PENERAPAN ARSITEKTUR *MASTER-SLAVE* PADA SISTEM PEMANTAUAN AIR BALLAST KLOTOK BERBASIS *WEBSOCKET*

DONNY HIDAYAT
H1051211059

SKRIPSI

PROGRAM STUDI REKAYASA SISTEM KOMPUTER
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
PONTIANAK
2025

PENERAPAN ARSITEKTUR *MASTER-SLAVE* PADA SISTEM PEMANTAUAN AIR BALLAST KLOTOK BERBASIS *WEBSOCKET*

DONNY HIDAYAT
H1051211059

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

PROGRAM STUDI REKAYASA SISTEM KOMPUTER
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
PONTIANAK
2025

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Tugas Akhir	: Penerapan Arsitektur *Master-Slave* Pada Sistem Pemantauan Air Ballast Klotok Berbasis *WebSocket*
Nama Mahasiswa	: Donny Hidayat
NIM	: H1051211059
Jurusan/Program Studi	: Rekayasa Sistem Komputer
Tanggal Lulus	: 16 April 2025
SK Pembimbing	: No.3245/UN22.8/TD.06/2024 /Tanggal 18 Oktober 2024
SK Penguji	: No.1096/UN22.8/TD.06/2025 /Tanggal 14 April 2025

Dosen Pembimbing

Pembimbing I	Pembimbing II
Uray Ristian, S.Kom., M.Kom.	Ikhwan Ruslianto, S.Kom., M.Cs.
NIP. 199012012019031017	NIP. 198607012014041001

Dosen Penguji

Ketua Penguji	Anggota Penguji
Hafiz Muhardi, S.T., M.Kom.	Hirzen Hasfani, S.Kom., M.Cs.
NIP. 199007232023211017	NIP. 199305032022031003

Pimpinan Sidang (merangkap anggota penguji)	Sekretaris Sidang (merangkap anggota penguji)
Uray Ristian, S.Kom., M.Kom.	Ikhwan Ruslianto, S.Kom., M.Cs.
NIP. 199012012019031017	NIP. 198607012014041001

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	: Donny Hidayat
NIM	: H1051211059
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, 3 Juli 2025



Donny Hidayat
NIM. H1051211059

Penerapan Arsitektur *Master-Slave* Pada Sistem Pemantauan Air Ballast Klotok Berbasis *WebSocket*

Abstrak

Transportasi air, khususnya kapal kayu atau klotok, masih menjadi moda utama di Kalimantan Barat, dengan rute perjalanan yang memakan waktu sekitar 14 jam. Salah satu masalah utama dalam pengoperasian klotok adalah kebocoran yang sulit terdeteksi secara dini, sehingga dapat membahayakan penumpang dan barang. Untuk mengatasi hal tersebut, penelitian ini mengembangkan sistem pemantauan ketinggian air ballast berbasis arsitektur *Master-Slave* menggunakan *WebSocket.* Sistem ini memungkinkan pemantauan secara *real-time* tanpa memerlukan koneksi internet, mengingat kapal klotok sering beroperasi di daerah yang tidak terjangkau jaringan internet. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah implementasi komunikasi *Master-Slave* dengan protokol *WebSocket*. *Node* sensor yang berfungsi sebagai *Slave* mendeteksi ketinggian air ballast dan mengirimkan data ke *Node Master* menggunakan ESP-NOW. Selanjutnya, data dikirim ke ESP32 yang berfungsi sebagai server lokal agar pengguna dapat mengakses websitenya. Pengujian dilakukan selama 3 jam dengan akurasi 100%. Data sensor menunjukkan ketinggian air meningkat dari 20 cm hingga 40 cm akibat infiltrasi air. Pengujian *delay* pada kondisi aktual menunjukan rata-rata yaitu 1,15 detik pada *Slave* pertama dan pada Slave kedua 1,36 detik. Jitter pada pengujian ini berada pada kategori "bagus" dengan nilai rata-rata 67 ms pada *Slave* pertama namun "buruk" dengan nilai rata-rata 129 ms pada *Slave* kedua. Namun, pengujian tanpa hambatan menunjukkan *delay* yang lebih rendah, yakni sekitar 0,68 detik pada *Slave* pertama dan 0,65 detik pada *Slave* kedua, dengan *jitter* pada *Slave* pertama yaitu 68 ms termasuk kategori “bagus” dan pada *Slave* kedua yaitu 102 ms termasuk kategori “sedang”. Hasil analisis RSSI menunjukkan rata-rata signal -63 dBm dalam kondisi dengan hambatan, dan meningkat menjadi rata-rata -48 dBm dalam kondisi tanpa hambatan.

