

# SIMULASI SISTEM PEMANTAUAN KEBERSIHAN AIR PADA PIPA PERUMDA AIR MINUM KOTA MAKASSAR MENGUNAKAN ARDUINO UNO DAN ESP8266

Roi Gunawan Loinar<sup>1)</sup>, Sean Coonery Sumarta<sup>2)</sup>

<sup>1,2</sup>Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Atma Jaya Makassar  
Alamat e-mail: roigunawan.rg@gmail.com<sup>1)</sup>, sean.c.sumarta@lecturer.uajm.ac.id<sup>2)</sup>

## ABSTRACT

*The regional public drinking water company (PERUMDA) of the city of Makassar still often experiences problems with clean water that is not always well distributed, such as cloudy, smelly or colored. This problem can be caused by several things such as a pipe leak, the age of the pipe, and others. the result of the system simulation created can help PERUMDA Makassar in monitoring the cleanliness of the water in the pipe, so that it can speed up the process of finding the location of the problematic pipe. utilizing the wireless sensor network in the process of sending data wirelessly.*

**Keywords:** Clean Water, Distribution Pipe, ESP8266, PERUMDA, Simulation.

## 1. PENDAHULUAN

Berdasarkan data dari PERUMDA Air Minum Kota Makassar yang berlokasi di Jalan Dr. Ratulangi No 3, pada tahun 2020 tercatat sebanyak 10.325 total pengaduan dan total yang telah dikerjakan sebanyak 8.762 pengaduan sehingga masih terdapat 1.563 pengaduan yang belum selesai dikerjakan. Pada tahun 2020 jumlah pengaduan terbanyak berada pada jenis pengaduan kebocoran dengan total pengaduan sebanyak 3.933 dan pada urutan kedua yaitu jenis pengaduan tidak mendapatkan air dengan total pengaduan sebanyak 3.120 pengaduan. Sedangkan pada tahun 2021 dari bulan Januari sampai 1 November 2021 tercatat total pengaduan sebanyak 17.201 pengaduan dan total yang telah dikerjakan sebanyak 16.260 total pengaduan. Total pengaduan pada tahun 2021 ini telah digabung dengan sisa pengaduan yang belum selesai dikerjakan pada tahun 2020. Pada tahun 2021 jumlah pengaduan terbanyak sampai pertanggal 1 November 2021 berada pada jenis pengaduan kebocoran dengan total pengaduan sebanyak 5.670 dan pada urutan kedua yaitu jenis pengaduan tidak mendapatkan air dengan total pengaduan sebanyak 4.273 pengaduan.

Masalah tersebut dapat disebabkan oleh beberapa hal seperti karena adanya kebocoran pada pipa, faktor usia pipa, kesalahan saat melakukan instalasi atau

pemasangan, tingkat tekanan air yang tidak sesuai, pembersihan pipa transmisi yang dilakukan oleh pihak PERUMDA air minum, pencurian air, maupun proses penggalian lainnya seperti penggalian jaringan kabel fiber optic dan limbah bawah tanah. Dampak yang ditimbulkan dari masalah tersebut yaitu kebersihan dan kelayakan air untuk diminum menjadi menurun karena air yang terdistribusi menjadi keruh, berbau, berwarna, jumlah debit air yang berkurang, atau adanya rembesan air di suatu daerah tertentu. Beberapa hal tersebut menjadi sulit untuk dideteksi karena kondisi pipa distribusi yang ditanam di dalam tanah.

Sampai saat ini, cara PERUMDA air minum untuk mengatasi masalah pada pipa distribusi yang ditanam di dalam tanah masih menggunakan cara yang sederhana dan manual, PERUMDA air minum baru dapat mengetahui jika terjadi masalah pada pipa distribusi melalui laporan langsung dari masyarakat di daerah tertentu jika terjadi masalah seperti air yang menjadi keruh, berbau, berwarna, atau berasa. Akibat yang ditimbulkan karena permasalahan tersebut adalah waktu pengerjaan dan perbaikan dari pihak PERUMDA air minum semakin lama, hal ini juga dikatakan oleh petugas PERUMDA air minum yang diwawancarai peneliti dimana pihak PERUMDA mengalami kesulitan dalam mengetahui secara langsung dimana titik lokasi pipa yang bermasalah sehingga membutuhkan waktu

beberapa hari hanya untuk mencari lokasi pipa tersebut.

Untuk pencarian lokasi titik pipa yang bermasalah menggunakan teknologi wireless sensor network atau jaringan sensor nirkabel karena memungkinkan untuk memperoleh suatu informasi yang lengkap mengenai suatu kondisi tanpa harus berada di sekitar area sensor seperti suara, getaran, suhu, pergerakan [1]. Selain itu wireless sensor network terbentuk dari berbagai komponen jaringan yang memiliki fungsinya masing-masing, seperti node sensor yang digunakan untuk mengamati daerah yang akan dipantau dimana sensor tersebut akan mengubah data analog ke data digital, sink node memiliki kemampuan untuk mengumpulkan data dan informasi untuk kemudian dikirimkan kepada webserver / base station melalui gateway sebagai penghubung ke jaringan seperti internet sehingga informasi dapat diakses dari jarak jauh melalui perangkat seperti laptop, smartphone, remote control dan sebagainya. Sedangkan untuk mengetahui sebuah pipa mengalami masalah menggunakan sensor kekeruhan, pH dan total dissolved solids yang diatur melalui robotdun uno R3 untuk melihat nilai kebersihan air yang ada didalam pipa saat sedang didistribusikan.

