

**PENGEMBANGAN SISTEM MONITORING PASANG SURUT
AIR LAUT HEMAT ENERGI MENGGUNAKAN WI-FI
*MODULE BRIDGE***

Tugas Akhir

Disusun sebagai salah satu syarat untuk
menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan Diploma IV

Oleh

Muhammad Alkautsar

220441037



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA OTOMASI
JURUSAN TEKNIK OTOMASI MANUFAKTUR DAN MEKATRONIKA
POLITEKNIK MANUFAKTUR BANDUNG**

2024

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir yang berjudul:

**PENGEMBANGAN SISTEM MONITORING PASANG SURUT
AIR LAUT HEMAT ENERGI MENGGUNAKAN WI-FI
MODULE BRIDGE**

Oleh:

Muhammad Alkautsar

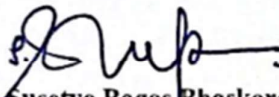
220441037

Telah direvisi, disetujui, dan disahkan sebagai Tugas Akhir penutup program
pendidikan Sarjana Terapan (Diploma IV)
Politeknik Manufaktur Bandung

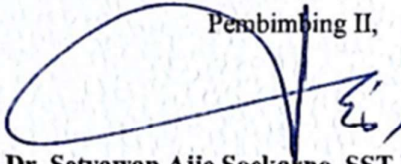
Bandung, 05 Agustus 2024

Disetujui,

Pembimbing I,

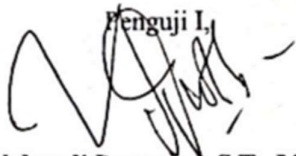

Dr. Susetvo Bagas Bhaskoro, M.T.
NIP. 198706222015041002

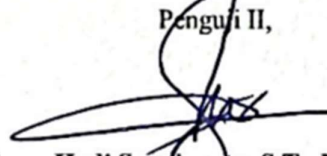
Pembimbing II,


Dr. Setyawan Ajie Soekarno, SST.MT, Msc. Tech.
NIP. 198004282008101001

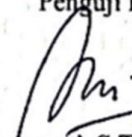
Disahkan,

Penguji II,


Wahyudi Purnomo, S.T., M.T.
NIP. 197001061995121002


Hadi Supriyanto, S.T., M.T.
NIP. 196911081993031002

Penguji III,


Nuryanti, S.T., M.Sc.
NIP. 1976042662009122002

PERNYATAAN ORISINALITAS

Sebagai Civitas Akademika Politeknik Manufaktur Bandung, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Alkautsar
NIM : 220441037
Jurusan : Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika
Program Studi : Teknologi Rekayasa Otomasi
Jenjang Studi : Diploma 4
Jenis Karya : Tugas Akhir
Judul Karya : Pengembangan Sistem Monitoring Pasang Surut
Air Laut Hemat Energi Menggunakan Wi-Fi
Module Bridge

Menyatakan bahwa:

1. Tugas akhir ini adalah hasil karya saya sendiri (orisinal) atas bimbingan para Pembimbing.
2. Dalam tugas akhir ini tidak terdapat keseluruhan atau sebagian tulisan orang lain yang saya ambil dengan cara menyalin atau meniru dalam bentuk rangkaian kalimat atau simbol yang menunjukkan gagasan atau pendapat atau pemikiran dari penulis lain, yang saya akui seolah-olah sebagai tulisan saya sendiri, dan/atau tidak terdapat bagian atau keseluruhan tulisan yang saya salin, tiru, atau yang saya ambil dari tulisan orang lain tanpa memberikan pengakuan penulis aslinya (referensi).
3. Bila kemudian terbukti bahwa saya melakukan tindakan yang bertentangan dengan hal tersebut di atas, baik disengaja atau tidak, saya bersedia menerima akibatnya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Bandung
Pada tanggal : 18 – 07 – 2024
Yang Menyatakan,

Muhammad Alkautsar
NIM 220441037

PERNYATAAN HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL (HKI)

Sebagai Civitas Akademika Politeknik Manufaktur Bandung, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Alkautsar
NIM : 220441037
Jurusan : Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika
Program Studi : Teknologi Rekayasa Otomasi
Jenjang Studi : Diploma 4
Jenis Karya : Tugas Akhir
Judul Karya : Pengembangan Sistem Monitoring Pasang Surut
Air Laut Hemat Energi Menggunakan Wi-Fi
Module Bridge

Menyatakan/menyetujui bahwa:

1. Segala bentuk Hak Kekayaan Intelektual terkait dengan perangkat tugas akhir menjadi milik PT Geolabx Karya Nusantara, yang mana penggunaan dan pengelolaan perangkat oleh kampus atau pihak lain harus berada di bawah perizinan PT Geolabx.
2. Memberikan kepada Politeknik Manufaktur Bandung Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right) atas hasil tugas akhir saya yang berupa karya tulis ilmiah (KTI). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini, maka Politeknik Manufaktur Bandung berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan memublikasikan karya tulis ilmiah tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama-nama Dosen Pembimbing dan nama saya sebagai anggota penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Bandung
Pada tanggal : 05 – 08 – 2024
Yang Menyatakan,

Muhammad Alkautsar
NIM 220441037

MOTO PRIBADI

Fokus pada kemampuan. Nikmati proses hidup. Dan berlindung kepada Allah.