Kata kunci: Kapal klotok, air ballast, *Master-Slave*, *WebSocket,* ESP32, pemantauan *real-time*.

Implementation of Master-Slave Architecture in Klotok Ballast Water Monitoring System Based on WebSocket

Abstract

Water transportation, particularly wooden boats or klotok, remains the primary mode of transport in West Kalimantan, with travel routes taking approximately 14 hours. One of the main challenges in operating klotok is leakage, which is difficult to detect early, potentially endangering passengers and cargo. To address this issue, this study develops a ballast water level monitoring system based on a Master-Slave architecture using WebSocket. This system enables real-time monitoring without requiring an internet connection, considering that klotok often operate in areas without network coverage. The method used in this study involves implementing Master-Slave communication with the WebSocket protocol. Sensor nodes functioning as Slaves detect the ballast water level and transmit data to the Master node using ESP-NOW. The data is then sent to an ESP32, which functions as a local server, allowing users to access the website. Testing was conducted for 3 hours with 100% accuracy. Sensor data indicated that the water level increased from 20 cm to 40 cm due to water infiltration. Delay testing under actual conditions showed an average delay of 1.15 seconds on the first Slave and 1.36 seconds on the second Slave. Jitter analysis categorized the first Slave as "good" with an average of 67 ms, while the second Slave was classified as "poor" with an average of 129 ms. However, testing under unobstructed conditions showed lower delays, with an average of 0.68 seconds on the first Slave and 0.65 seconds on the second Slave. Jitter values for the first Slave were 68 ms, classified as "good," while for the second Slave, they were 102 ms, classified as "moderate." The RSSI analysis results showed an average signal strength of -63 dBm under obstructed conditions, improving to an average of -48 dBm under unobstructed conditions.

.

Keywords: Klotok boat, ballast water, Master-Slave, WebSocket, ESP32, real-time monitoring.

PRAKATA

Segala puji dan syukur panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul **"Penerapan Arsitektur *Master-Slave* Pada Sistem Pemantauan Air Ballast Klotok Berbasis *WebSocket*"** Tugas akhir ini disusun 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.

Semua hasil yang diperoleh ini tidak lepas dari segala dukungan dan bantuan dari berbagai pihak yang terus mendorong penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik. Sebagai penghargaan, izinkanlah penulis mengucapkan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Gusrizal, S.Si., M.Si., selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura.
2. Bapak Tedy Rismawan, S.Kom., M.Cs., selaku Ketua Jurusan Rekayasa Sistem Komputer FMIPA Universitas Tanjungpura Pontianak.
3. Bapak Uray Ristian, S.Kom., M.Kom., sebagai dosen Pembimbing Pertama yang telah memberikan masukan serta meluangkan waktu dan pikiran yang memberikan dorongan dalam bimbingan penulisan skripsi.
4. Bapak Ikhwan Ruslianto, S.Kom, M.Cs., sebagai dosen Pembimbing Kedua yang telah memberikan masukan serta meluangkan waktu dan pikiran yang memberikan dorongan dalam bimbingan penulisan skripsi.
5. Bapak Hafiz Muhardi, S.T., M.Kom., selaku dosen Penguji Pertama, yang telah memberikan kontribusi dengan memberikan masukan dan pertanyaan yang memperkaya isi dari tugas akhir ini.
6. Bapak Hirzen Hasfani, S.Kom., M.Cs., selaku dosen Penguji Kedua, yang telah memberikan kontribusi dengan memberikan masukan dan pertanyaan yang memperkaya isi dari tugas akhir ini.
7. Bapak Suhardi, S.T., M.Eng., sebagai dosen Pembimbing Akademik (PA) yang telah memberi masukan dan motivasi yang membangun selama masa perkuliahan.

