IMPLEMENTASI WEBSOCKET DALAM TRANSMISI DATA KUALITAS AIR SUMUR GALIAN

INDAH CHAERINI
H1051191011

SKRIPSI

PROGRAM STUDI REKAYASA SISTEM KOMPUTER
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
PONTIANAK
2026

IMPLEMENTASI WEBSOCKET DALAM TRANSMISI DATA KUALITAS AIR SUMUR GALIAN

INDAH CHAERINI
H1051191011

Skripsi
Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Komputer pada Program Studi Rekayasa Sistem Komputer

PROGRAM STUDI REKAYASA SISTEM KOMPUTER
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
PONTIANAK
2026

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Tugas Akhir	: Implementasi WebSocket Dalam Transmisi Data Kualitas Air Sumur Galian
Nama Mahasiswa	: Indah Chaerini
NIM	: H1051191011
Jurusan/Program Studi	: Rekayasa Sistem Komputer
Tanggal Lulus	: 30 Juli 2026
SK Pembimbing	: No.4886/DST/UN22.8/DT.00.09/2026/Tanggal 28 Juli 2026
SK Penguji	: No.5016/DST/UN22.8/DT.00.09/2026/Tanggal 29 Juli 2026

Dosen Pembimbing

Pembimbing I	Pembimbing II
Hafiz Muhardi, S.T., M.Kom.	Dwi Marisa Midyanti, S.T., M.Cs.
NIP. 199007232023211017	NIP. 198003192015042001

Dosen Penguji

Ketua Penguji	Anggota Penguji
Ikhwan Ruslianto, S.Kom., M.Cs.	Hirzen Hasfani, S.Kom., M.Cs.
NIP. 198607012014041001	NIP. 199305032022031003

Pimpinan Sidang (merangkap anggota penguji)	Sekretaris Sidang (merangkap anggota penguji)
Hafiz Muhardi, S.T., M.Kom.	Dwi Marisa Midyanti, S.T., M.Cs.
NIP. 199007232023211017	NIP. 198003192015042001

Mengesahkan
Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Tanjungpura

Prof. Dr. Gusrizal, S.Si., M.Si.
NIP. 197108022000031001

PERNYATAAN INTEGRITAS AKADEMIK

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	: Indah Chaerini
NIM	: H1051191011
Program Studi/ Jurusan	: Rekayasa Sistem Komputer
Fakultas	: Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

dengan ini menyatakan bahwa dokumen ilmiah Tugas Akhir yang disajikan ini tidak mengandung unsur pelanggaran integritas akademik sesuai Peraturan Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset, Dan Teknologi Republik Indonesia Nomor 39 Tahun 2021. Apabila di kemudian hari dokumen ilmiah Tugas Akhir ini mengandung unsur pelanggaran integritas akademik sesuai ketentuan perundangan tersebut, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dan/atau sanksi hukum yang berlaku.

Demikian pernyatan ini untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Pontianak, 30 Juli 2026



Indah Chaerini
H1051191011

Implementasi WebSocket Dalam Transmisi Data Kualitas Sumur Galian

Abstrak

Air sumur galian merupakan salah satu sumber air yang banyak dimanfaatkan dalam kehidupan sehari-hari sehingga diperlukan sistem monitoring untuk mengetahui kondisi kualitas air secara *real-time.* Pemantauan kualitas air secara manual dinilai kurang efektif karena tidak dapat dilakukan secara terus-menerus sehingga informasi mengenai kondisi air tidak dapat diperoleh dengan cepat. Oleh karena itu, penelitian ini memanfaatkan protokol WebSocket karena mampu menyediakan komunikasi dua arah *(full-duplex)* dengan waktu tunda yang rendah sehingga data sensor dapat ditransmisikan secara *real-time.* Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kinerja protokol WebSocket dalam transmisi data kualitas air sumur galian berdasarkan parameter *Quality of Service* (QoS), yaitu delay dan throughput. Sistem monitoring yang dikembangkan menggunakan sensor pH, *turbidity,* dan *Total Dissolved Solids* (TDS). Data sensor dibaca oleh Arduino Leonardo, kemudian dikirim melalui NodeMCU ESP32 ke WebSocket *Server* dan diteruskan ke *Website Dashboard* untuk ditampilkan secara *real-time*. Selain menampilkan hasil pengukuran sensor, sistem juga mengklasifikasikan kualitas air ke dalam tiga status, yaitu Layak, Perlu Perhatian, dan Tidak Layak. Pengujian dilakukan pada dua skenario waktu, yaitu siang hari dan dini hari, dengan masing-masing skenario terdiri atas 90 kali pengiriman data. Hasil pengujian pada Skenario 1 menunjukkan rata-rata delay sebesar 324,1 ms (kategori Sedang) dan rata-rata throughput sebesar 0,148 kbps (kategori Sangat Baik). Pada Skenario 2 diperoleh rata-rata delay sebesar 161,19 ms (kategori Baik) dan rata-rata throughput sebesar 0,6708 kbps (kategori Sangat Baik). Berdasarkan hasil pengujian tersebut, protokol WebSocket mampu mendukung transmisi data kualitas air secara *real-time* dengan kinerja yang baik.