Tugas akhir ini saya persembahkan untuk kedua orang tua saya tercinta, kakak dan adik saya, teman-teman saya dan semua pihak yang telah membantu saya menyelesaikan tugas akhir ini. Jazakallahu Khairan

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah yang hanya kepadaNya kami memuji, memohon pertolongan, dan mohon keampunan. Kami berlindung kepadaNya dari kekejian diri dan kejahatan amalan kami. Barang siapa yang diberi petunjuk oleh Allah maka tidak ada yang dapat menyesatkan, dan barang siapa yang tersesat dari jalanNya maka tidak ada yang dapat memberinya petunjuk. Dan aku bersaksi bahwa tiada sembah yang berhak disembah melainkan Allah saja, yang tiada sekutu bagiNya. Dan aku bersaksi bahwa Muhammad adalah hambaNya dan RasulNya.

Atas petunjuk dan pertolongan-Nya, Alhamdulillah penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul: “ Pengembangan Sistem Monitoring Pasang Surut Air Laut Hemat Energi Menggunakan Wi-Fi *Module Bridge*”.

Tugas akhir dibuat dalam rangka memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan (Diploma-IV) pada Program Studi Teknologi Rekayasa Otomasi di Politeknik Manufaktur Bandung.

Terselesaikannya tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan banyak pihak, sehingga pada kesempatan ini dengan segala kerendahan hati dan penuh rasa hormat penulis menghaturkan terima kasih yang sebesar-besarnya bagi semua pihak yang telah memberikan bantuan moril maupun materil baik langsung maupun tidak langsung dalam penyusunan skripsi ini hingga selesai, terutama kepada yang saya hormati:

1. Direktur Politeknik Manufaktur Bandung, Bapak Muhammad Nurdin, S.T., M.AB.
2. Ketua Jurusan Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika, Bapak Ismail Rokhim, S.T., M.T.
3. Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Otomasi, Ibu Nuryanti, S.T., M.Sc.
4. Para Pembimbing tugas akhir Bapak Dr. Susetyo Bagas Bhaskoro, M.T. ,dan Bapak Dr. Setyawan Ajie Soekarno, SST.MT, Msc. Tech.
5. Para Pembimbing industri PT Geolabx Kang Sodipta Berutu, dan Kang Maulana Aria yang mengakomodasi serta menjadi mentor saya dalam proses pengerjaan Tugas Akhir ini.

6. Para Penguji sidang tugas akhir Bapak Wahyudi Purnomo, S.T., M.T., Bapak Hadi Supriyanto, S.T., M.T., dan Ibu Nuryanti, S.T., M.Sc.
7. Panitia tugas akhir Bapak Rizqi Aji Pratama, M. Pd..
8. Teristimewa kepada Orang Tua penulis Ibunda Irnawita Rifani dan Ayahanda Syafrizal yang selalu mendoakan, memberikan motivasi dan pengorbanannya baik dari segi moril, materi kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
9. Untuk kakak saya Rezwita Irfani dan adik saya Muhammad Rezky Ramadhan yang telah menyemangati saya untuk berdedikasi menyelesaikan tugas akhir ini.
10. Buat sahabat – sahabat saya dari kost Darman yang telah membantu dan memberi saya masukan-masukan penting dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Akhir kata penulis menyadari bahwa dalam penulisan tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Karena itu, penulis memohon saran dan kritik yang sifatnya membangun demi kesempurnaannya dan semoga bermanfaat bagi kita semua. Aamiiin Ya Robbal Alamin.

Bandung, 18 Juli 2024

Penulis

ABSTRAK

Automatic Tide Gauge adalah instrumentasi pada teknologi maritim yang berfungsi mengukur pasang surut air laut. Untuk memeriksa fungsionalitas instrumentasi dan mengambil log data, operator dari kantor pusat data perlu menuju ke Tidal Station di tempat alat ini terpasang, lalu sensor dicek dan data log diambil secara manual. Hal ini menyebabkan adanya inefisiensi waktu. Maka dari itu dibuat *Wifi Module Bridge* hemat energi berbasis IoT untuk mengecek serta mengakuisisi data sensor lalu dikirim ke *cloud server*. Penelitian ini difokuskan pada pengembangan sistem firmware yang mengendalikan hardware dan software untuk monitoring berbasis web. Metode diagram alir digunakan dalam pengembangan alat. Hasil pengembangan firmware yakni sistem mampu mengakuisisi, mengolah, dan mengirim data ke *cloud server* dengan implementasi mekanisme *deep-sleep* menggunakan kontrol unit WEMOS dan ESP32. Hasil pengujian sistem firmware didapatkan waktu eksekusi pemroses data sebesar 171.43 ms. Mekanisme sistem hemat energi menghasilkan konsumsi energi sebesar 0.01022 kWh dengan efisiensi sebesar 293.73%.