8. Kepada orang tua yang selalu memberikan dukungan, doa, motivasi, dan kasih sayang tanpa henti sepanjang perjalanan penulisan tugas akhir ini.
9. Teman-teman Hikabar yang memberi semangat dan saran dalam tugas akhir ini sehingga dapat terselesaikan.
10. Para rekan-rekan seperjuangan mahasiswa khususnya Sistem Komputer 2021 (Nemotic) yang telah memberikan semangat dan dukungan dalam menjalani proses perkuliahan dan penulisan tugas akhir ini.
11. Semua pihak yang terlibat langsung maupun yang tidak langsung dalam penulisan tugas akhir ini.

Pontianak, 3 Juli 2025

Donny Hidayat

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN .....**Error! Bookmark not defined.**
PERNYATAAN INTEGRITAS AKADEMIK ii
Abstrak iv
Abstract v
PRAKATA vi
DAFTAR ISI viii
DAFTAR GAMBAR xi
DAFTAR TABEL xii
DAFTAR KODE PROGRAM xiii
BAB 1 PENDAHULUAN 14
1.1 Latar Belakang.....14
1.2 Rumusan Masalah 17
1.3 Batasan Masalah.....17
1.4 Tujuan Penelitian.....18
1.5 Manfaat Penelitian.....18
1.6 Sistematika Penulisan.....18
BAB 2 LANDASAN TEORI..... 20
2.1 Perbandingan dengan penelitian terdahulu.....20
2.2 *Master-Slave*.....21
2.3 Protokol *WebSocket*.....22
2.4 ESP32 23
2.5 Arduino IDE 24
2.6 *Water Level Float Sensor* 24
2.7 *Hypertext Markup Language* (HTML).....25
2.8 *Cascading Style Sheets* (CSS) 25
2.9 JavaScript 26
2.10 *Delay*.....26
2.11 *Jitter*.....27
2.12 *Received Signal Strength Indicator* (RSSI).....28
2.13 Balsamiq Mockups 29

2.14 Diagram Alir (*Flowchart)* 29
2.15 ESP-NOW 29
2.16 LittleFS (*Little File System*) 30
BAB 3 METODE PENELITIAN..... 31
3.1 Studi Literatur.....31
3.2 Analisis Kebutuhan 32
3.2.1 Kebutuhan Perangkat Keras..... 32
3.2.2 Kebutuhan Perangkat Lunak..... 32
3.3 Perancangan Sistem.....32
3.3.1 Perancangan Perangkat Keras..... 32
3.3.2 Perancangan Perangkat Lunak..... 32
3.4 Implementasi 33
3.5 Pengujian.....33
3.6 Data Hasil Pengujian.....34
3.7 Kesimpulan dan Saran.....34
BAB 4 PERANCANGAN 35
4.1 Deskripsi Sistem.....35
4.2 Perancangan Arsitektur Sistem.....35
4.3 Perancangan Perangkat Keras 36
4.3.1 Perancangan Sistem Pemantauan Pada *Node Slave*..... 36
4.3.2 Perancangan Sistem Pada *Node Master*..... 38
4.4 Perancangan Perangkat Lunak 39
4.4.1 Perancangan Sistem Pemantauan Ketinggian Air..... 40
4.4.2 Perancangan Sistem Komunikasi Antara *Slave* dan *Master* 41
4.4.3 Perancangan Protokol *WebSocket* pada *Node Master*..... 41
4.5 Perancangan Antar Muka 43
4.6 Perancangan Pengujian Keseluruhan Sistem.....44
4.7 Perancangan Pengujian *Delay* Sistem dari *Slave* ke *Master* 45
BAB 5 IMPLEMENTASI, PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN..... 46
5.1 Implementasi Perangkat Keras.....46
5.1.1 Implementasi Sistem Pemantauan Pada *Node Slave*..... 46
5.1.2 Implementasi Sistem Pada *Node Master*..... 47

5.2 Implementasi Perangkat Lunak 47
5.2.1 Implementasi Sistem Pemantauan Ketinggian Air 47
5.2.2 Implementasi Sistem Komunikasi Antara Slave dan Master 49
5.2.3 Implementasi Protokol *WebSocket* pada *Node Master* 52
5.3 Implementasi Antarmuka 54
5.4 Pengujian Keseluruhan Sistem 55
5.4.1 Pengujian Pemantauan Ketinggian Air 56
5.4.2 Pengujian *Delay* Sistem dari *Slave* ke Tampilan *Website* 57
5.5 Pembahasan 63
BAB 6 PENUTUP 65
6.1 Kesimpulan 65
6.2 Saran 66
DAFTAR PUSTAKA 67
LAMPIRAN 70

