

**PEMANFAATAN PROTOKOL *WEBSOCKET* PADA SISTEM
TEMPAT SAMPAH PINTAR (STESEA)**

**ARINTO MANGKU SAPUTRO
H1051181033**

SKRIPSI



**PROGRAM STUDI REKAYASA SISTEM KOMPUTER
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
PONTIANAK
2024**

**PEMANFAATAN PROTOKOL *WEBSOCKET* PADA SISTEM
TEMPAT SAMPAH PINTAR (STESEA)**

**ARINTO MANGKU SAPUTRO
H1051181033**

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
2024**

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Tugas Akhir : Pemanfaatan Protokol *WebSocket* Pada Sistem Tempat Sampah Pintar (STESEA)
Nama Mahasiswa : Arinto Mangku Saputro
NIM : H1051181033
Jurusan/Program Studi : Rekayasa Sistem Komputer
Tanggal Lulus : 16 Desember 2024
SK Pembimbing : No.665/UN22.8/TD.06/2024/Tanggal 1 Maret 2024
SK Penguji : No.4246/UN22.8/TD.06/2024/Tanggal 17 Desember 2024

Pembimbing I

Dosen Pembimbing

Pembimbing II



Uray Ristian, S.Kom., M.Kom.
NIP. 199012012019031017



Dwi Marisa Midyanti, S.T., M.Cs.
NIP. 198003192015042001

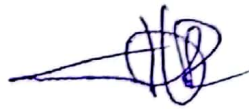
Dosen Penguji

Ketua Penguji

Anggota Penguji



Syamsul Bahri, S.Kom., M.Cs.
NIP. 198802272015041001



Hafiz Muhandi, S.T., M.Kom.
NIP. 19900723202311017

Pimpinan Sidang
(merangkap anggota penguji)

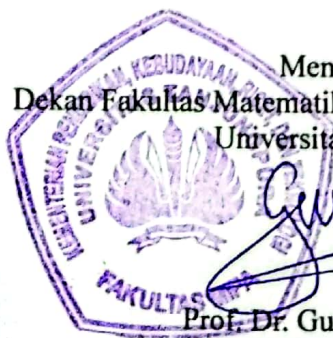
Sekretaris Sidang
(merangkap anggota penguji)



Uray Ristian, S.Kom., M.Kom.
NIP. 199012012019031017



Dwi Marisa Midyanti, S.T., M.Cs.
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 : Arinto Mangku Saputro
NIM : H1051181033
Progran 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 pernyataan ini untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Pontianak, 16 Desember 2024



Arinto Mangku Saputro
H1051181033

Pemanfaatan Protokol *WebSocket* Pada Sistem Tempat Sampah Pintar (STESEA)

Abstrak

STESEA merupakan salah satu dari contoh penerapan teknologi *internet of things* pada tempat sampah. Jaringan internet pada STESEA digunakan sebagai penghubung antar komponen dan perantara dalam pengiriman data ketinggian sampah di dalam STESEA. Adapun permasalahan yang dihadapi saat proses pengiriman data adalah penggunaan protokol HTTP yang biasa digunakan sebagai protokol pengiriman data. Kelemahan dari protokol HTTP yaitu selalu mengirim *request* setiap data yang dibutuhkan dan memerlukan waktu tunggu (*delay*) dalam merespon *request* yang diminta. Penggunaan protokol HTTP juga memiliki kelemahan pada saat data yang baru datang yang memerlukan *refresh* pada *website* tersebut. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, penelitian ini menerapkan protokol *WebSocket* sebagai protokol pengiriman data. Protokol *WebSocket* sendiri hanya memerlukan satu kali *request* dan membuat ikatan komunikasi yang tidak terputus sehingga data yang dikirim secara *real time*. Pengujian pertama yang dilakukan yaitu pengujian waktu respon pada protokol *WebSocket* ketika terjadi perubahan data ketinggian sampah pada STESEA. Hasil pengujian tersebut memperoleh nilai rata-rata waktu respon sebesar 1,5 s. Pengujian selanjutnya yang dilakukan yaitu pengujian QoS pada protokol *WebSocket*. Hasil pengujian kedua memperoleh hasil berupa nilai rata-rata *throughput* sebesar 104965,48 bps serta nilai rata-rata *delay* sebesar 101 ms. Kedua nilai rata-rata *throughput* dan *delay* termasuk kategori sangat bagus sesuai dengan standar TIPHON.