Kata kunci: *Automatic Tide Gauge, Deep Sleep Mode, ESP32, Energy-saving IoT, Valeport TideMaster.*

ABSTRACT

Automatic Tide Gauge is a maritime instrument that measures tides. To check the functionality of the instrumentation and retrieve data logs, an operator from the data centre has to go to the tidal station where it is installed, check the sensors and retrieve the data logs manually. This resulted in time inefficiencies. Therefore, an energy-efficient Wifi module bridge based on IoT will be built to check and acquire sensor data and then send it to the cloud server. This research focuses on developing a firmware system to control the hardware and software for web-based monitoring. The flow chart method is used in the development of the tool. The results of the firmware development are that the system is able to acquire, process and send data to the cloud server with the implementation of a deep sleep mechanism using the WEMOS and ESP32 controllers. The results of the firmware system achieved a data processor execution time of 171.43 ms. The energy saving mechanism of the system produces an energy consumption of 0.01022 kWh with an efficiency of 293.73%.

Keywords: Automatic Tide Gauge, Deep Sleep Mode, ESP32, Energy-saving IoT, Valeport TideMaster

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
PERNYATAAN HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL (HKI)	iii
MOTO PRIBADI	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR ISI... ..	ix
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xviii
DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN	xix
BAB I PENDAHULUAN.....	I-1
I.1 Latar Belakang.....	I-1
I.2 Rumusan Masalah.....	I-3
I.3 Batasan Masalah	I-3
I.4 Tujuan dan Manfaat	I-4
I.5 Sistematika Penulisan	I-5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	II-1
II.1 Tinjauan Teori	II-1
II.1.1 Internet of Things (IoT).....	II-1
II.1.2 Firmware & Software	II-2
II.1.3 IoT Module.....	II-3
II.1.4 Automatic Tide Gauge	II-3
II.2 Tinjauan Alat.....	II-5
II.2.1 ESP32 DEVKITC V4 (32U)	II-5
II.2.2 Valeport TideMaster.....	II-6
II.2.3 WEMOS D1 MINI (ESP8266EX)	II-8
II.2.4 RS232 to UART	II-9
II.2.5 Baterai Li-Ion 18650	II-10
II.2.6 DC Voltage Sensor Module.....	II-11
II.3 Studi Penelitian Terdahulu	II-11
BAB III METODOLOGI PENYELESAIAN MASALAH	III-1
III.1 Elisitasi Kebutuhan	III-2

III.1.1.1 Analisa Kebutuhan Elisitasi I.....	III-3
III.1.1.2 Analisa Kebutuhan Elisitasi II	III-4
III.2 Arsitektur dan Rancangan Sistem	III-4
III.1.2.1 Arsitektur Sistem.....	III-4
III.1.2.1.1 Gambaran Umum Sistem	III-4
III.1.2.1.2 Arsitektur Firmware	III-5
III.1.2.1.3 Arsitektur Software	III-5
III.1.2.2 Rancangan Sistem	III-6
III.1.2.2.1 Teknologi yang Akan Digunakan	III-6
III.1.2.2.1.1 Teknologi Instrumentasi (Valeport TideMaster)	III-6
A. Output Data NMEA.....	III-6
III.1.2.2.1.2 Teknologi Firmware.....	III-7
A. Deep Sleep (ESP32)	III-7
B. Komunikasi Serial.....	III-9
1. UART (TideMaster-WEMOS).....	III-9
2. SPI (WEMOS-ESP32)	III-10
C. CRC <i>Checksum</i> (ESP32)	III-11
D. NVS (ESP32).....	III-12
III.1.2.2.1.3 Teknologi Software.....	III-13
III.1.2.2.1.3.1 Arduino IDE.....	III-13
III.1.2.2.1.3.2 Database InfluxDB.....	III-14
III.1.2.2.1.3.3 Grafana Dashboard.....	III-15
III.1.2.2.2 Diagram Alir Sistem Firmware	III-16
III.1.2.2.2.1 Kerja Umum Sistem Firmware	III-16
III.1.2.2.2.2 Diagram Alir ECU2 (WEMOS).....	III-17
III.1.2.2.2.2.1 Sistem Data Buffer.....	III-17
III.1.2.2.2.3 Diagram Alir ECU1 (ESP32).....	III-17
III.1.2.2.2.3.1 Sistem Deep-Sleep	III-18
III.1.2.2.2.3.2 Sistem Data checker.....	III-18
III.1.2.2.2.3.3 Sistem Data Parser	III-19
III.1.2.2.2.3.4 Sistem Data Uploader	III-20
III.1.2.2.3 Rancangan Informatik Sistem	III-20
III.1.2.2.3.1 <i>Use Case Diagram</i>	III-20
III.1.2.2.3.2 <i>ERD Diagram</i>	III-21
III.3 Implementasi Elemen-Elemen Sistem	III-21
III.1.3.1 Diagram Elektrikal & Skematik Sistem.....	III-21