Dalam simulasi ini menggunakan dua wadah yang berisi cairan yang berbeda dengan tujuan untuk mengumpakan air dalam pipa yang berada dalam satu jalur pipa yang sama tetapi berbeda lokasi dan mengalami dua hal yang berbeda yaitu air pertama memiliki kondisi air dalam keadaan bersih sedangkan pada air yang kedua kondisinya dalam keadaan kotor. Apabila salah satu titik pipa air terdeteksi menjadi keruh atau mengalami peningkatan atau penurunan pH dan TDS maka alat dan sensor akan langsung memberitahukan dan menampilkan data tingkat kekeruhan, pH dan TDS di dalam air yang didistribusikan dalam bentuk grafik yang ditampilkan secara realtime kepada kantor PERUMDA air minum jika terjadi masalah pada titik lokasi tersebut.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Kebersihan Air

[2] Air bersih sangat penting bagi kesehatan masyarakat, karena digunakan untuk keperluan sehari-hari seperti minum,

keperluan rumah tangga, produksi makanan atau tujuan rekreasi. Air yang aman dan tersedia adalah yang kualitasnya memenuhi syarat kesehatan dan dapat diminum apabila telah dimasak. Air bersih dapat ditemukan dengan mudah di alam, misalnya air di dalam tanah, air sumur dan air dari mata air pegunungan.

Berdasarkan keterangan dari peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia nomor 492/Menkes/Per/IV/2010 tahun 2010 air dapat digunakan apabila air telah melewati proses pengolahan atau tanpa proses pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung untuk diminum. Adapun parameter wajib yang ditetapkan oleh Menteri Kesehatan Republik Indonesia nomor 492/Menkes/Per/IV/2010 tahun 2010 adalah [3]:

Tabel 1 Standar kebersihan air menurut Menteri Kesehatan Republik Indonesia

Jenis Parameter	Satuan	Kadar maksimum yang diperbolehkan
Parameter yang berhubungan langsung dengan kesehatan		
a. Parameter Mikrobiologi		
1) E.Coli	Jumlah per 100 ml sampel	0
2) Total Bakteri Koliform	Jumlah per 100 ml sampel	0
b. Kimia an-organik		
1) Arsen	mg/l	0.01
2) Fluorida	mg/l	1.5
3) Total Kromium	mg/l	0.05
4) Kadmium	mg/l	0.003
5) Nitrit, (Sebagai NO <sub>2</sub> )	mg/l	3
6) Nitrat, (Sebagai NO <sub>3</sub> )	mg/l	50
7) Sianida	mg/l	0.07
8) Selenium	mg/l	0.01
Parameter yang tidak langsung berhubungan dengan kesehatan		
a. Parameter Fisik		
1) Bau		Tidak berbau

2)	Warna	TCU	15
3)	Total zat padat terlarut (TDS)	mg/l	500
4)	Kekeruhan	NTU	5
5)	Rasa		
6)	Suhu	°C	Suhu udara ±3
b. Parameter Kimiawi			
1)	Aluminium	mg/l	0.2
2)	Besi	mg/l	0.3
3)	Kesadahan	mg/l	500
4)	Khlorida	mg/l	250
5)	Mangan	mg/l	0.4
6)	pH		6,5-8,5
7)	Seng	mg/l	3
8)	Sulfat	mg/l	250
9)	Tembaga	mg/l	2
10)	Amonia	mg/l	1.5

Sumber: Menteri Kesehatan Republik Indonesia nomor 492/Menkes/Per/IV/2010 (2010)

## 2.2 Perusahaan Umum Daerah Air Minum Tirta Raharja (PERUMDA)

PERUMDA merupakan perusahaan yang sebelumnya bernama Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM), namun pada tahun 2019, PDAM Tirta Raharja mengalami perubahan bentuk badan hukum berdasarkan amanat PP 54 2017 tentang Badan Usaha Milik Daerah (BUMD). Selanjutnya, dengan ditetapkannya Peraturan Daerah Kabupaten Bandung Nomor 5 tahun 2019, maka PDAM Tirta Raharja berubah menjadi Perusahaan Umum Daerah Air Minum Tirta Raharja [4].

PERUMDA bertugas memberikan pelayanan air minum untuk penduduk wilayah kota Makassar secara keseluruhan, , khususnya untuk penyediaan air bersih untuk rumah tangga. Air yang disalurkan oleh PERUMDA ke rumah-rumah penduduk biasanya berasal dari pengunungan yang mengalir ke sungai kemudian di tampung terlebih dahulu di bak-bak penampungan (*reservoir*) kemudian di saring dan di distribusikan ke rumah-rumah pelanggan.

## 2.3 Sistem Monitoring

Sistem adalah bagian yang saling berkaitan yang beroperasi bersama untuk mencapai beberapa sasaran. Secara garis besar ada dua kelompok pendekatan sistem, yaitu pendekatan sistem yang lebih menekankan pada elemen-elemen atau

kelompoknya didefinisikan sebagai suatu jaringan kerja dari prosedur-prosedur yang saling berhubungan, berkumpul bersama-sama untuk melakukan suatu kegiatan atau menyelesaikan suatu aturan tertentu [5].

Monitoring adalah aktifitas yang ditujukan untuk memberikan informasi tentang sebab dan akibat dari suatu kebijakan yang sedang dilaksanakan, monitoring dilakukan ketika sebuah kebijakan sedang diimplementasikan, monitoring diperlukan agar kesalahan awal dapat segera diketahui dan dapat dilakukan tindakan perbaikan, sehingga mengurangi risiko yang lebih besar [6].

## 2.4 Arduino

Arduino adalah platform prototyping open-source hardware yang dapat digunakan untuk membuat projek berbasis pemrograman yang dirancang untuk memudahkan pengguna elektronik atau siapapun yang ingin mengembangkan peralatan elektronik interaktif berdasarkan hardware dan software yang fleksibel dan mudah untuk digunakan [7]. Terdapat beberapa jenis arduino, antara lain arduino uno, arduino due, arduino mega dan arduino nano.