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Pola Arsitektur *Master-Slave* 22
Gambar 2.2. Protokol *WebSocket*..... 23
Gambar 2.3 ESP32..... 23
Gambar 2.4. Arduino IDE..... 24
Gambar 2.5. *Water level float sensor*..... 25
Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian 31
Gambar 4.1 Arsitektur Sistem Pemantauan 36
Gambar 4.2. Perancangan Sistem Pemantauan Pada *Node Slave* 37
Gambar 4.3. Diagram Alir Perangkat Lunak 40
Gambar 4.4. Perancangan Sistem Komunikasi Antara *Slave* dan *Master* 41
Gambar 4.5. Perancangan Protokol *WebSocket* pada *Node Master*..... 42
Gambar 4.6. Tampilan Halaman *Website* 43
Gambar 4.7. Diagram Alir Pengujian Keseluruhan Sistem 44
Gambar 4.8. Ilustrasi pengujian secara aktual 45
Gambar 5.1. Implementasi Sistem Pemantauan Pada *Node Slave*..... 46
Gambar 5.2. Implementasi sistem Sistem Pada *Node Master* 47
Gambar 5.3. Tampilan Antarmuka *Website*..... 55
Gambar 5.4. Sistem Pemantauan Ketinggian Air Ballast Kapal Klotok..... 55
Gambar 5.5. Hasil Pengujian Ketinggian Air Ballast Kapal Klotok *Slave* Kesatu56
Gambar 5.6. Hasil Pengujian Ketinggian Air Ballast Kapal Klotok Slave Kedua 57
Gambar 5.7. Grafik *Delay* dan *Jitter* Pengiriman Data dari *Slave* pertama ke *Website* dengan Hambatan..... 58
Gambar 5.8. Grafik *Delay* dan *Jitter* Pengiriman Data dari *Slave* kedua ke *Website* dengan Hambatan..... 59
Gambar 5.9. Grafik *Delay* dan *Jitter* Pengiriman Data dari *Slave* pertama ke *Website* tanpa Hambatan..... 60
Gambar 5.10. Grafik *Delay* dan *Jitter* Pengiriman Data dari *Slave* kedua ke *Website* tanpa Hambatan..... 61
Gambar 5.11. Analisis Kekuatan Jaringan *Master* dengan Hambatan..... 62
Gambar 5.12. Analisis Kekuatan Jaringan Master tanpa Hambatan..... 62

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Perbandingan dengan Penelitian Terdahulu..... 20
Tabel 2.2. Perfomansi *Delay* Jaringan Standar TIPHON 27
Tabel 2.3. Perfomansi *Jitter* Jaringan Standar TIPHON..... 28
Tabel 2.4. Performansi RSSI Standar NetSpot 28
Tabel 4. 1. Penggunaan Pin ESP32 pada *Node Slave* 37

DAFTAR KODE PROGRAM

Kode Program 5.1. Pemantauan Ketinggian Air 48
Kode Program 5.2. *Node Slave* Sebagai *Transmitter* 49
Kode Program 5.3. *Node Master* Sebagai *Receiver* 51
Kode Program 5.4. Protokol *WebSocket* Dan LittleFs Pada *Node Master* 53

BAB 1
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Transportasi air adalah perpindahan manusia atau barang dari suatu tempat ke tempat lainnya dengan menggunakan sebuah kapal yang digerakkan oleh mesin (Pujiastuti & Samekto, 2019). Transportasi air di Kalimantan Barat yang beroperasi setiap hari adalah kapal kayu, yang lebih dikenal dengan Kapal "Klotok". Salah satu rute kapal klotok yaitu dari pelabuhan Teluk Batang Kabupaten Kayong Utara ke pelabuhan Senghie Kota Pontianak. Waktu tempuh perjalanan yaitu selama kurang lebih 14 jam. Klotok didesain agar penumpang dapat tidur dimalam hari serta terdapat ruang garasi untuk menyimpan kendaraan penumpang yaitu sepeda motor (Hariani, Setyawati & Yanti, 2014). Keamanan dan keselamatan saat menggunakan klotok sangatlah penting, karena menyangkut banyak penumpang dan barang didalamnya. Salah satu masalah yang dapat terjadi yaitu kebocoran pada klotok. Jika kebocoran terjadi saat klotok beroperasi, tidak ada informasi *real-time* dan hal tersebut sulit untuk diketahui lebih awal oleh anak buah kapal (ABK). Sehingga ketika masalah tersebut terjadi, waktu evakuasi akan menjadi sangat singkat. Perlu adanya sistem pemantauan ketinggian air didalam lambung kapal klotok (Syahputra, Ramadhani & Parini, 2022).