III.1.3.2 Daftar I/O Sistem	III-22
III.1.3.3 Implementasi Firmware	III-22
III.1.3.4 Implementasi Software.....	III-23
III.4 Integrasi dan Verifikasi Sistem	III-24
III.1.4.1 Integrasi Sistem Hardware, Firmware, dan Software	III-24
III.1.4.1.1 Pengujian Menggunakan Valeport Simulator	III-24
III.1.4.1.1.1 Ouput Firmware	III-24
III.1.4.1.1.2 Output Software	III-26
III.1.4.2 Verifikasi Sistem.....	III-28
III.5 Validasi Sistem.....	III-28
III.1.5.1 Validasi Elisitasi I	III-28
III.1.5.2 Validasi Elisitasi II.....	III-29
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	IV-1
IV.1 Implementasi Wi-Fi <i>Module Bridge</i>	IV-1
IV.2 Implementasi Pengujian Sistem.....	IV-2
IV.2.1 Pengujian Firmware Wi-Fi <i>Module Bridge</i>	IV-2
IV.2.1.1 Pengujian Fungsi firmware	IV-2
IV.2.1.2 Pengujian Akurasi Pemrosesan Data NMEA	IV-3
IV.2.1.2.1 Pengujian Komunikasi UART	IV-3
IV.2.1.2.2 Pengujian Komunikasi SPI	IV-6
IV.2.1.2.3 Pengujian Error Count	IV-8
IV.2.1.3 Pengujian Waktu Eksekusi Sistem.....	IV-11
IV.2.1.3.1 Waktu Eksekusi Keseluruhan	IV-11
IV.2.1.3.2 Waktu Eksekusi Pemroses Data	IV-14
IV.2.1.3.3 Waktu Eksekusi Berdasarkan Jarak Router	IV-14
IV.2.1.4 Pengujian Konsumsi Energi Sistem.....	IV-19
IV.2.1.4.1 Konsumsi Arus Sesaat Sistem	IV-19
IV.2.1.4.2 Konsumsi Energi Modul IoT	IV-21
IV.2.1.4.2.1 Konsumsi Energi Rata-rata Sistem Penghematan....	IV-22
IV.2.1.4.2.2 Konsumsi Energi Rata-rata Sistem Biasa	IV-25
IV.2.1.4.2.3 Konsumsi arus rata-rata sistem ESP32 Tunggal.....	IV-27
IV.2.1.4.2.4 Analisa Konsumsi Energi	IV-28
IV.2.2 Pengujian Website Monitor.....	IV-31
IV.2.2.1 Pengujian Fungsi Antarmuka Website.....	IV-31
BAB V PENUTUP.....	V-1
V.1 Kesimpulan	V-1

V.2 Saran.....	V-1
DAFTAR PUSTAKA.....	xvii
LAMPIRAN	xxi

DAFTAR TABEL

Tabel II.1	Spesifikasi ESP32-WROOM-32U	II-5
Tabel II.2	Spesifikasi Valeport TideMaster	II-7
Tabel II.3	Spesifikasi Wemos D1 Mini ESP8266 Development Board	II-9
Tabel II.4	Spesifikasi Baterai Li-Ion US18650VTC6[26].....	II-10
Tabel II.5	Spesifikasi Modul <i>DC Voltage Sensor</i> [27].....	II-11
Tabel II.6	Penelitian Terdahulu	II-12
Tabel III.1	Elisitasi Kebutuhan Sistem Firmware (Elisitasi I).....	III-2
Tabel III.2	Elisitasi Kebutuhan Sistem Software (Elisitasi II).....	III-2
Tabel III.3	Spesifikasi Kebutuhan Firmware/Elisitasi I.....	III-3
Tabel III.4	Spesifikasi Kebutuhan Software/Elisitasi II.....	III-4
Tabel III.5	Output NMEA 'PVTM0'[22]	III-6
Tabel III.6	Konsumsi Daya ESP32 Berdasarkan Mode[8]	III-8
Tabel III.7	Macam-macam Wake Up Source ESP32 (Deep Sleep)[8]....	III-8
Tabel III.8	Informasi yang Dikirim ke Database Cloud InfluxDB	III-14
Tabel III.9	Daftar I/O Sistem	III-22
Tabel III.10	Dokumentasi & Konstruksi Program.....	III-22
Tabel III.11	Library Header yang digunakan.....	III-23
Tabel III.12	Konfigurasi <i>Data Source</i> influxDB	III-23
Tabel III.13	Verifikasi Sistem Firmware & Software.....	III-28
Tabel III.14	Validasi Elisitasi I	III-28
Tabel III.15	Validasi Elisitasi II.....	III-29
Tabel IV.1	Pengujian Black Box Firmware.....	IV-2
Tabel IV.2	Pengujian Bit Keluaran UART	IV-3
Tabel IV.3	Pengujian Waktu Transmisi UART	IV-5
Tabel IV.4	Pengujian Bit Keluaran SPI	IV-6
Tabel IV.5	Pengujian Waktu Transmisi SPI.....	IV-7
Tabel IV.6	Akurasi Error Count Pada Data Valid	IV-9
Tabel IV.7	Akurasi Error Count Pada Data Invalid.....	IV-10
Tabel IV.8	Waktu Eksekusi Firmware Per Proses (Pengujian I)	IV-11
Tabel IV.9	Waktu Eksekusi firmware <i>Data Uploader</i> (Pengujian II)	IV-13
Tabel IV.10	Waktu Eksekusi Pemroses Data (tanpa Uploader)	IV-14
Tabel IV.11	Hasil Waktu Keseluruhan Jarak 3 Meter	IV-15
Tabel IV.12	Hasil Waktu Sampling Keseluruhan Jarak 6 Meter.....	IV-16