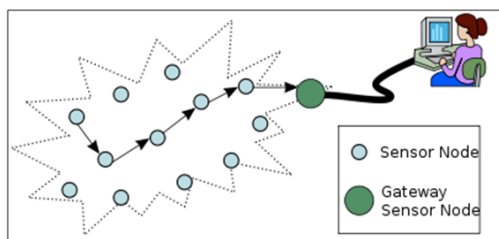
## 2.5 Wireless Sensor Network

Jaringan sensor nirkabel atau lebih sering disebut dengan istilah *Wireless Sensor Network* (WSN) merupakan suatu jaringan nirkabel yang terdiri dari beberapa node sensor yang disebar di suatu area tertentu untuk membentuk suatu jaringan yang dapat digunakan untuk memantau suatu kondisi fisik atau lingkungan. WSN terbentuk dari berbagai komponen jaringan yang memiliki fungsinya masing-masing, setiap node sensor digunakan untuk mengamati daerah yang akan dipantau, sink node memiliki kemampuan untuk mengumpulkan data dan informasi untuk kemudian dikirimkan kepada *webserver/base station* melalui *gateway* sebagai penghubung ke jaringan seperti internet sehingga dapat diakses dari tempat yang lebih jauh. Sebagian besar node pada WSN bersifat *static* yaitu node yang digunakan akan tetap pada posisinya.

WSN bekerja dengan mengirimkan informasi keadaan suatu lingkungan yang diperoleh sensor, dimana sensor tersebut

akan mengubah data analog ke data digital yang selanjutnya dikirim ke suatu node melalui media komunikasi yang digunakan. Kemudian informasi yang diperoleh dikirimkan ke base station melalui jaringan *internet*, *bluetooth*, atau *infrared* untuk diolah lebih lanjut.

Teknologi *Wireless Sensor Network* memungkinkan penulis untuk memperoleh suatu informasi yang lengkap mengenai suatu kondisi tanpa harus berada di sekitar area sensor. Informasi dapat diakses dari jarak jauh melalui perangkat seperti *laptop*, *smartphone*, *remote control* dan sebagainya. Beberapa keuntungan yang bisa diperoleh dari teknologi WSN adalah praktis dan ringkas karena tidak diperlukan adanya instalasi kabel yang rumit dan membutuhkan waktu lama, dan dalam kondisi geografi tertentu sangat menguntungkan dibandingkan dengan *Wired Sensor*. Keuntungan lainnya dari teknologi ini adalah memungkinkan adanya usaha kooperatif dari node sensor [8].



Gambar 1 Wireless Sensor Network

## 2.6 Node Sensor

Sensor adalah perangkat yang digunakan untuk mendeteksi perubahan besaran tekanan, gaya, besaran listrik, cahaya, gerakan, kelembaban, suhu, kecepatan dan fenomena-fenomena lingkungan lainnya. Setelah mengamati terjadinya perubahan pada suatu lingkungan, input yang terdeteksi tersebut akan dikonversi menjadi output yang dapat dimengerti oleh manusia, baik melalui perangkat sensor itu sendiri ataupun ditransmisikan secara elektronik melalui jaringan kabel atau nirkabel untuk ditampilkan atau diolah menjadi informasi yang bermanfaat bagi penggunanya. Sensor node pada umumnya terdiri dari 6 komponen dasar yang dapat dilihat pada gambar 4 yaitu unit mikrokontroler, unit catu daya, unit

*transceiver*, unit ADC (*analog to digital converter*), unit memori dan sensor.

## 2.7 Simulasi

Simulasi adalah metode pelatihan yang meragakan sesuatu dalam bentuk tiruan yang mirip dengan keadaan yang sesungguhnya [9]. Pengertian simulasi secara umum adalah suatu cara untuk menduplikasi atau menggambarkan ciri, tampilan dan karakteristik dari suatu sistem yang nyata. Ide tersebut berawal dari simulasi adalah untuk meniru situasi dunia nyata yang dilakukan secara matematis, kemudian dengan mempelajari sifat dan karakter operasionalnya, dan pada akhirnya membuat suatu kesimpulan dan membuat keputusan yang didasarkan pada hasil dari simulasi [10].

## 3. METODOLOGI PENELITIAN

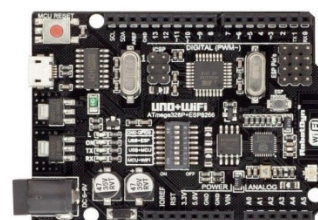
### 3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan berdasarkan fungsinya maka penelitian ini termasuk ke dalam penelitian terapan karena dalam penelitian ini bertujuan untuk membuat simulasi sistem yang dapat *memonitoring* kebersihan air dalam pipa PERUMDA air minum agar dapat menghasilkan suatu solusi yang dapat mempercepat kinerja petugas PERUMDA dalam mencari lokasi pipa yang bermasalah.

Berdasarkan metode keilmuan, maka jenis penelitian ini termasuk ke dalam jenis penelitian rekayasa yaitu *Forward Engineering*. Hal ini karena penelitian ini dimulai dengan perencanaan, kemudian perancangan, pembangunan dan penerapan sistem.

### 3.2 Alat Yang Digunakan

1. Robotdyn Uno Wifi R3



Gambar 2 Robotdyn Uno Wifi R3

Robotdyn Uno Wifi R3 adalah versi yang disesuaikan dari papan Arduino Uno R3

klasik. Integrasi penuh mikrokontroler Atmel ATmega 328 dan IC Wi-fi ESP8266 dengan memori flash 32 MB, dan converter USB-TTL CH340G pada satu papan. Semua modul dapat bekerja secara bersamaan atau mandiri.

2. Sensor Arduino PH-4502C



Gambar 3 Sensor pH 4502C

Sensor pH digunakan untuk mengukur pH dengan tingkat kadar asam ataupun basa dari suatu larutan.

3. Sensor Kekeruhan Air



Gambar 4 Sensor Kekeruhan Air

Sensor kekeruhan air digunakan untuk mengukur kualitas dalam air dengan mendeteksi tingkat kekeruhannya.

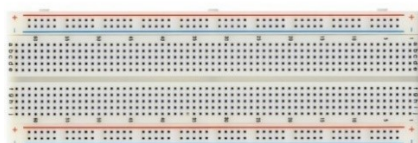
4. Sensor Total Dissolve Solids (TDS)



Gambar 5 Sensor TDS

Sensor *total dissolve solids* digunakan untuk mengukur jumlah zat yang terlarut didalam suatu air.