Kata Kunci: Monitoring kualitas air sumur galian, WebSocket, NodeMCU ESP32, *Quality of Service* (QoS), *real-time.*

Implementation of WebSocket for Dug Well Water Quality Data Transmission

Abstract

Dug-well water is a widely used source of water for daily needs, necessitating a monitoring system to assess water quality in real-time. Manual water quality monitoring is considered ineffective as it cannot be performed continuously, preventing the rapid acquisition of information regarding water conditions. Therefore, this study utilizes the WebSocket protocol, which enables low-latency, full-duplex (two-way) communication, allowing for real-time sensor data transmission. The study aims to evaluate the performance of the WebSocket protocol in transmitting dug-well water quality data based on Quality of Service (QoS) parameters: delay and throughput. The developed monitoring system employs pH, turbidity, and Total Dissolved Solids (TDS) sensors. Sensor data is read by an Arduino Leonardo, transmitted via a NodeMCU ESP32 to a WebSocket server, and forwarded to a web dashboard for real-time display. In addition to displaying sensor measurements, the system classifies water quality into three statuses: Suitable, Requires Attention, and Unsuitable. Testing was conducted under two time scenarios—daytime and early morning—with each scenario comprising 90 data transmissions. Test results for Scenario 1 showed an average delay of 324.1 ms (Moderate category) and an average throughput of 0.148 kbps (Very Good category). Scenario 2 yielded an average delay of 161.19 ms (Good category) and an average throughput of 0.6708 kbps (Very Good category). Based on these results, the WebSocket protocol is capable of supporting real-time water quality data transmission with good performance.

Keywords: Dug well water quality monitoring, WebSocket, NodeMCU ESP32, Quality of Service (QoS), real-time.

Implementasi WebSocket Dalam Transmisi Data Kualitas Sumur Galian

PRAKATA

Alhamdulillah puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Allah SWT. Dengan berkat dan anugerah-Nya, penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul **"Implementasi WebSocket Dalam Transmisi Data Kualitas Air Sumur Galian"** skripsi ini dibuat sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer (S.Kom) pada Jurusan Rekayasa Sistem Komputer Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura Pontianak.

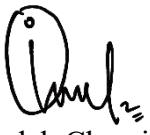
Dalam proses penyusunan skripsi ini, penulis menyadari bahwa tanpa bantuan, bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak, dalam penyusunan skripsi ini tidak akan berjalan dengan lancar. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan rasa terima kasih yang tulus dan besar kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Gusrizal, S.Si., M.Si., sebagai Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura.
2. Ibu Rahmi Hidayati, S.Kom., M.Cs., sebagai Ketua Jurusan Rekayasa Sistem Komputer FMIPA Universitas Tanjungpura.
3. Bapak Hafiz Muhardi, S.T., M.Kom., sebagai dosen pembimbing pertama yang menuntun dan membimbing dalam penyusunan tugas akhir ini. Memberikan semangat, motivasi, saran, masukan, dan nasehat selama proses menyusun skripsi ini.
4. Ibu Dwi Marisa Midyanti, S.T., M.Cs., sebagai dosen pembimbing kedua yang mengiringi proses penulisan dan memberikan arahan dalam penyusunan tugas akhir telah memberikan masukan serta telah menghabiskan waktu dan pikiran selama proses bimbingan penulisan skripsi.
5. Bapak Ikhwan Ruslianto, S.Kom., M.Cs., sebagai dosen penguji pertama yang telah meninjau dan memberikan masukan dan saran dalam proses penyusunan skripsi.
6. Bapak Hirzen Hasfani, S.Kom., M.Cs. sebagai dosen penguji kedua yang telah memberikan banyak masukan dan saran dalam penyusunan skripsi.