Tabel IV.13 Hasil Waktu Sampling Keseluruhan Jarak 10 Meter.....	IV-17
Tabel IV.14 Hasil Waktu Sampling Keseluruhan Jarak 12 Meter.....	IV-18
Tabel IV.15 Data Konsumsi Arus Sesaat.....	IV-20
Tabel IV.16 Konsumsi Arus Sistem Penghematan	IV-22
Tabel IV.17 Hasil Pengujian Sistem Penghematan.....	IV-24
Tabel IV.18 Konsumsi Arus Sesaat Sistem Biasa	IV-25
Tabel IV.19 Hasil Pengujian Sistem Biasa	IV-26
Tabel IV.20 Konsumsi Arus Sesaat Sistem ESP32 Tunggal.....	IV-27
Tabel IV.21 Hasil Pengujian Sistem ESP32 Tunggal.....	IV-28
Tabel IV.22 Konsumsi Energi Sistem Modul Wi-Fi	IV-29
Tabel IV.23 Perbandingan Konsumsi Energi Sesaat dan Nyata	IV-29
Tabel IV.24 Pengujian Black Box Software	IV-31

DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1 Teknologi Komunikasi Jaringan IoT [15]	II-1
Gambar II.2 Struktur Tingkatan Hardware, Firmware dan Software[19].....	II-2
Gambar II.3 Contoh Perangkat <i>IoT Module</i> [20].....	II-3
Gambar II.4 Tide Station dilengkapi dengan Automatic Tide Gauge[37].....	II-4
Gambar II.5 ESP32 DEVKITC V4 (32U)	II-5
Gambar II.6 Instrumen Valeport TideMaster[22].....	II-7
Gambar II.7 Wemos D1 Mini ESP8266 Development Board	II-8
Gambar II.8 RS232 to UART	II-10
Gambar II.9 Baterai Li-Ion 18650	II-10
Gambar II.10 Modul DC Voltage Sensor	II-11
Gambar III.1 Flowchart Metode Penelitian	III-1
Gambar III.2 Gambaran Umum Sistem	III-4
Gambar III.3 Arsitektur Firmware Wi-Fi <i>Module Bridge</i>	III-5
Gambar III.4 Arsitektur Software Wi-Fi Module Bridge	III-6
Gambar III.5 Rancangan implementasi NMEA.....	III-7
Gambar III.6 Rancangan Implementasi Mode <i>Deep Sleep</i> ESP32	III-9
Gambar III.7 Diagram antarmuka protokol UART[29]	III-9
Gambar III.8 Frame Data UART	III-10
Gambar III.9 Rancangan Implementasi komunikasi UART.....	III-10
Gambar III.10 Prinsip Kerja Komunikasi SPI	III-11
Gambar III.11 Rancangan Implementasi Komunikasi SPI.....	III-11
Gambar III.12 Prinsip kerja CRC Checksum.....	III-12
Gambar III.13 CRC Checksum pada data NMEA.	III-12
Gambar III.14 Rancangan Implementasi CRC Checksum	III-12
Gambar III.15 Rancangan Implementasi NVS	III-13
Gambar III.16 Software Arduino IDE	III-14
Gambar III.17 Database InfluxDB.....	III-14
Gambar III.18 Grafana Dashboard.....	III-15
Gambar III.19 Diagram alir Kerja Umum Sistem Firmware	III-16
Gambar III.20 Diagram alir Sistem <i>Data Buffer</i>	III-17
Gambar III.21 Diagram alir Sistem <i>Deep Sleep</i>	III-18
Gambar III.22 Diagram alir Sistem <i>Data Checker</i>	III-19
Gambar III.23 Diagram alir Sistem <i>Data Parser</i>	III-20
Gambar III.24 Diagram alir Sistem <i>Data Uploader</i>	III-20