Kata kunci : *Internet Of Things*, Tempat Sampah, *WebSocket*

Utilization of the WebSocket Protocol in the Smart Trash Can System (STESEA)

Abstract

STESEA is one example of the application of internet of things technology in trash bins. The internet network in STESEA is used as a connection between components and an intermediary in sending waste height data in STESEA. The problem faced during the data sending process is the use of the HTTP protocol which is commonly used as a data sending protocol. The weakness of the HTTP protocol is that it always sends a request for every data needed and requires a waiting time (delay) in responding to the requested request. The use of the HTTP protocol also has weaknesses when new data arrives which requires a refresh on the website. To overcome these problems, this study applies the WebSocket protocol as a data sending protocol. The WebSocket protocol itself only requires one request and creates an unbroken communication bond so that the data sent is in real time. The first test carried out was testing the response time on the WebSocket protocol when there was a change in STESEA waste height data. The first test conducted was the response time test on the WebSocket protocol when there was a change in the garbage height data on STESEA. The test results obtained an average response time value of 1.5 s. The next test carried out was QoS testing on the WebSocket protocol. The results of the second test obtained results in the form of an average throughput value of 104965.48 bps and an average delay value of 101 ms. Both average throughput and delay values are included in the very good category according to the TIPHON standard.

Keywords: *Internet of Things, Trash bin, WebSocket*

PRAKATA

Alhamdulillah sebagai kata ungkapan puji dan syukur kepada Allah swt atas segala hikmah dan nikmat yang telah diberikan-Nya kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Pemanfaatan Protokol *WebSocket* Pada Sistem Tempat Sampah Pintar (STESEA)”. Penyelesaian tugas akhir yang dilakukan oleh penulis untuk memenuhi syarat dalam mendapatkan gelar Sarjana Komputer (S.Kom) pada Jurusan Rekayasa Sistem Komputer Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura Pontianak.

Penulis menyadari bahwa banyak pihak yang telah memberikan dukungan, bantuan serta memberikan motivasi kepada penulis agar tidak menyerah untuk menyelesaikan tugas akhir ini. Sebagai bentuk rasa hormat dan penghargaan dari penulis, izinkanlah penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar besarnya kepada:

1. Kedua orang tua penulis, Bapak Muhaji dan Ibu Ascarina Lusida yang selalu memberikan doa, nasehat, kasih sayang serta tidak pernah menyerah untuk menyekolahkan penulis untuk menjadi seseorang yang dapat dibanggakan. Penulis berharap dapat menjadi anak yang baik untuk mereka berdua.
2. Bapak Prof. Dr. Gusrizal, S.Si., M.Si., selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura.
3. Bapak Teddy Rismawan, S.Kom., M.Cs., selaku Ketua Jurusan Rekayasa Sistem Komputer FMIPA Universitas Tanjungpura Pontianak yang telah memberikan motivasi kepada penulis selama perkuliahan.
4. Bapak Uray Ristian, S.Kom., M.Kom., selaku dosen pembimbing pertama yang telah memberikan masukan, saran, dan nasihat dalam menyelesaikan skripsi.
5. Ibu Dwi Marisa Midyanti, S.T., M.Cs., selaku dosen pembimbing kedua sekaligus sebagai dosen pembimbing akademik yang telah memberikan nasihat dan motivasi kepada penulis selama menjalani perkuliahan hingga menyelesaikan skripsi.
6. Bapak Syamsul Bahri, S.Kom., M.Cs., selaku dosen penguji pertama yang telah memberikan arahan, masukan, dan saran.