Lambung kapal klotok terdapat air "ballast" yang berfungsi sebagai pemberat untuk menjaga stabilitas dan keseimbangan. Air ballast memiliki batas aman ketinggian, jika ketinggiannya melebihi batas tersebut, maka dapat mengindikasikan adanya potensi kerusakan atau malfungsi pada klotok (Syahputra, Ramadhani & Parini, 2022). Sistem pemantauan ketinggian air menggunakan *water level float sensor* dapat diterapkan untuk mengukur ketinggian air ballast secara otomatis. Hasil pembacaan ketinggian air oleh sensor dapat dikirimkan ke sistem pemantauan, yang bertujuan memberikan peringatan dini terhadap potensi kerusakan pada dinding kapal (Apriyanto, 2015).

Sistem pemantauan ketinggian air ballast memerlukan sebuah jaringan agar dapat berkomunikasi. Saat kapal klotok sedang diperjalanan, maka akses internet

tidak lagi tersedia. Hal ini disebabkan oleh kapal klotok melewati alur sungai yang tidak terjangkau oleh akses internet. Untuk mengimplementasikan sistem pemantauan ketinggian air ballast harus dilakukan menggunakan jaringan lokal yaitu dengan memanfaatkan protokol ESP-NOW pada arsitektur *Master-Slave* berbasis *WebSocket*. *Master-Slave* merupakan salah satu metode yang digunakan dalam sistem multiprosesor. Pada metode ini, beberapa prosesor saling terhubung melalui jalur komunikasi, dengan satu prosesor bertindak sebagai *Master* dan prosesor lainnya sebagai *Slave* (Wajiansyah & Supriadi, 2020). Pada penelitian ini, *Node sensor* yang berfungsi mendeteksi ketinggian air ballast bertugas sebagai *Node Slave*. Kemudian sebuah ESP32 sebagai *Node Master* yang bertugas untuk membaca dan mengumpulkan data dari lima perangkat *Slave* tersebut. ESP32 *Master* diserialkan dengan ESP32 yang berperan sebagai *server* dengan memanfaatkan *WebSocket* agar perangkat (*tablet*) dapat mengakses IP (*Internet Protocol*) *server* serta dapat membaca data ketinggian air ballast. Hal ini memastikan bahwa deteksi kebocoran pada klotok dapat dilakukan secara dini serta dapat dilakukan secara lokal, sehingga langkah mitigasi bisa diambil dengan cepat.

Penelitian sebelumnya yang berjudul "Implementasi *Change Detection* untuk Efisiensi Pengiriman Paket Data pada IoT *Master-Slave* di *Greenhouse*" (Ristian, Hasfani, & Wijaya) menggunakan arsitektur *Master-Slave* untuk meningkatkan efisiensi sistem pemantauan berbasis *Internet of Things* (IoT). Dalam penelitian tersebut, *Node Master* berfungsi sebagai pusat kendali yang mengumpulkan data dari beberapa *Node Slave*, yang masing-masing dilengkapi dengan sensor untuk mengukur suhu, kelembapan udara, dan kelembapan tanah di dalam *greenhouse.* Data yang dikirimkan oleh *Node Slave* ke *Node Master* kemudian difilter menggunakan *algoritma change detection*, sehingga hanya data yang mengalami perubahan signifikan yang dikirim ke *cloud server*. Pendekatan ini terbukti mampu mengurangi penggunaan kuota internet dan meminimalkan *packet loss*, menjadikannya solusi efisien dalam pemantauan lingkungan berbasis IoT. Hasil pengujian dari penelitian tersebut menunjukkan bahwa penggunaan arsitektur *Master-Slave* dengan algoritma *change detection* berhasil meningkatkan efisiensi pengiriman data. Dari total 222.793 pengiriman data selama tiga hari, sistem mengalami *packet loss* sebesar 1,43%, yang dikategorikan "sangat bagus" menurut

standar TIPHON. Selain itu, penerapan algoritma *change detection* mampu mengurangi estimasi penggunaan kuota internet hingga 82,4 MB per bulan, dibandingkan dengan sistem yang mengirimkan seluruh data tanpa *filtering.*