Gambar III.25 Rancangan Use Case Diagram	III-21
Gambar III.26 Rancangan ERD Diagram	III-21
Gambar III.27 Diagram Elektrikal <i>Low Power IoT Module Bridge</i>	III-22
Gambar III.28 Kueri Data Source untuk Visualisasi Data	III-23
Gambar III.29 Valeport Simulator	III-24
Gambar III.30 Output Program ESP32 Jika Data Valid	III-25
Gambar III.31 Output Program ESP32 Jika Data Tidak Valid	III-26
Gambar III.32 Output program WEMOS.....	III-26
Gambar III.33 Data Terkirim ke cloud Database	III-27
Gambar III.34 Visualisasi Data pada Cloud.....	III-27
Gambar IV.1 Visualisasi Alat	IV-1
Gambar IV.2 Pengujian Firmware Pengontrol <i>Low-Energy IoT Module</i>	IV-2
Gambar IV.3 Pengujian Komunikasi UART & SPI	IV-3
Gambar IV.4 Hasil Pengujian Transmisi UART	IV-5
Gambar IV.5 Hasil Pengujian Transmisi SPI	IV-8
Gambar IV.6 Pengujian Error Count	IV-8
Gambar IV.7 Output Firmware Data Valid.....	IV-9
Gambar IV.8 Output Firmware Data Invalid	IV-10
Gambar IV.9 Pengujian Waktu Eksekusi Menggunakan Fungsi Micros .	IV-11
Gambar IV.10 Kecepatan Internet Pengujian I	IV-11
Gambar IV.11 Diagram Timing Eksekusi Firmware (Pengujian I).....	IV-12
Gambar IV.12 Kecepatan Internet Pengujian II.....	IV-13
Gambar IV.13 Grafik Perbandingan Waktu Eksekusi <i>Data Uploader</i>	IV-13
Gambar IV.14 Grafik Waktu Eksekusi Pemroses Data	IV-14
Gambar IV.15 Router Wi-Fi yang Digunakan.....	IV-15
Gambar IV.16 Pengujian Jarak 3 Meter Dari Router.....	IV-15
Gambar IV.17 Grafik Data Latensi Jarak 3 Meter	IV-16
Gambar IV.18 Pengujian Jarak 6 Meter Dari Router.....	IV-16
Gambar IV.19 Grafik Data Latensi Jarak 6 Meter	IV-17
Gambar IV.20 Pengujian Jarak 10 Meter Dari Router.....	IV-17
Gambar IV.21 Grafik Data Latensi Jarak 10 Meter	IV-17
Gambar IV.22 Pengujian Jarak 12 Meter Dari Router.....	IV-18
Gambar IV.23 Grafik Data Latensi Jarak 12 Meter	IV-18
Gambar IV.24 Pengujian Konsumsi Arus.....	IV-19
Gambar IV.25 Grafik Data Konsumsi Arus Keseluruhan	IV-21
Gambar IV.26 Diagram Timeline Konsumsi Arus Sistem Penghematan....	IV-22

Gambar IV.27 Pengujian Konsumsi Energi Sistem Penghematan	IV-23
Gambar IV.28 Pengurangan Voltase Terhadap Kapasitas 18650VTC6[26]IV-	24
Gambar IV.29 Diagram Timeline Konsumsi Arus Sistem Biasa	IV-25
Gambar IV.30 Pengujian Konsumsi Energi Sistem Biasa	IV-26
Gambar IV.31 Diagram Timeline Konsumsi Arus ESP32 Tunggal	IV-27
Gambar IV.32 Pengujian Konsumsi Energi Sistem ESP32 Tunggal.....	IV-28
Gambar IV.33 Kurva Kesehatan Batrai Li-Ion 18650VTC6[26]	IV-30
Gambar III.34 Website Monitor Tide	IV-31

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Dokumentasi Pengujian Alat

Lampiran 2 Program firmware Wi-Fi *Module Bridge*

DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN

IoT = Internet Of Things

NMEA = National Marine Electronics Associaton

UART = Universal Asynchronous Receiver Transmitter

SPI = Serial Peripheral Interface

CRC = Cyclic Rendundancy Check

NVS = Non-Volatile Storage

ECU = Electronic Control Unit

ECU1 = Kontrol Unit 1 (ESP32)

ECU2 = Kontrol Unit 2 (WEMOS)

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Isu mengenai Energi Cerdas dan Berkelanjutan telah menjadi pokok perhatian di seluruh dunia. Permintaan energi di seluruh dunia terus bertambah pesat, salah satunya disebabkan oleh kemajuan teknologi yang cepat [1]. Sehingga, diperlukan solusi energi cerdas dengan penerapan penghematan energi di bidang teknologi, contohnya seperti teknologi IoT guna meminimalisir kebutuhan energi dan menciptakan teknologi yang ramah lingkungan.