7. Bapak Hafiz Muhardi, S.T., M.Kom., selaku dosen penguji kedua yang telah memberikan arahan, masukan, dan saran.
8. Adik penulis, Arini Amelia Utami Saputri yang telah mendorong penulis serta mendengarkan setiap cerita dari penulis.
9. Teman-teman seperjuangan penulis dari awal kuliah, Rifky Nugraha Utama, Ariansyah Sudarsono, Rizky Rahayu, dan Sri Mahfuza yang telah banyak memberikan semangat dan perhatian kepada penulis dalam pengerjaan skripsi.
10. Saudara Bima Putra, yang telah memberikan masukan, dukungan, dan inspirasi dalam menyelesaikan skripsi ini.
11. Sahabat penulis, Alifia Dwi Hariyani yang telah memberikan masukan, dorongan serta mendengarkan cerita penulis selama menyelesaikan skripsi ini.
12. Sahabat penulis, Alda Ulzana yang telah memberikan dorongan serta menemani penuli selama penyelesaian skripsi ini.
13. Teman-teman mahasiswa Sistem Komputer 2018 yang selalui memberi bantuan dan saran dalam pengerjaan skripsi.
14. Semua pihak yang terlibat secara langsung maupun tidak langsung dalam proses pengerjaan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih banyak kekurangan sehingga mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun. Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca di masa yang akan datang.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN INTEGRITAS AKADEMIK.....	iii
Abstrak	iv
Abstract	v
PRAKATA.....	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR KODE PROGRAM	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB 2 LANDASAN TEORI.....	6
2.1 Perbandingan Dengan Penelitian Terdahulu.....	6
2.2 Protokol <i>WebSocket</i>	7
2.3 <i>Internet of Things</i>	8
2.4 ESP32	9
2.5 Sensor Ultrasonik HCSR04	9
2.6 Sensor IR (<i>Infrared</i>)	10
2.7 Motor Servo.....	11

2.8 DFPLayer Mini MP3	12
2.9 Arduino IDE	12
2.10 <i>Quality of Service</i> (QoS).....	13
2.10.1 <i>Throughput</i>	13
2.10.2 <i>Delay</i>	14
2.11 <i>Wireshark</i>	15
2.12 <i>Website</i>	15
2.13 Tempat Sampah Pintar (<i>Smart Trash Can</i>).....	15
BAB 3 METODE PENELITIAN.....	17
3.1 Studi Literatur.....	18
3.2 Pengumpulan Data.....	18
3.3 Analisis Kebutuhan	18
3.3.1 Kebutuhan Perangkat Lunak.....	19
3.3.2 Kebutuhan Perangkat Keras	19
3.4 Perancangan Sistem.....	19
3.5 Implementasi Sistem	19
3.6 Pengujian Sistem	20
3.7 Kesimpulan dan saran.....	20
BAB 4 PERANCANGAN	21
4.1 Deskripsi Sistem.....	21
4.2 Perancangan Arsitektur Sistem.....	21
4.3 Perancangan Perangkat Keras	22
4.3.1 Perancangan sensor ultrasonik pengukur ketinggian.....	22
4.3.2 Perancangan STESEA	23
4.4 Perancangan Perangkat Lunak.....	24
4.4.1 Diagram alir implementasi protokol <i>WebSocket</i>	24

4.4.2	Diagram alir STESEA	25
4.5	Perancangan Antarmuka <i>Website</i>	26
4.6	Perancangan Pengujian	27
4.6.1	Pengujian waktu respon pada protokol <i>WebSocket</i>	27
4.6.2	Pengujian sistem STESEA	27
4.6.3	Pengujian QoS pada protokol <i>WebSocket</i>	27
BAB 5 IMPLEMENTASI, PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN		28
5.1	Implementasi Sistem	28
5.2	Implementasi Perangkat Keras	29
5.2.1	Implementasi sensor ultrasonik pengukur ketinggian	29
5.2.2	Implementasi STESEA	29
5.3	Implementasi Perangkat Lunak	30
5.3.1	Kode program implementasi protokol <i>WebSocket</i>	30
5.3.2	Kode program STESEA	33
5.4	Pengujian Sistem	34
5.4.1	Pengujian waktu respon pada protokol <i>WebSocket</i>	34
5.4.2	Pengujian STESEA	35
5.4.3	Pengujian QoS pada protokol <i>WebSocket</i>	36
5.5	Pembahasan	41
BAB 6 PENUTUP		43
6.1	Kesimpulan	43
6.2	Saran	43
DAFTAR PUSTAKA		44
LAMPIRAN		47

