



**RANCANG BANGUN SISTEM DISPENSER EARPLUG OTOMATIS
BERBASIS RFID RC522 DAN ESP32 DENGAN *MONITORING* MELALUI
WEBSITE DAN APLIKASI MOBILE**

LAPORAN TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Syarat Menyelesaikan Pendidikan Pada
Program Studi Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri
Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi
Universitas Diponegoro

Oleh :

Muhammad Wildan Hariansyah Putra
40040621650009

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNIK LISTRIK INDUSTRI
DEPARTEMEN TEKNOLOGI INDUSTRI
SEKOLAH VOKASI
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
2025**

HALAMAN PERSETUJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR

RANCANG BANGUN SISTEM DISPENSER EARPLUG OTOMATIS BERBASIS RFID RC522 DAN ESP32 DENGAN MONITORING MELALUI WEBSITE DAN APLIKASI MOBILE

Nama : Muhammad Wildan Hariansyah Putra

NIM : 40040621650009

TELAH DISETUJUI DAN DITERIMA BAIK OLEH :

Dosen Pembimbing,



Arkhan Subari, S.T., M.Kom
NIP.197710012001121002

Tanggal.....

Mengetahui,

Ketua Program Studi Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri

Departemen Teknik Industri Sekolah Vokasi

Universitas Diponegoro



Arkhan Subari, S.T., M.Kom
NIP.197710012001121002

Tanggal.....

HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR

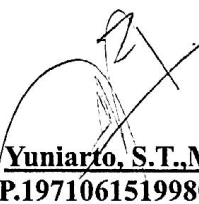
RANCANG BANGUN SISTEM DISPENSER EARPLUG OTOMATIS BERBASIS RFID RC522 DAN ESP32 DENGAN MONITORING MELALUI WEBSITE DAN APLIKASI MOBILE

Diajukan oleh : Muhammad Wildan Hariansyah Putra
Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji pada

Hari : Senin

Tanggal : 23 Juni 2025

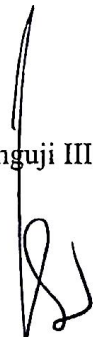
Penguji I


Yuniarto, S.T.,M.T.
NIP.197106151998021001

Penguji II


Dista Yoel Tadeus, S.T.,M.T.
NIP. 198812282015041002

Penguji III


Arkhan Subari, S.T.,M.Kom
NIP.197710012001121002.

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Listrik Industri
Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi
Universitas Diponegoro


Arkhan Subari, S.T.,M.Kom
NIP.197710012001121002

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Saya bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Muhammad Wildan Hariansyah Putra
NIM : 40040621650009
Program Studi : Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri Departemen
Teknologi Industri Sekolah Vokasi Universitas
Diponegoro
Judul Tugas Akhir : Rancang Bangun Sistem Dispenser Earplug Otomatis
Berbasis RFID RC522 Dan ESP32 Dengan Monitoring
Melalui Website Dan Aplikasi Mobile

Dengan ini saya menyatakan bahwa judul tugas akhir ini belum pernah diajukan sebelumnya untuk mendapatkan gelar keahlian di sebuah perguruan tinggi. Sejauh pengetahuan saya, tidak ada karya atau pendapat yang pernah ditulis dan diterbitkan oleh orang lain kecuali yang saya rujuk secara tertulis dalam naskah ini dan tercantum dalam daftar pustaka.

Apabila dikemudian hari terbukti plagiat dalam tugas akhir ini, maka saya bersedia mendapat sanksi sesuai peraturan Mendiknas RI. No.17 Tahun 2010 dan Undang-Undang yang berlaku.