Penelitian lain yang berjudul "Implementasi Sistem Kontrol dan Monitoring *Smart Home* Menggunakan Integrasi Protokol *WebSocket* dan MQTT" (Ahsy, Bhawiyuga & Kartikasari, 2019). Penelitian ini dilakukan pada sistem *Smart Home*, protokol MQTT digunakan sebagai jalur komunikasi dari *Node sensor* ke *server.* Jalur komunikasi antara *website* dan server menggunakan protokol *WebSocket.* Selain itu *WebSocket* digunakan agar sistem kontrol dan pemantauan *Smart Home* berfungsi secara *real-time.* Penelitian ini menggunakan JSON Web Token untuk memastikan keamanan dalam pertukaran data dan pengelolaan perangkat yang terhubung ke sistem. Hasil pengujian sistem menunjukkan *delay* sebesar 1 milidetik, dengan waktu *respons* paling optimal terjadi ketika *NodeMCU* mengirim 10 data sekaligus ke *server*, hanya memakan waktu 1 detik. Selain itu, perangkat aktuator seperti LED dan kipas angin beroperasi sesuai dengan perintah yang diberikan pengguna melalui *website.*

Penelitian selanjutnya berjudul "*Automatic Water Ballast System Based on* Arduino R3 (Narto, Sulistiyowati & Fauzian, 2023). Penelitian sistem otomatis pada air ballast ini, digunakan ARDUINO R3 sebagai pengontrol utama. Pengontrol ini mengatur kinerja sensor terkait dengan keseimbangan kapal, termasuk peran penting dari *gyro sensor* (MPU 6050) untuk mengukur kemiringan kapal. Sistem ini menggunakan *water level float sensor* untuk mengukur ketinggian air, apabila air berada dibawah batas minimum maka motor digunakan untuk mengisi tangki *ballast* dengan air guna menambah massa kapal. Ketika volume air mencapai titik maksimum, alat ini mengaktifkan alarm buzzer dan menginstruksikan pompa *overboard* untuk membuang air agar muatan dan draft kapal tetap seimbang. Selain alarm buzzer, sistem ini dilengkapi dengan indikator berupa panel LCD dan LED yang berfungsi sebagai indikator.

Berdasarkan penelitian yang telah dipaparkan diatas, maka dirumuskanlah penelitian dengan judul "Penerapan Arsitektur *Master-Slave* pada Sistem Pemantauan Air Ballast Kapal Klotok Berbasis *WebSocket*". Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan sistem pemantauan air ballast pada kapal

klotok yang tidak memiliki akses internet. Sehingga dimanfaatkan *sever* lokal dengan menggunakan protokol *WebSocket* agar ESP32 dapat bertugas sebagai *access point.* Data ketinggian air dikumpulkan oleh banyak *Node sensor* (*Slave*) yang selanjutnya dikirimkan ke *Node server* (*Master*), kemudian diteruskan ke ESP32 yang bertugas sebagai *server*. Dengan demikian, sistem pemantauan air ballast dapat dilakukan pada kapal klotok meskipun tidak terdapat akses internet.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan, adapun rumusan masalah yang diangkat dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana keakuratan informasi yang diterima dari sistem pemantauan ketinggian air ballast kapal klotok dengan arsitektur *Master-Slave* berbasis *Websocket*?
2. Bagaimana kualitas sinyal yang diterima oleh perangkat dalam jaringan komunikasi nirkabel dari ESP32 *Master* yang berfungsi sebagai *Access Point* dan *Web Server* dengan pemanfaatan protokol *WebSocket*?
3. Bagaimana respon *delay* dan *jitter* dari arsitektur *Master-Slave* dalam sistem pendeteksi kebocoran pada klotok berbasis *WebSocket*?