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Hubungan antara client dan ESP32	8
Gambar 2.2 ESP32	9
Gambar 2.3 Sensor Ultrasonik HCSR-04.....	10
Gambar 2.4 Sensor IR (Infrared)	11
Gambar 2.5 Gear Servo	11
Gambar 2.6 DFPlayer Mini MP3	12
Gambar 2.7 Arduino IDE	13
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	17
Gambar 4.1 Gambaran sistem secara umum	21
Gambar 4.2 Rancangan Arsitektur Sistem.....	22
Gambar 4.3 Rancangan sensor ultrasonik pengukur tinggi.....	23
Gambar 4.4 Rancangan STESEA	23
Gambar 4.5 Diagram alir implementasi protokol WebSocket.....	24
Gambar 4.6 Diagram Alir STESEA	25
Gambar 4.7 Rancangan antarmuka website	26
Gambar 5.1 Tempat Sampah STESEA.....	28
Gambar 5.2 <i>Website</i> STESEA	29
Gambar 5.3 Implementasi sensor ultrasonik pengukur ketinggian	29
Gambar 5.4 Implementasi STESEA	29
Gambar 5.5 Gerakan membuka penutup tempat sampah	35
Gambar 5.6 Gerakan menutup tempat sampah.....	35
Gambar 5.7 Hasil tangkapan wireshark.....	36
Gambar 5.8 Pergantian ke protokol <i>Web Socket</i>	36
Gambar 5.9 Data yang dimasukkan ke persamaan perhitungan.....	37
Gambar 5.10 Grafik data <i>throughput</i>	39
Gambar 5.11 Grafik nilai <i>delay</i>	41

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan dengan Penelitian Terdahulu.....	6
Tabel 2.2 Kategori Nilai Throughput.....	14
Tabel 2.3 Keterangan Nilai Delay	14
Tabel 5.1 Pengujian waktu respon pada protokol <i>WebSocket</i>	34
Tabel 5.2 Hasil data <i>throughput</i>	37
Tabel 5.3 Hasil data <i>delay</i>	39

DAFTAR KODE PROGRAM

Kode Program 5.1 Konfigurasi <i>WiFi</i>	30
Kode Program 5.2 Konfigurasi sensor ultrasonik	30
Kode Program 5.3 Pengiriman data sensor ultrasonik	31
Kode Program 5.4 Tampilan ketinggian sampah	32
Kode Program 5.5 STESEA.....	33

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Komunikasi data merupakan bagian dari teknologi era modern. Perkembangan komunikasi data terus dilakukan untuk mengatasi kelemahan dalam proses pengiriman maupun penerimaan data. Salah satu komunikasi data yang mengalami peningkatan terutama pada komunikasi *client-server* adalah *WebSocket*. Protokol *WebSocket* merupakan sebuah protokol komunikasi data 2 arah yang dimulai dari terbentuknya hubungan (*handshake*) antara *client* dan server. *Client* yang mengirim *request* terlebih dahulu ke server akan langsung di respon oleh server. Hubungan antara *client* dan server akan terus terhubung tanpa adanya waktu tunggu sampai salah satu pihak memutuskan koneksi (Soewito dkk., 2019).

Kelebihan yang dimiliki oleh protokol *WebSocket* adalah setiap data yang diminta oleh *client* akan langsung diperbarui tanpa perlu mengirim *request* secara berkala ke server (Murley dkk., 2021). Selain itu, transmisi *delay* pada *WebSocket* memiliki nilai yang kecil dibanding dengan protokol lain (Karla & Tarnawski, 2019). Penerapan protokol *WebSocket* dapat dipadukan dengan *internet of things* sebagai protokol untuk pertukaran data yang dilakukan secara *real time*.