5. Breadboard



Gambar 6 Breadboard

*Breadboard* merupakan sebuah board atau papan yang berfungsi untuk merancang atau membuat sebuah rangkaian elektronik sederhana.

6. Kabel Jumper



Gambar 7 Kabel Jumper

Kabel jumper adalah kabel yang digunakan sebagai penghubung antar komponen yang digunakan dalam membuat sebuah perangkat prototype yang dikerjakan menggunakan *breadboard*.

7. TDS Meter 3



Gambar 8 TDS Meter 3

TDS meter 3 merupakan salah satu alat elektronik yang dapat digunakan untuk mengukur jumlah partikel terlarut didalam air yang tidak tampak oleh mata.

8. Digital PH Meter 009I



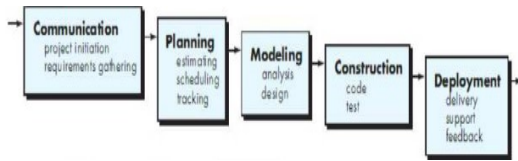
Gambar 9 PH Meter 009I

PH meter 009I merupakan alat elektronik yang digunakan untuk mengukur kadar ph (keasaman atau alkalinitas) dalam air.

### 3.3 Rancangan Percobaan dan Cara Kerja

Model perancangan yang digunakan adalah model perancangan *waterfall* yang

terdiri dari komunikasi, perencanaan, pemodelan, pembuatan dan implementasi.



Gambar 10 Metode Waterfall (Pressman 2015)

### 3.4 Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang digunakan oleh penulis dalam penelitian ini antara lain sebagai berikut:

1. Studi literatur yang dilakukan untuk mengumpulkan data mengenai sistem monitoring, kebersihan air, sensor ph air, sensor kekeruhan air, sensor TDS dan Robotdyn Uno Wifi R3 yang diperoleh dari berbagai sumber referensi seperti buku, jurnal online dan offline, dan beberapa website resmi.
2. Metode wawancara dilakukan untuk mendapatkan informasi secara langsung dengan melakukan sesi tanya jawab kepada pihak narasumber, dimana narasumbernya adalah PERUMDA air minum kota Makassar.

### 3.5 Analisis Data

Data yang telah diperoleh dari hasil penelitian, selanjutnya dianalisa dengan menggunakan metode analisis data kualitatif. Metode ini akan memaparkan data yang diperoleh melalui kata-kata atau kalimat. Dengan metode ini monitoring kebersihan dalam pipa air PERUMDA air minum dapat digambarkan dengan baik apabila terjadi masalah yang menyebabkan tingkat kekeruhan, kadar ph dan tingkat TDS pada air meningkat, sehingga dapat menjadi acuan bagi pihak PERUMDA air minum kota Makassar untuk segera menangani jika terjadi masalah pada pipa distribusi.

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Komunikasi

Dalam membangun simulasi sistem monitoring kebersihan air pada pipa PERUMDA air minum penulis terlebih dahulu melakukan proses pengumpulan data dari pihak PERUMDA air minum kota

Makassar dengan berkomunikasi kepada pihak yang terkait untuk pengumpulan data yang dibutuhkan dan juga agar dapat diketahui permasalahan apa yang masih sulit diatasi oleh pihak PERUMDA air minum kota Makassar yang berkaitan dengan kebersihan air dalam pipa. Dimana hasil data yang telah dikumpulkan akan menjadi dasar atau acuan dalam membangun simulasi sistem monitoring kebersihan air pada pipa menggunakan robotdyn uno wifi dan sensor kekeruhan, pH dan TDS.

### 4.1.1 Wawancara

Penulis telah melakukan kegiatan wawancara dengan pihak PERUMDA air minum kota Makassar untuk mengetahui permasalahan yang dialami oleh pihak PERUMDA air minum terkait pengecekan kebersihan air dalam pipa distribusi.

Dari hasil wawancara diperoleh kesimpulan bahwa PERUMDA air minum kota Makassar saat ini memerlukan sebuah sistem monitoring yang mampu untuk mengetahui titik lokasi pipa yang bermasalah dan juga sistem pengecekan kebersihan air yang mengarah ke rumah warga untuk mengecek kebersihan air, karena sampai saat ini pihak PERUMDA air minum kota Makassar masih mengharapkan laporan langsung dari masyarakat jika ada masalah pada proses distribusi air, atau melakukan pembersihan pipa hanya saat adanya penyambungan pipa baru dan berdasarkan SOP yang ada pihak PERUMDA air minum kota Makassar juga masih memiliki kendala dalam mengetahui dimana lokasi titik pipa yang bermasalah.

### 4.1.2 Studi Literatur

Studi literatur dan data digunakan untuk mendukung hasil penelitian simulasi sistem yang dibangun. Informasi dan data yang diperoleh berupa penelitian-penelitian yang dapat digunakan untuk pengecekan kebersihan air menggunakan sensor kekeruhan, sensor ph, dan kadar logam didalam air yang dikontrol menggunakan robotdyn uno wifi R3 dan penelitian yang memanfaatkan pengiriman data menggunakan perangkat ESP8266.

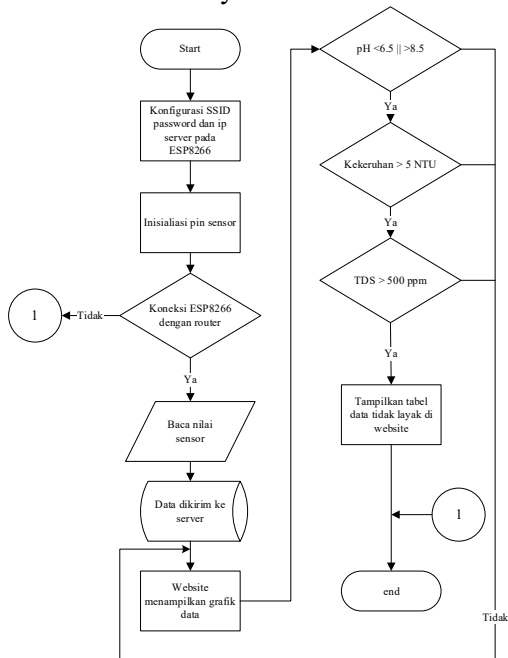
### 4.2 Perencanaan

Simulasi sistem monitoring kebersihan air dalam pipa PERUMDA akan menggunakan 1 sampai 2 pegawai yang bertugas untuk memantau dan menghubungi bagian pekerja lapangan jika terjadi masalah pada saluran pipa air yang terdeteksi agar bisa segera langsung dilakukan pemeriksaan dilokasi terkait.