7. Bapak Drs. Cucu Suhery, MA. sebagai dosen pembimbing akademik Jurusan Rekayasa Sistem Komputer, Fakultas MIPA, Universitas Tanjungpura.
8. Dosen dan staf di bidang Rekayasa Sistem Komputer di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura Pontianak.
9. Comdev dan Outreaching Universitas Tanjungpura yang sudah membayar seluruh kebutuhan kuliah secara penuh dari awal masa perkuliahan sampai dengan semester 8 dan memberikan pelatihan serta kegiatan yang berguna.
10. Terima kasih kepada keluarga tercinta, khususnya Ayahanda Alm. Abdul Basir, atas kasih sayang, perjuangan, dan doa yang telah diberikan semasa hidup. Terima kasih atas hari-hari terakhir yang Allah izinkan untuk kita lalui bersama, yang akan selalu menjadi kenangan paling berharga bagi penulis. Menyelesaikan skripsi ini di tengah kepergian Ayah merupakan duka yang sangat mendalam. Semoga Ayah bangga dan tersenyum melihat penulis berhasil menyelesaikan pendidikan ini, serta semoga Allah SWT menempatkan Ayah di tempat terbaik di sisi-Nya. Terima kasih kepada Ibunda tercinta, Aswaniah, serta kakak penulis, Yuyun Chaerina, dan adik penulis, Putri Febriyana, atas doa, dukungan, semangat, dan kasih sayang yang selalu diberikan kepada penulis.
11. Teman-teman E-nter 2019 yang telah memberikan banyak motivasi, saran, dan dukungan selama penyusunan skripsi.
12. Terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu, baik secara langsung maupun tidak langsung, dalam penyusunan skripsi ini. Terakhir, terima kasih kepada diri sendiri yang telah berjuang hingga skripsi ini dapat diselesaikan.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih memiliki banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun. Semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi penulis maupun pembaca.

Pontianak, 30 Juli 2026



Indah Chaerini

DAFTAR ISI

PERNYATAAN INTEGRITAS AKADEMIK ii
Abstrak iv
Abstract v
PRAKATA vi
DAFTAR ISI viii
DAFTAR TABEL xiii
DAFTAR KODE PROGRAM xiv
DAFTAR LAMPIRAN xv
BAB 1 PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 4
1.3 Batasan Masalah 4
1.4 Tujuan Penelitian 4
1.5 Manfaat Penenelitian 5
1.6 Sistematika Penelitian 5
BAB 2 LANDASAN TEORI 7
2.1 Penelitian Terdahulu 7
2.2 Protokol WebSocket 8
2.3 NodeMCU ESP32 9
2.4 Arduino Leonardo 10
2.5 Sensor pH Meter 10
2.6 Sensor Turbidity (Sensor Kekeruhan) 11
2.7 Sensor TDS 11
2.8 Modul Relay 12
2.9 Filter Air 12
2.10 Pompa DC 13
2.11 Pompa Mini DC 13
2.12 Arduino IDE 14
2.13 Quality of Service (QoS) 14
2.14 Visual studio code 16