Internet of things adalah teknologi yang memanfaatkan jaringan internet untuk komunikasi data antar perangkat (Noviardi dkk., 2023). Penerapan *internet of things* memudahkan untuk mengontrol berbagai perangkat dan sensor yang menjadi satu rangkaian dan terhubung di dalam jaringan internet. Sistem pemantauan tempat sampah menjadi salah satu contoh dari penerapan *internet of things* dengan tujuan untuk memantau ketinggian tempat sampah. Data ketinggian yang didapat akan dikirimkan ke sistem pemantauan dengan menggunakan protokol HTTP sebagai protokol komunikasi data (Rokoiye, 2023). Protokol HTTP memiliki kelemahan dalam masalah keterlambatan pengiriman data. Cara kerja protokol HTTP dengan melakukan *request* permintaan data yang dibutuhkan dan memerlukan waktu tunggu untuk merespon *request* tersebut. Maka dari itu, setiap kali data didapat perlu dilakukan *refresh* untuk memperbarui data baru. Solusi dari

permasalahan tersebut dapat diatasi dengan menggunakan protokol *WebSocket* yang dapat membantu pengiriman data pada sistem pemantauan tempat sampah.

Selain itu, sistem pemantauan tempat sampah pada penelitian ini yang disebut STESEA dapat bergerak secara otomatis untuk membuka dan menutup tutup tempat sampah. Gerakan pada penutup tempat sampah juga disertai dengan suara apabila ada anak-anak yang ingin membuang sampah. Selain itu, protokol *WebSocket* berperan sebagai protokol komunikasi data pada STESEA.

Penelitian terkait tentang protokol *WebSocket* yang pernah dilakukan sebelumnya yaitu Sistem Monitoring Ph Dan Suhu Air Pada Tambak Udang Menggunakan Protokol *Web Socket* (Kurniawan & Nurwasito, 2019). Penelitian ini menggunakan ESP8266 sebagai *minimum system* dan *WebSocket* sebagai protokol komunikasi pengiriman data. Protokol *WebSocket* pada penelitian ini dapat membantu mengirim data secara *real-time* ketika terjadi perubahan data pada sistem monitoring.

Penelitian terkait selanjutnya dengan judul Sistem Pendeteksi Kapasitas Tempat Sampah Penuh Secara Otomatis di Bak Sampah Berbasis Arduino (Suwarno & Nasrudin, 2019). Penelitian ini menggunakan Arduino UNO sebagai *minimum system* dan sensor ultrasonik sebagai pendeteksi kapasitas sampah yang berada di dalam tempat sampah. Kondisi sensor pada penelitian ini bekerja apabila ketinggian sampah kurang dari sama dengan 15 cm mendekati sensor. Setelah itu, LCD menampilkan tulisan sampah penuh dan buzzer langsung aktif mengeluarkan suara.

Penelitian selanjutnya dengan judul Perancangan Tempat Sampah Otomatis Dengan Sistem Monitoring Ketinggian Sampah Berbasis *Web* (Satria, 2023). Penelitian ini mengimplementasikan sistem monitoring sebagai pemantauan terhadap ketinggian sampah di dalam tempat sampah. Penelitian ini menggunakan Arduino UNO sebagai *minimum system* serta 2 buah sensor ultrasonik sebagai pendeteksi ketinggian sampah dan pendeteksi jarak pengguna. Kondisi yang diberikan pada kedua sensor apabila jarak antara pengguna dan tempat sampah sepanjang 27 cm dan ketinggian tempat sampah berada di ketinggian 20cm, maka penutup tempat sampah terbuka dan menandakan tempat sampah belum penuh.

Berdasarkan penelitian sebelumnya yang telah dilakukan, maka selanjutnya dilakukan penelitian yang berjudul “Pemanfaatan Protokol *WebSocket* Pada Sistem Tempat Sampah Pintar (STESEA)”. Penelitian ini akan menggunakan protokol *WebSocket* sebagai protokol komunikasi data antara *client* dan ESP32 sebagai server. Masalah keterlambatan dalam pengiriman data dapat teratasi karena data yang diperoleh akan dikirim secara *real time*.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut.