### 4.3 Pemodelan

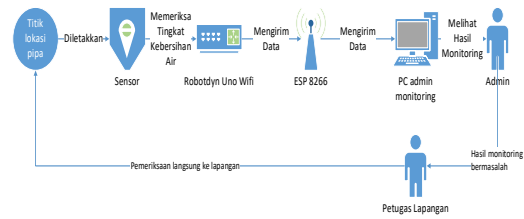
#### 4.3.1 Restrukturisasi Dokumen

Program dimulai dengan menginisialisasi pin dari setiap sensor yang digunakan, kemudian Arduino akan membaca nilai dari tingkat kekeruhan, ph dan tds didalam air dari setiap sensor dan akan mengirimkan hasil data yang diperoleh ke database melalui koneksi dengan ESP8266. Website akan menampilkan hasil data dari database dalam bentuk grafik secara realtime. Apabila hasil data dari database menunjukkan jika kondisi air dalam keadaan tidak bersih atau tidak layak dimana kondisi air dikategorikan dalam keadaan tidak bersih atau tidak layak diambil dari standarisasi yang ditetapkan oleh Permenkes No 492/Menkes/Per/IV/2010 yaitu kekeruhan air maksimal bernilai 5 NTU, pH air minimal bernilai 6,5 dan maksimal bernilai 8,5 dan TDS maksimal bernilai 500 ppm, maka hasil data tersebut akan dimasukkan ke dalam tabel untuk mencatat dan menampilkan waktu dan lokasi dimana titik pipa yang mengalami kondisi air tidak layak secara realtime.



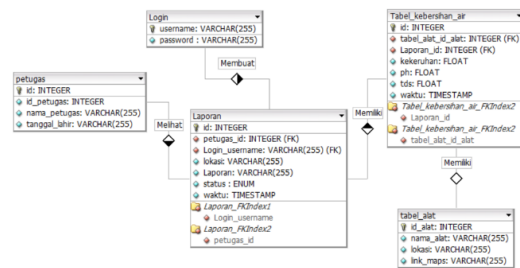
Gambar 11 Flowchart simulasi sistem monitoring kebersihan air

#### 4.3.2 Workflow Sistem



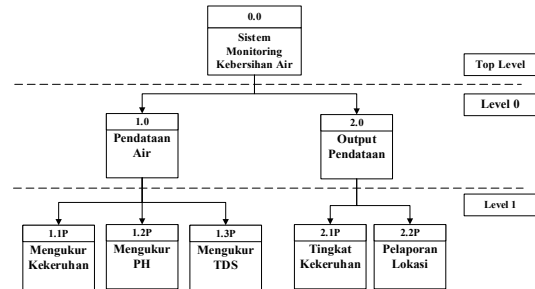
Gambar 12 Workflow sistem monitoring kebersihan air

#### 4.3.3 Struktur Database



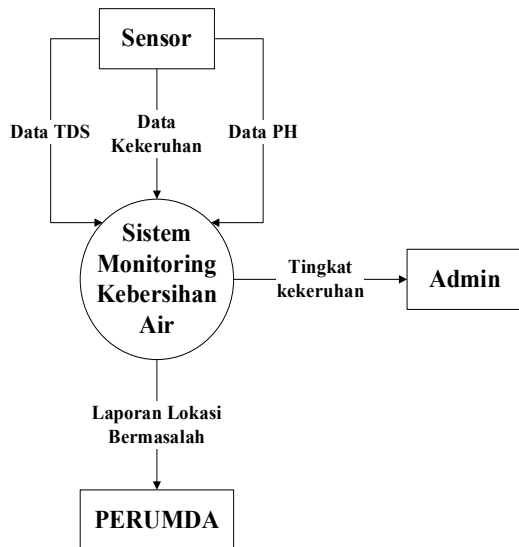
Gambar 13 Struktur Database sistem monitoring kebersihan air

#### 4.3.4 Hirarki Chart



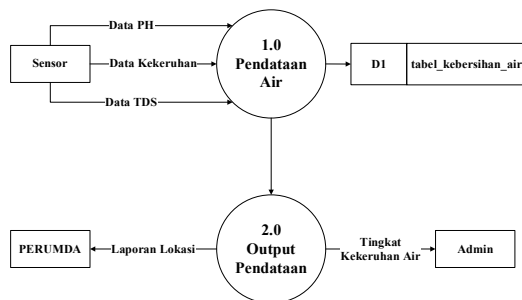
Gambar 14 Hirarki Chart

#### 4.3.5 Diagram Konteks

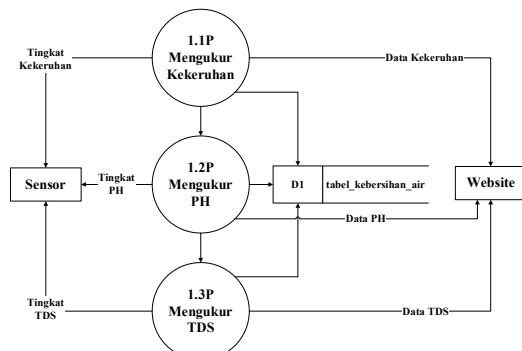


Gambar 15 Diagram Konteks

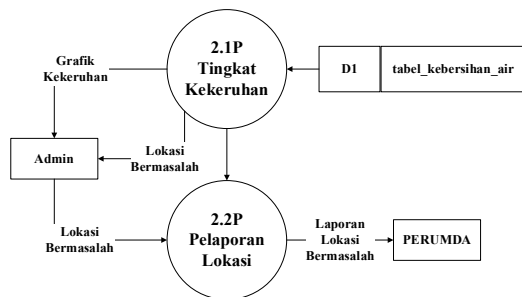
#### 4.3.6 Data Flow Diagram (DFD)