IoT adalah teknologi yang memungkinkan inter-konektivitas antar perangkat dan pertukaran data [2], [3]. Teknologi ini dapat mengirim data melalui jaringan tanpa memerlukan *two-way handshaking* antara manusia dan manusia, sumber ke tujuan, atau interaksi manusia-komputer [4],[10],[15]. Sehingga, teknologi ini menghasilkan efektivitas yang tinggi dan dapat mengatasi masalah yang signifikan dalam berbagai sektor. Menurut [3], saat ini aplikasi teknologi IoT dapat ditemukan di berbagai bidang, seperti transportasi, kesehatan, energi, industri, dan keamanan. Saat ini, Internet of Things dianggap sebagai salah satu teknologi kunci dalam transformasi digital. Oleh karena itu, penting dilakukan pengembangan terkait teknologi ini.

Perkembangan teknologi yang terus meningkat seperti IoT telah mendorong pengembangan aplikasi yang memungkinkan objek fisik berkomunikasi dengan Internet melalui sensor dan penggunaan sistem tertanam [5]. Agar data dari sensor dapat diakuisisi, diperlukan firmware yang dimasukkan ke mikrokontroler atau sistem tertanam [6],[7]. Hal ini memungkinkan data objek fisik yang direkam oleh sensor dapat diteruskan ke internet. Selanjutnya, software diperlukan untuk mengelola data yang dikirim oleh sistem tertanam dan memvisualisasi informasi tersebut. Mikrokontroler sistem tertanam seperti ESP-32 memiliki fitur-fitur yang mendukung konsumsi daya yang rendah seperti *Deep Sleep* [8]. Sehingga, ESP32 adalah mikrokontroler yang ideal untuk mengembangkan sistem sensor IoT dengan konsumsi daya rendah dan kemampuan akuisisi data yang cepat.

PT Geolabx Karya Nusantara adalah perusahaan yg bergerak di bidang inovasi teknologi pada industri kemaritiman. Salah satu layanan yang diberikan suatu

perusahaan jasa kemaritiman yakni pengukuran pasang surut air laut menggunakan sensor Automatic Tide Gauge. Alat ini biasanya ditempatkan dengan jarak 5-10 meter di sekitar *Tidal Station* secara mandiri, seperti di dermaga, sungai, atau pulau terpencil yang mana nilai pembacaannya digunakan kapal-kapal untuk berlabuh serta sebagai penelitian oseanografi dan lingkungan [34],[35],[36],[37]. Untuk memeriksa fungsionalitas instrument dan mengambil log data, operator dari kantor pusat data perlu menuju ke *Tidal Station* di tempat alat ini terpasang, lalu sensor dicek dan data log diambil secara manual. Hal ini menyebabkan adanya inefisiensi waktu. Maka untuk mengakomodasi teknologi di industri maritim, dan menjawab tantangan global mengenai produk hemat energi, PT Geolabx bekerja sama dengan instansi pendidikan vokasi Polman Bandung mengembangkan sebuah produk modul IoT berdaya rendah yang mampu memonitor Automatic Tide Gauge ini secara jarak jauh. Sehingga, operator tidak harus ke *Tidal Station* atau lokasi sensor terpasang untuk mengecek fungsionalitas dan mengambil log data, yakni data sensor akan terakuisisi ke internet secara otomatis.

Beberapa penelitian mengenai rancang bangun firmware dan penerapan teknologi IoT hemat energi telah dilakukan. Pada penelitian [7] dibuat sistem firmware yang efisien pada ESP32 untuk mencatat sinyal-sinyal tertentu dan dihasilkan sistem yang diharapkan. Sebuah penelitian [9] menemukan bahwa dengan menerapkan *deep-sleep mode* dan ULP pada sistem Ultra-Low Power IoT (ULP-IoTS) dapat memantau kualitas udara dalam ruangan secara real-time dan penggunaan energi <4 Joule selama 5 jam. Pada penelitian [10] dijelaskan bahwa pada SMART sistem monitoring PLTA berbasis IoT dihasilkan efisiensi konsumsi arus ESP32 pada mode deep sleep dengan presentase sebesar 99.57% serta penghematan pemakaian daya sebesar 0.00602 kWh. Lalu, monitoring berbasis web dapat menyajikan data dari sensor secara realtime. Dan pada [11] disebutkan bahwa efisiensi konsumsi arus *data logger* sebesar 97.43% pada *Ultra-Low Powered Data-Logger for Stand-Alone PV Energy System* ESP32 pada mode deep sleep serta dihasilkan konsumsi energi tahunan sebesar 64Wh. Begitu juga pada [12] yang menjelaskan bahwa konsumsi arus terendah *deep sleep mode* pada *Implement Embedded Artificial Intelligence in Low-Power Water Meter* adalah 0.2 uA. Dan dalam penelitian [13],

dijelaskan bahwa Modul sensor IoT CdTe-PV mengonsumsi daya sebesar 165 μ W dalam mode deep-sleep dan 260 mW dalam mode normal.