1. Bagaimana waktu respon yang dibutuhkan protokol *WebSocket* saat terjadi perubahan data ketinggian sampah pada STESEA ?
2. Bagaimana hasil pengujian QoS pada nilai *delay* dan *throughput* dengan menerapkan protokol *WebSocket* pada STESEA ?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut.

1. Protokol *client-server* yang digunakan pada penelitian ini yaitu protokol *WebSocket*.
2. Komponen pada penelitian ini menggunakan ESP32, sensor ultrasonik, gear servo, sensor *infrared*, DFPlayer Mini MP3, dan speaker.
3. Tempat sampah yang digunakan pada penelitian ini memiliki ukuran 22L.
4. Perangkat Lunak pada penelitian ini menggunakan Arduino IDE.
5. Pengukuran *Quality of Service* menggunakan *WireShark*.
6. Sistem pada aplikasi ini berbasis *website*.
7. Penelitian yang akan dilakukan berada di lingkungan PAUD.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini sebagai berikut.

1. Mengetahui waktu respon yang dibutuhkan protokol *WebSocket* saat terjadi perubahan data ketinggian sampah pada STESEA .
2. Mengetahui hasil pengujian QoS pada nilai *delay* dan *throughput* dengan menerapkan protokol *WebSocket* pada STESEA.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian merupakan bagian dari pendahuluan yang menjelaskan kegunaan dari hasil penelitian. Manfaat yang didapat dari penelitian ini adalah protokol *WebSocket* dapat membantu pengiriman data ketinggian sampah secara *real time*. Data yang baru dikirim tidak perlu melakukan *refresh* pada tampilan *website* STESEA.

1.6 Sistematika Penulisan

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini berisikan latar belakang yang menjadi dasar permasalahan dari penelitian yang dilakukan, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan tugas akhir.

BAB 2 LANDASAN TEORI

Bab ini berisi referensi yang didapat dari jurnal yang memuat penelitian terdahulu, *electronic book*, dan artikel ilmiah yang dapat mendukung dalam pengerjaan tugas akhir ini. Adapun landasan teori yang digunakan adalah Perbandingan Dengan Penelitian Terdahulu, Protokol *WebSocket*, *Internet Of Things*, ESP32, Sensor Ultrasonik, Sensor IR (*infrared*), Motor Servo, DFPlayer Mini MP3, Arduino IDE, *Quality of Service* (QoS), Wireshark, *Website*, Pendidikan Anak Usia Dini (PAUD), dan Tempat Sampah Pintar (*Smart Trash Can*).

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi pembahasan mengenai langkah-langkah penelitian yang terdiri dari dari pengumpulan studi literatur, pengumpulan data, analisis kebutuhan yang meliputi kebutuhan perangkat keras dan perangkat lunak, perancangan sistem, implementasi, dan pengujian.

BAB 4 PERANCANGAN SISTEM

Bab ini berisi deskripsi sistem, perancangan arsitektur sistem, perancangan perangkat yang terdiri dari perangkat keras dan lunak, perancangan antarmuka *website*, serta perancangan pengujian yang akan dilakukan pada penelitian.

BAB 5 IMPLEMENTASI, PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi penjelasan mengenai tahap implementasi pada perangkat keras serta perangkat lunak, pengujian yang terdiri dari pengujian waktu respon protokol

WebSocket, pengujian STESEA serta pengujian QoS pada protokol *WebSocket*, dan pembahasan yang dilakukan dalam penelitian.

BAB 6 PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan dan saran yang didapat dari penelitian yang dilakukan. Kesimpulan berisi jawaban dari rumusan masalah setelah dilakukannya penelitian. Sementara saran merupakan pendapat yang dapat digunakan agar penelitian ini dapat dikembangkan oleh penelitian selanjutnya.