Gambar 16 DFD Level 0



Gambar 17 DFD Level 1 proses 1



Gambar 18 DFD Level 1 proses 2

#### 4.4 Pembuatan

##### 4.4.1 Rancangan Simulasi

Simulasi dilakukan untuk menggambarkan proses-proses yang terjadi didalam suatu sistem dengan bantuan perangkat elektronik sehingga sistem tersebut dapat dipelajari secara ilmiah sebelum direalisasikan. Proses simulasi yang dilakukan penulis diawali dengan melakukan pembangunan model sistem secara nyata. Model sistem yang dibangun harus dapat menunjukkan bagaimana setiap komponen dalam sistem saling berinteraksi agar dapat menggambarkan secara detail perilaku dari sistem. Alat yang digunakan saat melakukan simulasi :

1. Wadah untuk mengisi air sebagai pengganti pipa.
2. Robotdyn Uno Wifi R3.
3. Sensor Ph.
4. Sensor Kekeruhan air.
5. Sensor TDS.

##### 4.4.2 Pengujian Akurasi Sensor

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui bagaimana respon dari masing-masing sensor terhadap perubahan tingkat kebersihan didalam air yang diukur pada bagian kekeruhan, pH, dan tds. Nilai yang dihasilkan setiap sensor akan dibandingkan dengan nilai dari pH meter pada pengujian pH dan tds meter pada pengujian tds sedangkan pada sensor kekeruhan hanya dilakukan dengan visualisasi mata manusia.

##### 4.4.3 Analisis Hasil Pengujian

Dari hasil pengujian setiap sensor dapat disimpulkan bahwa pada sensor kekeruhan telah berhasil merespon adanya perubahan pada tingkat kekeruhan dalam sampel cairan dengan perbandingan nilai yang berbanding lurus jika dibandingkan dengan hasil visualisasi dari mata manusia dimana nilai sensor akan naik jika tingkat kekeruhan dalam air meningkat dan nilai sensor akan turun jika tingkat kekeruhan dalam air rendah.

Pada sensor pH dapat disimpulkan jika sensor pH telah berhasil merespon adanya perubahan pada tingkat keasaman (pH) maupun tingkat basa dalam sampel cairan yang diuji dengan rata-rata tingkat kesalahan yang diperoleh sebesar 4.44% jika dibandingkan dengan nilai dari pH meter.

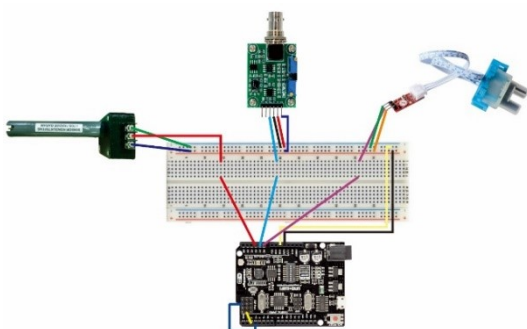
Adanya tingkat kesalahan disebabkan oleh sensitivitas dari sensor.

Pada sensor TDS dapat disimpulkan juga jika sensor TDS telah berhasil merespon adanya perubahan tingkat padatan terlarut dalam sampel air yang diuji walaupun nilai yang dihasilkan masih belum akurat tetapi nilai sensor TDS memiliki perbandingan yang berbanding lurus dengan tingkat tds cairan yang diukur oleh TDS meter, dimana semakin tinggi tingkat tds yang diukur oleh TDS meter nilai hasil sensor TDS juga semakin meningkat dan semakin rendah tingkat tds yang diukur oleh TDS meter nilai hasil sensor TDS juga semakin rendah pula. Adanya tingkat kesalahan ini disebabkan karena sensitivitas dari sensor dan konversi nilai ADC dari sensor.

#### 4.4.4 Pengujian Module ESP8266

Pengujian terhadap module ESP8266 dilakukan untuk mengetahui apakah *module* dapat berfungsi dengan baik dalam proses koneksi ke wifi, penerimaan data dari Arduino dan proses pengiriman data ke *database*. *Module* akan bekerja apabila terhubung dengan satu jaringan yang sama dengan *server* untuk dapat melakukan proses pengiriman data.

#### 4.4.5 Rangkaian Simulasi Monitoring Kebersihan Air



Gambar 19 Rangkaian Simulasi Monitoring

Rangkaian monitoring kebersihan air digunakan sebagai simulasi untuk dapat memonitoring kondisi air dalam pipa PERUMDA Air minum kota Makassar. Dalam penelitian ini alat sensor diletakkan pada dua titik / lokasi yang berbeda tetapi masih dalam 1 jalur pipa yang sama.

#### 4.4.6 Penulisan Kode Program

Simulasi sistem monitoring dibangun dengan menggunakan beberapa Bahasa pemrograman. Untuk penulisan kode program sensor menggunakan Bahasa pemrograman C++ yang ditulis pada aplikasi Arduino IDE dan ditambah dengan library dari ESP8266. Sedangkan untuk tampilan website menggunakan HTML, CSS, Bootstrap dan PHP.