2.15 Firebase....16
2.16 Node JS....17
2.17 Javascript Object Notation (JSON)....17
2.18 Server....17
2.19 Website....18
2.20 Transmisi Data....18
2.21 Kualitas Air Sumur....19
BAB 3 METODE PENELITIAN....20
3.1 Studi Literatur....20
3.2 Pengumpulan Data....21
3.3 Analisis Kebutuhan....21
3.3.1 Kebutuhan Perangkat Keras....21
3.3.2 Kebutuhan Perangkat Lunak....22
3.4 Perancangan Sistem....22
3.4.1 Perancangan Perangkat Keras....22
3.4.2 Perancangan Perangkat Lunak....22
3.5 Implementasi Sistem....23
3.6 Pengujian Sistem....23
3.7 Kesimpulan dan Saran....23
BAB 4 PERANCANGAN SISTEM....24
4.1 Deskripsi Sistem....24
4.2 Perancangan Arsitektur Sistem....25
4.3 Flowchart Sistem.....27
4.3.1 Flowchart Sistem Komunikasi WebSocket....28
4.3.2 Flowchart Sistem Kontrol Perangkat Filter dan Pompa....29
4.4 Perancangan Perangkat Keras....30
4.4.1 Perancangan Sistem Pembacaan pH Air Sumur Galian dengan Sensor pH Air....30
4.4.2 Perancangan Sistem Pembacaan Kekeruhan Air Sumur Galian dengan Sensor Turbidity....31
4.4.3 Perancangan Sistem Pembacaan TDS pada Air Sumur Galian dengan Sensor TDS....31

4.4.4 Perancangan Sistem Komunikasi Serial 32
4.5 Perancangan Perangkat Lunak 33
4.5.1 Perancangan Antarmuka 33
4.5.2 Perancangan Komunikasi WebSocket dan Firebase Realtime Database.....35
4.6 Perancangan Pengujian.....36
4.6.1 Perancangan Pengujian WebSocket 37
4.6.2 Perancangan Pengujian *Quality of Service* (QoS) 38
BAB 5 IMPLEMENTASI, PENGUJIAN, DAN PEMBAHASAN 40
5.1 Implementasi Perangkat Keras Sistem 40
5.1.1 Implementasi Sistem Komunikasi Serial.....40
5.1.2 Implementasi Sistem Pembacaan nilai pH Air Sumur Galian.....41
5.1.3 Implementasi Sistem Pembacaan nilai Kekeruhan pada Air Sumur Galian.....41
5.1.4 Implementasi Sistem Pembacaan nilai TDS pada Air Sumur Galian.....42
5.2 Implementasi Perangkat Lunak 42
5.2.1 Implementasi Antarmuka.....42
5.2.2 Implementasi Komunikasi WebSocket dan Firebase Realtime Database......44
5.2.3 Kode Program.....46
5.3 Pengujian Sistem 58
5.3.1 Pengujian Komunikasi WebSocket 59
5.3.2 Pengujian *Quality of Service* (QoS).....60
5.4 Pembahasan 80
BAB 6 PENUTUP 83
6.1 Kesimpulan.....83
6.2 Saran 83
DAFTAR PUSTAKA 84
LAMPIRAN.....87

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 WebSocket *Connection* 9
Gambar 2. 2 NodeMCU ESP32 10
Gambar 2. 3 Arduino Leonardo 10
Gambar 2. 4 Sensor pH Meter 11
Gambar 2. 5 Sensor *Turbidity* 11
Gambar 2. 6 Sensor TDS 12
Gambar 2. 7 Modul Relay 12
Gambar 2. 8 Filter Air 13
Gambar 2. 9 Pompa DC 13
Gambar 2. 10 Pompa Mini DC 14
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian 20
Gambar 4. 1 Rancangan Alat Monitoring Kualitas Air Sumur Galian 25
Gambar 4. 2 Perancangan Arsitektur Sistem 26
Gambar 4. 3 Flowchart Sistem Komunikasi WebSocket 28
Gambar 4. 4 Flowchart Sistem Kontrol Perangkat Filter dan Pompa 29
Gambar 4. 5 Rancangan Sistem Pembacaan pH Air Sumur Galian dengan sensor pH 30
Gambar 4. 6 Rancangan Sistem Pembacaan Kekeruhan Air dengan Sensor *Turbidity* 31
Gambar 4. 7 Rancangan Sistem Pembacaan TDS pada Air Sumur Galian dengan Sensor TDS 32
Gambar 4. 8 Rancangan Sistem Komunikasi Serial 32
Gambar 4. 9 Perancangan Antarmuka Halaman *Dashboard* 34
Gambar 4. 10 Perancangan Antarmuka Halaman *History* 35
Gambar 5. 1 Implementasi Sistem Komunikasi Serial 40
Gambar 5. 2 Implementasi Sistem Pembacaan Nilai pH Air Sumur Galian 41
Gambar 5. 3 Implementasi Sistem Pembacaan Nilai Kekeruhan Air Sumur Galian 41
Gambar 5. 4 Implementasi Sistem Pembacaan Nilai TDS Air Sumur Galian 42
Gambar 5. 5 Implementasi Antarmuka Halaman *Dashboard* 43
Gambar 5. 6 Implementasi Antarmuka Halaman Tabel Monitoring 44