Maka dari itu, pada penelitian ini dibuat Rancang Bangun Firmware dan Software Wifi Module Bridge Hemat Energi pada Automatic Tide Gauge menggunakan mikrokontroler ESP32. Fokus dari penelitian ini adalah membuat firmware sistem yang dapat mengendalikan hardware serta menjadi jembatan antara sensor dengan *cloud server*. Pada firmware akan dibuat fitur yang dapat memaksimalkan efisiensi pada sistem serta memastikan fungsionalitas alat sesuai dengan yang diharapkan. Lalu, dibuat software sistem pemantauan berbasis web yang menampilkan data sensor secara real-time yang dapat diakses oleh user.

I.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka terdapat beberapa rumusan masalah antara lain:

1. Bagaimana Rancang Bangun Firmware dan Software Sistem Wifi Module Bridge Hemat Energi pada *Automatic Tide Gauge Sensor* yang dapat mengakuisisi data sensor dan mengirimkannya ke web secara real-time?
2. Bagaimana mekanisme sistem Firmware pada *IoT Module Bridge* dalam mengakuisisi data sensor dan implementasi sistem Hemat Energi menggunakan fitur *Deep Sleep Mode* pada ESP32?
3. Berapa rata-rata waktu eksekusi Firmware sistem dan konsumsi energi *Wi-Fi Module Bridge* dalam mengakuisisi, mengirim, dan memvisualisasi data sensor?
4. Bagaimana hasil monitoring pada Software atau Web yang memvisualisasi data pembacaan sensor secara real-time?

I.3 Batasan Masalah

Untuk memfokuskan pembahasan dalam penelitian ini, maka dibatasi beberapa masalah yaitu:

1. Penelitian berfokus pada rancang bangun pemrograman Firmware Pengontrol dan Software Monitoring untuk mewujudkan mekanisme sistem *Wi-Fi Module Bridge* hemat energi.

2. Instrumentasi Automatic Tide Gauge yang digunakan adalah Valeport TideMaster yang merupakan instrumen elektronik kelautan yang memiliki standar komunikasi NMEA (National Marine Electronics Association).
3. Protokol komunikasi ke *cloud server* menggunakan Wi-Fi.
4. Penelitian dilakukan pada Automatic Tide Gauge yang terpasang di dermaga, yang berjarak maksimal 10 meter dari *Tidal Station*.
5. Automatic Tide Gauge diinstal disekitar *Tidal Station* yang didalamnya terpasang router Wi-Fi.
6. Pengukuran ketinggian *Tide*/pasang surut pada Valeport TideMaster yakni menggunakan *pressure transducer* yang terhubung ke TideMaster sebagai tempat datalogger internal hasil pengukuran.
7. Pengukuran Tide atau level air menggunakan prototipe *Tide* yakni pipa yang diisi dengan air.
8. Mode Sampling Data pada Valeport TideMaster yang digunakan adalah mode *burst* 30 data dengan interval per 1 menit.
9. Mikrokontroler yang digunakan sebagai unit kontrol utama adalah ESP32 yang memiliki fitur Deep Sleep Mode.

I.4 Tujuan dan Manfaat

Tujuan pembuatan Sistem Monitoring Automatic Tide Gauge menggunakan Wifi Module Bridge adalah menerapkan teknologi IoT yang hemat energi. Dengan demikian, ini dapat mengurangi efisiensi dari waktu dan biaya baik pada proses pengambilan data maupun proses pengecekan fungsionalitas instrument. Selain untuk kebutuhan orang atau lembaga kemaritiman, alat ini dapat memudahkan operator kapal yang ingin menyandarkan kapalnya ke pelabuhan dapat memantau data pasang surut atau ketinggian air laut di dermaga secara real-time.

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengembangkan dan Memajukan Teknologi IoT berdaya rendah dan mandiri yang mendorong terciptanya Energi Cerdas dan Ramah lingkungan.
2. Memaksimalkan sumber daya dengan teknologi yang sesuai dengan perkembangan zaman
3. Mengembangkan teknologi IoT di bidang kemaritiman.

4. Dengan diterapkannya teknologi IoT di stasiun pasang surut pelabuhan, hal ini dapat mendorong integrasi teknologi di setiap stasiun pasang surut yang ada di seluruh Indonesia.

I.5 Sistematika Penulisan

Sistematika proposal Tugas Akhir ini dibahas dengan penjabaran sebagai berikut.

BAB I PENDAHULUAN, berisi uraian mengenai latar belakang, perumusan masalah, tujuan, batasan masalah dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA, berisi gambaran umum tentang landasan teori untuk menjelaskan beberapa istilah dan ilmu terkait serta melihat hasil pencapaian penelitian terdahulu dengan kajian yang sama.

BAB III METODOLOGI PENYELESAIAN MASALAH, berisi langkah-langkah penyelesaian tugas akhir berupa gambaran umum sistem serta perancangan sistem.

BAB IV BIAYA DAN JADWAL KEGIATAN, berisi rancangan jadwal kegiatan TA dan rincian anggaran biaya untuk penyelesaian TA.