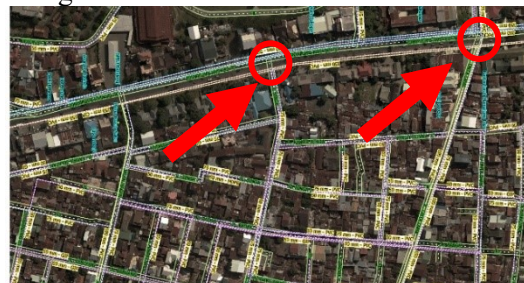
### 4.5 Implementasi

Hasil dari sistem berupa website monitoring kebersihan air memiliki interface yang sederhana hanya untuk menampilkan grafik kondisi tingkat kekeruhan, pH dan tds dalam air secara realtime dititik lokasi sensor, hasil tabel air yang masuk dalam kategori tidak layak, pembuatan laporan dan titik lokasi dimana sensor tersebut diletakkan.

#### 4.5.1 Pengujian Simulasi Program

Pengujian program ini menggunakan dua buah Arduino yang sudah dilengkapi masing-masing dengan sensor kekeruhan, pH dan TDS dan dua wadah yang berisi cairan yang berbeda dengan tujuan untuk mengumpakan air dalam pipa yang berada dalam satu jalur pipa yang sama tetapi berbeda lokasi dan mengalami dua hal yang berbeda juga yaitu air pertama memiliki kondisi air dalam keadaan bersih sedangkan pada air yang kedua kondisi dalam keadaan kotor.

Titik / lokasi yang dilakukan dimisalkan pada jalur persimpangan antara jalan Dr.Ratulangi ke jalan Onta Lama sebagai titik/lokasi pertama dan pada persimpangan antara jalan Dr.Ratulangi ke jalan Singa sebagai titik/lokasi kedua.

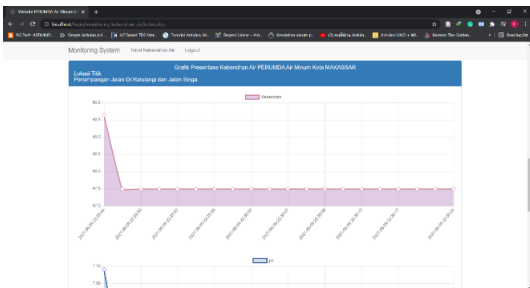


Gambar 20 Data Lokasi



Gambar 21 Pengujian Alat

#### 4.5.2 Website Admin Monitoring Kebersihan Air



Gambar 22 Tampilan Dashboard Admin

ID	Lokasi	Laporan Kebersihan	Status	Waktu
4	Pemantauan Jarak Di Keliling dan Jarak Sempit	tidak terdapat masalah	OK	2024-08-20 10:10:10
5	Pemantauan Jarak Di Keliling dan Jarak Sempit	tidak terdapat masalah	OK	2024-08-20 10:10:10
1040	Pemantauan Jarak Di Keliling dan Jarak Sempit	tidak terdapat masalah	OK	2024-08-20 10:10:10
1041	Pemantauan Jarak Di Keliling dan Jarak Sempit	tidak terdapat masalah	OK	2024-08-20 10:10:10
1042	Pemantauan Jarak Di Keliling dan Jarak Sempit	tidak terdapat masalah	OK	2024-08-20 10:10:10
1043	Pemantauan Jarak Di Keliling dan Jarak Sempit	tidak terdapat masalah	OK	2024-08-20 10:10:10
1044	Pemantauan Jarak Di Keliling dan Jarak Sempit	tidak terdapat masalah	OK	2024-08-20 10:10:10

Gambar 23 Tampilan Tabel Kategori Air Tidak Layak

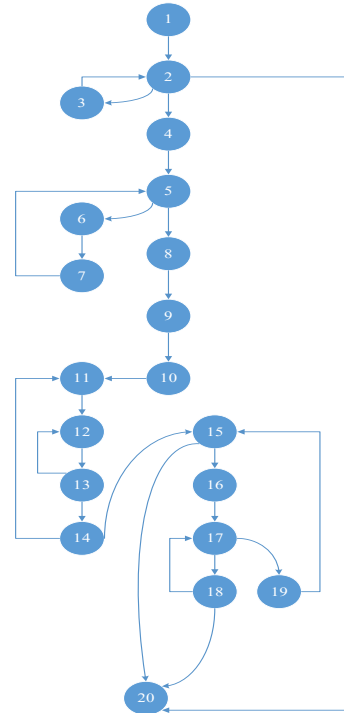
#### 4.5.3 Website Petugas PERUMDA Air Minum

ID	Lokasi	Laporan Kebersihan	Status	Waktu
4	Pemantauan Jarak Di Keliling dan Jarak Sempit	tidak terdapat masalah	OK	2024-08-20 10:10:10
5	Pemantauan Jarak Di Keliling dan Jarak Sempit	tidak terdapat masalah	OK	2024-08-20 10:10:10
1040	Pemantauan Jarak Di Keliling dan Jarak Sempit	tidak terdapat masalah	OK	2024-08-20 10:10:10
1041	Pemantauan Jarak Di Keliling dan Jarak Sempit	tidak terdapat masalah	OK	2024-08-20 10:10:10
1042	Pemantauan Jarak Di Keliling dan Jarak Sempit	tidak terdapat masalah	OK	2024-08-20 10:10:10
1043	Pemantauan Jarak Di Keliling dan Jarak Sempit	tidak terdapat masalah	OK	2024-08-20 10:10:10
1044	Pemantauan Jarak Di Keliling dan Jarak Sempit	tidak terdapat masalah	OK	2024-08-20 10:10:10

Gambar 25 Tampilan Utama Petugas

### 4.6 Uji Kesahihan

#### 4.6.1 Pengujian Metode *White Box*



Gambar 26 Flow Graph Pengiriman Data

Setelah melalui perhitungan *Cyclomatic Complexity*, nilai *Cyclomatic Complexity* dari pengiriman data bernilai 9. Dari nilai *Cyclomatic Complexity* diketahui bahwa pengiriman data yang dilakukan merupakan prosedur yang terstruktur dengan baik, bersifat stabil dan memiliki resiko yang rendah.