Semarang, 12 Juni 2025
Yang membuat Pernyataan



Muhammad Wildan Hariansyah Putra
NIM. 40040621650009

HALAMAN PERSEMBAHAN

Tugas akhir ini saya persembahkan untuk

1. Kedua Orang Tua serta adik tercinta yang telah memberi do'a dan dukungan kepada penulis untuk selalu semangat dalam menjalani masa pendidikan hingga tuntas.
2. Bapak Arkhan Subari, S.T.,M.Kom. selaku Ketua Program Studi Teknik Listrik Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro sekaligus Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah membimbing dan mengarahkan penulis dalam penyusunan Tugas Akhir.
3. Seluruh dosen dan tenaga pendidik Program Studi Teknik Listrik Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
4. Agung Dwi Nugroho, Daffa Fitriani, Muhammad Indra Ramadhan, Athallah Dilla Setiawan, Alfian Zanuar, Cahyo Nugroho, Muhammaf Faiz Ath Thoriq, Muhammad Ghafar, Bagus Rahmat Wi Janoko, Muhammad Iqbal Irsyad, Rizal Krisna Saputra, dan Muhammad Syauqillah yang selalu menemani progress pengerjaan Tugas Akhir penulis.
5. Mrs. S yang selalu membantu dan menemani penulis ketika menghadapi kesulitan dalam penyusunan Tugas Akhir.
6. Rekan seperbimbingan Tugas Akhir penulis, Sofia Yasmin, Athallah Dilla Setiawan, Galuh Indira Sukma Jati, Herdi Bayu Firmansyah, Cintana Ermasa Indah Sitopu, Anjay Ayatulloh, Raihan Ananto Putra, Saktya Ivanda.
7. Rekan-rekan Teknik Listrik Industri 2021 yang selalu berjuang bersama dari awal masa perkuliahan hingga lulus.
8. Seluruh pihak yang telah banyak membantu dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.
9. Serta, untuk diri saya sendiri yang telah bertahan dan terus berjuang tanpa lelah hingga tersusunnya Tugas Akhir ini.

ABSTRAK

Tingginya tingkat kebisingan di lingkungan industri dapat menyebabkan gangguan pendengaran, sehingga diperlukan penggunaan alat pelindung diri seperti *earplug*. Namun, sering terjadi pemborosan akibat pengambilan *earplug* yang melebihi *limit*. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, dirancang dan dibangun sistem dispenser *earplug* otomatis berbasis RFID RC522 dan ESP32 yang dilengkapi *monitoring* melalui *website* dan aplikasi *mobile*. Sistem ini bertujuan untuk membatasi pengambilan *earplug* per pengguna sesuai *limit* harian, mencatat data penggunaan secara otomatis, serta mempermudah pengawasan distribusi. Berdasarkan hasil pengujian terhadap empat kartu RFID, yaitu dua kartu terdaftar (A dan B) dan dua kartu tidak terdaftar, sistem berhasil membatasi pengambilan secara tepat sesuai *limit* harian, dengan tingkat keberhasilan 100%. Selain itu, sistem monitoring melalui *website* dan aplikasi *mobile* terbukti dapat terhubung ke *database* yang sama serta menampilkan data yang konsisten secara *real-time*. Secara keseluruhan, sistem ini terbukti mampu meningkatkan efisiensi pengelolaan APD, mengurangi pemborosan, dan mendukung penerapan program K3 secara lebih efektif dan terpantau.

Kata kunci: *earplug*, dispenser otomatis, RFID, ESP32, *monitoring*, K3

ABSTRACT

High noise levels in industrial environments can lead to hearing loss, necessitating the use of personal protective equipment (PPE) such as earplugs. However, excessive earplug usage beyond the daily quota often occurs, resulting in waste. To address this issue, an automatic earplug dispenser system was designed and built using RFID RC522 and ESP32, equipped with monitoring via a website and mobile application. This system aims to limit earplug dispensing per user according to the daily limit, automatically record usage data, and simplify distribution monitoring. Based on testing with four RFID cards, two registered (A and B) and two unregistered, the system successfully enforced the daily limit with a 100% success rate. Additionally, both the website and mobile application were proven to connect to the same database and display synchronized data in real time. Overall, the system effectively improves PPE management efficiency, reduces waste, and supports a more effective and well-monitored implementation of occupational health and safety (OHS) programs.

Keywords: *earplug, automatic dispenser, RFID, ESP32, monitoring, occupational health and safety*

KATA PENGANTAR

Puji Syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan Rahmat dan Hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan sekaligus menyusun laporan Tugas Akhir dengan judul **“RANCANG BANGUN SISTEM DISPENSER EARPLUG OTOMATIS BERBASIS RFID RC522 DAN ESP32 DENGAN *MONITORING* MELALUI WEBSITE DAN APLIKASI MOBILE”** sebagai salah satu syarat bagi penulis dalam menyelesaikan program studi Sarjana Terapan di Teknik Listrik Industri Universitas Diponegoro.