Gambar 5. 7 Implementasi Koneksi WiFi dan WebSocket pada Serial Monitor ESP32 45
Gambar 5. 8 Implementasi Firebase Realtime Database 45
Gambar 5. 9 Hasil Pengujian Koneksi WebSocket pada *Server* 59
Gambar 5. 10 Hasil Pengukuran Kondisi Jaringan Menggunakan *Speedtest* pada Skenario 1 61
Gambar 5.11 Grafik Pengujian Delay Pada Skenario 1 69
Gambar 5.12 Grafik Pengujian Throughput Pada Skenario 1 70
Gambar 5. 13 Hasil Pengukuran Kondisi Jaringan Menggunakan *Speedtest* pada Skenario 2 71
Gambar 5. 14 Grafik Pengujian Delay Pada Skenario 2 79
Gambar 5. 15 Grafik Pengujian Throughput Pada Skenario 2 80

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terkait 7
Tabel 2. 2 Kategori Throughput 15
Tabel 2. 3 Kategori Delay 16
Tabel 4. 1 Penggunaan Pin pada Arduino Leonardo dan Sensor pH Air 31
Tabel 4. 2 Penggunaan Pin pada Arduino Leonardo dan Sensor *Turbidity* 31
Tabel 4. 3 Penggunaan Pin pada Arduino Leonardo dan Sensor TDS 32
Tabel 4. 4 Penggunaan Pin pada NodeMCU ESP32 dengan Arduino Leonardo . 33
Tabel 4. 5 Perancangan Tabel Monitoring 36
Tabel 4. 6 Skenario Pengujian WebSocket 38
Tabel 5. 1 Hasil Pengujian Delay dan Throughput Pada Skenario 1 62
Tabel 5. 2 Hasil Pengujian Delay dan Throughput Pada Skenario 2 72

DAFTAR KODE PROGRAM

Kode Program 5. 1 Sistem Pembacaan Sensor pH Air 46
Kode Program 5. 2 Sistem Pembacaan Sensor *Turbidity* 47
Kode Program 5. 3 Sistem Pembacaan Sensor TDS 48
Kode Program 5. 4 Library Arduino Leonardo ke NodeMCU ESP32 49
Kode Program 5. 5 Inisialisasi *WiFi* dan *Server* 50
Kode Program 5. 6 *Request Handshake WebSocket* 50
Kode Program 5. 7 Penerimaan Data Sensor dari Arduino Leonardo 51
Kode Program 5. 8 Pengolahan Data Sensor 51
Kode Program 5. 9 Pengiriman Data Sensor WebSocket 52
Kode Program 5. 10 Eksekusi Perintah Kontrol Perangkat 52
Kode Program 5. 11 Penerimaan Data Kontrol Melalui WebSocket 52
Kode Program 5. 12 Inisialisasi WebSocket *Server* 53
Kode Program 5. 13 Menerima Data dari ESP32 54
Kode Program 5. 14 Validasi Data Sensor 54
Kode Program 5. 15 Mengirim Data ke *Dashboard* 54
Kode Program 5. 16 Koneksi *Dashboard* dengan WebSocket *Server* 55
Kode Program 5. 17 Menerima Data Sensor 55
Kode Program 5. 18 Perhitungan Delay pada *Server* 56
Kode Program 5. 19 Perhitungan Throughput pada *Dashboard* 56
Kode Program 5. 20 Penyimpanan *Firebase Realtime Database* 57
Kode Program 5. 21 Kontrol Pompa dan Filter 58

