. <https://components101.com/microcontrollers/atmega328p-pinout-features-datasheet>
 [15]. Satriapujirawan, 2017, Pelajari tentang Sensor Suhu DS18B20 dan Bagaimana Penyambungan Alat Tersebut Sebagai Input pada Perangkat Raspberry Pi Sebagai Sensor Suhu Sebuah Ruangan. <https://kl801.ilearning.me/2017/02/26/pelajari-tentang-suhu-ds18b20-dan-bagaimana-penyambungan-alat-tersebut-sebagai-input-pada->

perangkat-raspberry-pi-sebagai-sensor-suhu-sebuah-ruangan/

- [16]. Elekkomp, December 5, 2017, Pengertian LCD dan Fungsinya. <https://elekkomp.blogspot.com/2017/12/pengertian-lcd-dan-fungsinya.html>
- [17]. Dosen Pendidikan 2, Power Supply adalah. <https://www.dosenpendidikan.co.id/power-supply/>
- [18]. Agus Faudin, 2017, Cara Mengakses modul display LCD 16x2. <https://www.nyebarilmu.com/cara-mengakses-modul-display-lcd-16x2/>
- [19]. Fauzi Amani & Kiki Prawiroredjo, Alat Ukur Kualitas Air Minum Dengan Parameter pH, Suhu, Tingkat Kekeruhan, dan Jumlah Padatan Terlarut. <https://www.nyebarilmu.com/cara-mengakses-modul-display-lcd-16x2/>
- [20]. Muhammad Robith Adani, Desember 16, 2020, Pengenalan Apa Itu Website Beserta Fungsi, Manfaat dan Cara Membuatnya. <https://www.sekawanmedia.co.id/pengertian-website/>
- [21]. Muhammad Robith Adani, November 27, 2020, Mengenal Penggunaan dari API Beserta Fungsi dan Contohnya. <https://www.sekawanmedia.co.id/pengertian-api/>
- [22]. Dicoding Indonesia, 15 May 2021, Tutorial Node.js : Apa itu Node.js dan dasar-dasar Node.js. <https://www.dicoding.com/blog/apa-itu-node-js/>
- [23]. Aldwin Nayoan, October 19, 2019, Pengenalan Node.js Lengkap bagi Pemula. <https://www.niagahoster.co.id/blog/node-js-adalah/>
- [24]. Harry Ham., S,Kom., M,Eng, Binus University School of Computer Science, Apa tu React.js. <https://socs.binus.ac.id/2019/12/30/apa-itu-react-js/>