#### 4.6.2 Pengujian Metode Black Box

Tabel 2 Hasil pengujian arduino dan sensor

Faktor Uji	Hasil yang diharapkan	Kesimpulan
Sensor dapat beroperasi dengan baik	Sensor dapat mengukur nilai kekeruhan, pH dan tds dari suatu cairan dengan baik	Valid
sensor dapat bekerja secara bersamaan	Ketiga sensor dapat bekerja secara bersamaan dengan baik	Valid
Koneksi antara Arduino dan ESP8266	Arduino dapat mengirimkan hasil data sensor ke ESP8266	Valid
Koneksi ESP8266	ESP8266 dapat terhubung dengan internet	Valid

dengan database dan mengirimkan data ke database

Tabel 3 Hasil pengujian sistem

Faktor Uji	Hasil yang diharapkan	Kesimpulan
Login user admin	Sistem mampu login menggunakan username dan password yang di input oleh admin	Valid
Login user petugas	Sistem mampu login menggunakan id petugas dan password yang di input oleh petugas	Valid
Menggunakan air bersih pada sensor	Sistem mampu mendeteksi dan menampilkan nilai data pada grafik	Valid
Menggunakan air bersih pada 2 titik sensor	Sistem mampu mendeteksi dan menampilkan hasil data yang tidak jauh berbeda pada masing-masing grafik titik sensor	Valid
Menggunakan air bersih dan air kotor pada 2 titik sensor	Sistem mampu mendeteksi 2 jenis air yang berbeda dan menampilkan pada masing-masing grafik titik sensor	Valid
Grafik data realtime	Sistem mampu menampilkan grafik data dari sensor secara realtime	Valid
Tabel data tidak layak	Sistem mampu menampilkan data yang masuk dalam kategori tidak layak	Valid
Lokasi titik	Sistem mampu menampilkan lokasi maps dari masing-masing titik sensor	Valid
Mengelola laporan	Sistem mampu membuat dan menghapus laporan	Valid

#### 4.6.3 Uji Implementasi

Penulis telah melakukan uji implementasi yaitu dengan melakukan kegiatan demonstrasi program dan juga melakukan metode wawancara kepada Kepala Bagian Distribusi dan Kehilangan Air PERUMDA air minum kota Makassar.

Kesimpulan yang diperoleh dari hasil wawancara dan kegiatan demonstrasi program yang dilakukan yaitu sistem yang dibuat telah dapat bekerja dengan baik. Meskipun sistem yang telah dibuat tidak mempengaruhi SOP penanganan keluhan yang ada, tetapi sistem dapat membantu meningkatkan kinerja dari petugas PERUMDA air minum Kota Makassar yaitu pada pencarian lokasi titik pipa yang bermasalah yang memakan waktu cukup lama dalam proses pencariannya. Selain itu pada sistem ini diharapkan adanya pengembangan berupa lebih banyaknya jenis parameter kualitas air yang dapat dideteksi salah satunya pendeteksian nilai khlorida dalam air.

#### 5. KESIMPULAN

Simulasi sistem monitoring kebersihan air dalam pipa Perumda Air Minum Kota Makassar menggunakan Robotdyn Uno Wifi R3 yang dilakukan dapat diperoleh kesimpulan bahwa sistem dapat mendeteksi perubahan tingkat kekeruhan, pH dan TDS dalam air pada titik lokasi yang berbeda dengan perumpamaan pada jalur pipa yang sama. Selain itu proses pengiriman data melalui esp8266 sudah dapat bekerja dengan baik dan sistem sudah dapat menampilkan data grafik secara realtime. Selain itu simulasi sistem monitoring yang dibuat telah dapat membantu dalam mempercepat kinerja petugas Perumda Air minum untuk mengetahui dimana lokasi titik pipa yang bermasalah sehingga petugas dapat menghemat waktu dalam melakukan pencarian dimana lokasi titik pipa yang bermasalah.

#### 6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Xia, F., Tian, Y.-C., Li, Y. and Sung, Y., 2007. Wireless Sensor/Actuator Network Design for Mobile Control Applications. *Sensors*, 7(10), pp.2157–2173.
- [2] world health organization, 2019, Drinking-water [Online]. Available at: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water> [Accessed: 27 October 2021].

- [3] Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010 Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum.
- [4] Tirtaraharja, 2014, Tentang Perumda Air Minum - Detail Profil [Online]. Available at: <http://www.tirtaraharja.co.id/profil/detail/tentang-perumda-air-minum> [Accessed: 1 July 2020].
- [5] Paputungan, A.P., Rindengan, Y.D.Y. and Sentinuwo, S., 2017. Sistem Monitoring Dan Evaluasi Anggaran Pendapatan Belanja Daerah (APBD) Di Kabupaten Bolaang Mongondow Selatan Berbasis Web. Jurnal Teknik Informatika, 11(1). Available at: <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/informatika/article/view/16744> [Accessed: 14 November 2021].
- [6] Anon, 2015, Pengertian Monitoring Dan Evaluasi Kebijakan Pemerintah [Online]. Available at: <https://setkab.go.id/pengertian-monitoring-dan-evaluasi-kebijakan-pemerintah/> [Accessed: 1 July 2020].
- [7] Dr. Junaidi, dkk, 2018. Project Sistem Kendali Elektronik Berbasis Arduino. AURA CV. Anugrah Utama Raharja, Bandar Lampung.
- [8] Arsyistawa, N., Rivai, M. and Suwito, S., 2017. Aplikasi Wireless Sensor Network Untuk Pembacaan Meteran Air. Jurnal Teknik ITS, 6(2), pp.A807-812.
- [9] KBBI, Arti kata simulasi - Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) Online [Online]. Available at: <https://kbbi.web.id/simulasi> [Accessed: 1 July 2020].
- [10] Kasim, J., 2021. Pengertian Simulasi Digital, Fungsi, Tujuan, Jenis, Contoh & Manfaat Simulasi Digital – Tribatanews Polda Kepri. Available at: <https://tribatanews.kepri.polri.go.id/2021/06/04/pengertian-simulasi-digital-fungsi-tujuan-jenis-contoh-manfaat-simulasi-digital/> [Accessed: 24 October 2021].