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Tabel Hasil Monitoring Komunikasi WebSocket Pada Skenario 1 .. 87
Lampiran 2 Tabel Hasil Monitoring Komunikasi WebSocket Pada Skenario 2 .. 92
Lampiran 3 Hasil Serial Monitor Arduino Leonardo..... 96
Lampiran 4 Hasil Serial Monitor NodeMCU ESP32..... 97

BAB 1
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kualitas air merupakan salah satu faktor penting yang memengaruhi kesehatan masyarakat dan kelestarian lingkungan. Akses terhadap air yang aman dan layak merupakan hak asasi manusia serta salah satu indikator utama dalam pembangunan kesehatan masyarakat global. Air yang tercemar dapat menyebabkan berbagai penyakit bawaan air *(waterborne diseases),* seperti diare, tipes, dan kolera, yang berpotensi menimbulkan dampak serius terhadap kesehatan (WHO, 2020). Di Indonesia, sebagian masyarakat masih memanfaatkan sumur galian sebagai sumber air utama untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari. Namun, kualitas air sumur galian rentan mengalami penurunan akibat pencemaran dari limbah domestik, rembesan *septic* tank, maupun aktivitas industri di sekitarnya. Air yang tidak memenuhi standar kualitas fisik, kimia, dan *biologis* berpotensi membahayakan kesehatan masyarakat (Habiburrahman & Fitriani, 2024). Oleh karena itu, pemantauan kualitas air secara berkelanjutan menjadi kebutuhan penting untuk memastikan air tetap aman dan layak digunakan.

Dalam kehidupan sehari-hari, masyarakat umumnya menilai kualitas air berdasarkan pengamatan visual seperti warna, bau, dan rasa air tanpa mengetahui kondisi sebenarnya berdasarkan parameter ilmiah. Padahal, parameter seperti pH, kekeruhan, *Total Dissolved Solid* (TDS), dan suhu sangat penting untuk menentukan kelayakan kualitas air. Proses pengecekan kualitas air secara manual dinilai kurang efektif karena membutuhkan waktu dan tidak dapat memantau kondisi air secara terus-menerus. Oleh karena itu, diperlukan sistem monitoring yang mampu memantau kualitas air secara *real-time* agar kondisi air dapat diketahui dengan lebih cepat dan akurat (Setiawati, 2025).

Salah satu teknologi yang dapat digunakan dalam pemantauan kualitas air secara *real-time* adalah WebSocket. WebSocket adalah protokol komunikasi yang memungkinkan pertukaran data dua arah antara *client* dan *server* secara cepat dan efisien. Teknologi ini mengurangi waktu tunda dalam transmisi data, sehingga pengguna dapat menerima informasi terkini tanpa perlu mengirim permintaan berulang. Dalam konteks ini, WebSocket dapat meningkatkan responsivitas sistem

pemantauan kualitas air (Prasetyo dkk., 2025).

Dalam penerapan *Internet of Things* (*IoT*), WebSocket sering dibandingkan dengan protokol komunikasi lain seperti MQTT. MQTT memiliki keunggulan pada sistem yang menggunakan mekanisme *publish/subscribe* dan perangkat dengan sumber daya sumber daya terbatas. Namun, WebSocket mendukung integrasi langsung dengan *browser* serta komunikasi dua arah yang sederhana untuk aplikasi monitoring berbasis *situs web*. Pemilihan protokol komunikasi yang tepat dipengaruhi oleh kebutuhan sistem, seperti kecepatan pengiriman data, waktu tunda, dan kemudahan integrasi dengan antarmuka pengguna (Eka Putra dkk., 2024).

Penggunaan teknologi informasi dalam pemantauan kualitas air dapat memudahkan masyarakat dalam memperoleh informasi kondisi air secara *real-time*. Sistem berbasis *situs web* memungkinkan pengguna mengakses data kualitas air dengan lebih cepat dan efisien sehingga dapat membantu proses pengawasan kualitas air sumur galian (Aini dkk., 2023).