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini dilakukan pada kapal klotok Bone.
2. ESP32 digunakan sebagai perangkat pengendali sistem.
3. Sistem pendeteksi ketinggian air menggunakan 6 *water level float sensor*.
4. Jumlah *Node* yang digunakan sebanyak 3 buah, yang terdiri dari 1 *Node Master* dan 2 *Node Slave*.
5. Aplikasi yang dikembangkan berbasis *website*.
6. Sistem kontrol menggunakan perangkat lunak Arduino IDE.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui keakuratan informasi yang diterima dari sistem pemantauan ketinggian air ballast kapal klotok dengan arsitektur *Master-Slave* berbasis *Websocket*.
2. Mengetahui kualitas sinyal yang diterima oleh perangkat dalam jaringan komunikasi nirkabel dari ESP32 *Master* yang berfungsi sebagai *Access Point* dan *Web Server* dengan pemanfaatan protokol *WebSocket*.
3. Mengetahui respon *delay* dan *jitter* dari arsitektur *Master-Slave* dalam sistem pendeteksi kebocoran pada klotok berbasis *WebSocket.*

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini yaitu untuk membuat sistem pemantauan ketinggian air ballast kapal klotok sebagai sistem informasi ketika air ballast mengalami ketinggian tidak wajar secara tiba-tiba. Sistem dibuat dengan memanfaatkan jaringan lokal sehingga dapat berfungsi tanpa ada akses internet.

1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan skripsi ini dibagi menjadi 6 bab agar permasalahan dapat dijelaskan dan diuraikan untuk menyelesaikan penelitian ini. Adapun sistematika penulisan tugas akhir ini terdiri dari:

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab pendahuluan berisi latar belakang untuk menjelaskan tentang permasalahan pada kapal klotok dan kenapa penelitian ini dilakukan, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB 2 LANDASAN TEORI

Bab landasan teori berisi bahasan mengenai dasar teori pendukung yang digunakan dalam tugas akhir. Adapun landasan teori pada bab ini berupa *Master-Slave*, *WebSocket,* ESP32, Arduino IDE, *Water level float sensor, Hypertext Markup Language, Cascading Style Sheets, Javascript, Delay, Jitter, RSSI,*

Balsamic Mockups, Diagram alir (*Flowchart*), ESP-NOW, dan *Little File System* (LFS).

BAB 3 METODE PENELITIAN

Bab metode penelitian adalah prosedur atau cara-cara yang dilakukan untuk mengumpulkan dan menganalisis data serta menjawab pertanyaan atau hipotesis yang telah ditetapkan dalam penelitian. Adapun isi dari metode penelitian yaitu diagram alir, studi literatur, analisis kebutuhan, perancangan sistem, implementasi sistem, pengujian sistem, data hasil pengujian, kesimpulan dan saran.

BAB 4 PERANCANGAN

Bab perancangan berisi secara rinci tentang perancangan dan tahapan dalam pelaksanaan penelitian. Pada bab ini secara umum meliputi perancangan arsitektur sistem, perancangan pada perangkat keras, perangkat lunak, perancangan antarmuka dan perancangan pengujian sistem. Pada perancangan arsitektur sistem dijelaskan secara umum tentang perancangan pada perangkat keras, perangkat lunak maupun keseluruhan sistemnya. Selanjutnya yaitu perancangan perangkat keras yang terdiri dari perancangan sistem pemantauan pada *Node Slave,* perancangan sistem pada *Node Master*, dan perancangan keseluruhan perangkat keras. Sedangkan pada perancangan perangkat lunak meliputi perancangan sistem komunikasi antara *Slave* dan *Master*, perancangan protokol *WebSocket* pada *Node Master*.

BAB 5 IMPLEMENTASI, PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN

Bab implementasi, pengujian, dan pembahasan membahas mengenai analisis dan implementasi sistem yang telah dirancang pada tahap sebelumnya. Tahapan ini yaitu implementasi perangkat keras, implementasi perangkat lunak, pengujian akurasi, *delay, jitter* dan kekuatan sinyal, serta pembahasan.

BAB 6 PENUTUP

Bab penutup merupakan bab yang membahas tentang kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan dan saran terhadap masalah yang belum terselesaikan untuk dapat diperbaiki dan dikembangkan pada penelitian berikutnya.