Dalam sistem yang dibuat, protokol WebSocket digunakan bukan hanya untuk mengirim data hasil pembacaan sensor pH, kekeruhan, dan *Total Dissolved Solids* (TDS) secara langsung, tetapi juga untuk mengirim hasil klasifikasi kualitas air yang telah diproses oleh sistem dalam bentuk status Layak, Perlu Perhatian, dan Tidak Layak. Penyajian status tersebut membantu pengguna memahami kondisi kualitas air dengan lebih mudah tanpa perlu menafsirkan nilai setiap parameter satu per satu secara manual. Dengan demikian, informasi tentang kualitas air bisa diterima dengan cepat melalui *website,* sehingga pengguna dapat segera mengetahui kondisi air dan langsung mengambil langkah jika kualitas air menurun.

Penelitian terkait sebelumnya yang pernah dilakukan berjudul "Analisis Komparasi Protokol WebSocket dan MQTT Dalam Proses *Push Notification*" (Eka Putra dkk., 2024). Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan dua protokol dalam memahami sifat-sifat, efisiensi, dan responsivitas masing-masing. Salah satu hal yang diukur adalah kecepatan mengirim pesan, yang mencakup waktu tunggu dan waktu *respons* dari kedua protokol tersebut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa protokol WebSocket lebih efektif dalam menangani notifikasi push pada aplikasi *real-time*. Dari hasil pengujian, rata-rata total waktu tunggu dari *client* uji pada protokol WebSocket adalah 0,700 detik, sedangkan pada protokol MQTT

adalah 1,008 detik.

Penelitian selanjutnya yang berjudul "Pemanfaatan Protokol WebSocket Pada Sistem Tempat Sampah Pintar (STESEA)" (Saputro dkk., 2024). Penelitian ini berfokus pada implementasi WebSocket untuk pengiriman data sensor lingkungan secara *real-time*. Sistem yang dikembangkan mampu mengirimkan data sensor ke *server* dengan waktu tunda rendah serta menampilkan hasilnya langsung pada antarmuka *web*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa WebSocket lebih efektif dibandingkan metode konvensional seperti HTTP, sehingga mendukung kebutuhan monitoring berbasis *IoT.* Namun, objek penelitian tersebut masih berfokus pada tempat sampah pintar, sedangkan penelitian ini mengarah pada monitoring kualitas air sumur galian dengan parameter pH, kekeruhan, dan TDS.

Penelitian ketiga “Sistem Monitoring Tingkat Pencemaran Air Sungai Menggunakan WebSocket dan Modul Komunikasi Lora” (Christian, 2021). Penelitian ini menjelaskan pembuatan sistem untuk memantau tingkat pencemaran air sungai dengan menggunakan WebSocket dan modul komunikasi LoRa. Sistem ini mampu mengirimkan data sensor kualitas air secara *real-time* ke *server*, lalu menampilkan hasilnya melalui *situs web* monitoring. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggabungan LoRa dengan WebSocket mampu mendukung sistem monitoring di area yang sulit terjangkau oleh jaringan internet. Perbedaannya dengan penelitian ini adalah objek penelitian Christian berfokus pada kualitas air sungai, sedangkan penelitian ini lebih menitikberatkan pada kualitas air sumur galian dengan transmisi berbasis internet langsung.

Dari ketiga penelitian sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa penggunaan WebSocket berdampak positif dalam mendukung pengiriman data *real-time* pada sistem *IoT*. Namun, belum ditemukan implementasi WebSocket pada sistem monitoring kualitas air sumur galian berbasis *situs web* yang memantau parameter pH, kekeruhan, dan TDS secara *real-time*. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem monitoring kualitas air sumur galian berbasis *situs web* menggunakan WebSocket agar data kualitas air dapat ditampilkan secara cepat, akurat, dan mudah diakses oleh pengguna.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana kinerja protokol WebSocket pada sistem monitoring kualitas air sumur galian berdasarkan dari parameter Delay?
2. Bagaimana kinerja protokol WebSocket pada sistem monitoring kualitas air sumur galian berdasarkan dari parameter Throughput?

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu:

1. Dalam penelitian ini hanya akan fokus pada penggunaan protokol WebSocket untuk menampilkan data secara *real-time*.
2. Perangkat keras yang digunakan dalam penelitian ini adalah NodeMCU ESP32 dan Arduino Leonardo sebagai pengendali utama sistem.
3. Sensor yang digunakan dalam penelitian ini meliputi sensor pH, sensor kekeruhan, dan sensor TDS.
4. Perangkat lunak yang digunakan adalah Arduino IDE.
5. Aplikasi yang dibuat adalah berbasis *situs web*.
6. Pada sistem ini pengujian difokuskan pada parameter *Quality of Service* (QoS), yaitu Delay dan Throughput dalam pengiriman data menggunakan protokol WebSocket.
7. Sistem monitoring menggunakan koneksi internet untuk komunikasi data antara perangkat, *server*, *database*, dan *website*. Penelitian ini tidak membahas aspek keamanan jaringan maupun optimasi *server*.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diuraikan, tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kinerja protokol WebSocket pada sistem monitoring kualitas air sumur galian berdasarkan parameter delay dan throughput.

1.5 Manfaat Penenelitian

Manfaat dari penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan kemampuan dalam memantau kualitas air secara *real-time*. Dengan sistem ini, data kualitas air dapat diperoleh dan diakses dengan cepat serta akurat sehingga dapat membantu proses pengambilan keputusan dalam pengelolaan air. Selain itu, penggunaan WebSocket memungkinkan komunikasi dua arah yang efisien antara sensor dan pengguna melalui *website* sehingga dapat mengurangi keterlambatan pengiriman data dan meningkatkan responsivitas sistem. Penelitian ini juga diharapkan dapat mendukung pengembangan teknologi monitoring lingkungan berbasis *Internet of Things* (IoT) yang lebih terintegrasi guna membantu menjaga kesehatan masyarakat dan lingkungan.

1.6 Sistematika Penelitian

Penelitian ini terdiri dari enam bagian dalam struktur penulisan yang menjelaskan berbagai aspek terkait masalah yang diteliti, yait

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan latar belakang penelitian yang menjadi dasar untuk melaksanakan penelitian ini, serta urgensi dilakukannya penelitian ini. Di bagian ini juga dijelaskan perumusan masalah yang menyoroti permasalahan utama yang akan diteliti, tujuan penelitian yang ingin dicapai, batasan masalah yang menentukan ruang lingkup penelitian agar lebih fokus, manfaat dari penelitian, serta sistematika penulisan yang menggambarkan isi setiap bab secara umum.

BAB 2 LANDASAN TEORI

Bab landasan teori menjelaskan tentang dasar-dasar teori yang mendukung penelitian ini. Teori-teori tersebut meliputi Protokol WebSocket, NodeMCU ESP32, Arduino Leonardo, Sensor pH, Sensor *Turbidity*, Sensor TDS, Modul Relay, Filter Air, Pompa DC, Pompa DC mini, Arduino IDE, *Quality of Service, Visual studio code,* Node JS, *Javascript Object Notation* (JSON), *server dan website*. Semua teori dasar yang disebutkan dalam bab ini didukung oleh referensi seperti buku, jurnal, dan artikel yang relevan.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi rencana dan tahapan penelitian yang dilakukan, yaitu studi literatur, metode penelitian, analisis kebutuhan perangkat keras dan perangkat lunak, perancangan sistem, implementasi sistem, pengujian, serta kesimpulan dan saran mengenai penelitian.

BAB 4 PERANCANGAN SISTEM

Bab ini menjelaskan rincian rancangan sistem yang akan dikembangkan, mencakup perangkat keras dan perangkat lunak. Bagian ini juga menguraikan deskripsi sistem, arsitektur sistem, rancangan perangkat keras, rancangan perangkat lunak, desain antarmuka *situs web*, serta rancangan pengujian yang akan diterapkan pada sistem.

BAB 5 IMPLEMENTASI, PENGUJIAN, DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi tahapan penerapan sistem yang telah dirancang, mencakup implementasi perangkat keras dan perangkat lunak, penyajian kode program, proses pengujian sistem, serta pembahasan hasil yang diperoleh untuk mengevaluasi kinerja sistem secara keseluruhan.

BAB 6 PENUTUP

Pada bagian penutup ini terdapat kesimpulan dan saran sebagai bahan evaluasi untuk penelitian selanjutnya agar penelitian ini dapat dilanjutkan dengan lebih baik di masa depan.