Laporan Tugas Akhir ini diharapkan dapat menambah kreativitas dan pengetahuan yang baik bagi penulis maupun pembaca laporan Tugas Akhir ini. Penulis mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam tersusunnya laporan ini dengan baik. Oleh karena itu penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga Tugas Akhir ini dapat selesai dengan baik.
2. Orang Tua serta adik tercinta yang telah memberi do'a dan dukungan kepada penulis untuk selalu semangat dalam menjalani masa pendidikan hingga tuntas.
3. Prof Dr. Ir. Budiyono, M.Si. selaku Dekan Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
4. Bapak Arkhan Subari, S.T.,M.Kom. selaku Ketua Program Studi Teknik Listrik Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro sekaligus Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah membimbing dan mengarahkan penulis dalam penyusunan Tugas Akhir.
5. Rekan-rekan Teknik Listrik Industri 2021 yang selalu berjuang bersama dari awal masa perkuliahan hingga lulus.
6. Seluruh pihak yang telah banyak membantu dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.
7. Serta, untuk diri saya sendiri yang telah bertahan dan terus berjuang tanpa lelah hingga tersusunnya Laporan Tugas Akhir ini.

Usaha maksimal dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini tidak luput dari kekurangan karena keterbatasan pengetahuan dan kekhilafan penulis. Oleh karena itu, penulis mengharapkan masukan, saran, dan kritik yang membangun dari pembaca untuk kesempurnaan laporan ini. Akhir kata penulis berharap semoga Laporan Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat dan wawasan kita semua. Semoga Allah SWT memberkati usaha yang kita lakukan, aamiin.

Semarang, 12 Juni 2025

A handwritten signature in dark ink, consisting of stylized, flowing letters that appear to be 'M. W. H. Putra'.

Muhammad Wildan Hariansyah Putra

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR	ii
HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR	iii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xxiii
DAFTAR LAMPIRAN	xxiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Tugas Akhir	3
1.4 Manfaat Tugas Akhir	3
1.4.1 Bagi Penulis	3
1.4.2 Bagi Mahasiswa dan Pembaca	3
1.5 Batasan Masalah	4
1.6 Sistematika Penyusunan Tugas Akhir	4
BAB II LANDASAN TEORI	6
2.1 Tinjauan Pustaka	6
2.2 Dasar Teori	8

2.2.1	Earplug	8
2.2.2	Otomatisasi	10
2.2.3	Mikrokontroler	11
2.2.3.1	Arduino IDE	14
2.2.4	RFID	22
2.2.5	Sensor <i>Infrared</i>	27
2.2.6	Servo	30
2.2.7	Organic Light Emitting Diode	34
2.2.8	Power Supply	37
2.2.9	Website Monitoring	40
2.2.10	Aplikasi Mobile	44
2.2.11	Visual Studio Code	50
2.2.12	Database	51
BAB III PERANCANGAN TUGAS AKHIR		54
3.1	Metode Penyusunan	54
3.2	Perancangan Hardware	55
3.2.1	Diagram Blok Sistem	55
3.2.2	Wiring Diagram	60
3.2.2.1.	Rangkaian Modul RFID Dengan ESP32	62
3.2.2.2.	Rangkaian OLED Dengan ESP32	65
3.2.2.3.	Rangkaian Servo Dengan ESP32	67
3.2.2.4.	Rangkaian Modul TCRT5000 Dengan ESP32	69
3.2.2.5.	Rangkaian Catu Daya	71
3.2.3	Desain 3D alat	72
3.3	Perancangan Software	76

3.3.1	Flowchart Sistem	76
3.3.2	Diagram Aktivitas <i>User Website</i>	79
3.3.3	Diagram Aktivitas <i>User Aplikasi Mobile</i>	81
3.3.4	Perancangan Database	83
3.3.5	Perancangan Website	85
3.3.6	Perancangan Aplikasi Mobile.....	93
BAB IV PEMBUATAN ALAT		101
4.1	Pembuatan Perangkat Keras	101
4.1.1	Alat dan Bahan	101
4.1.2	Pembuatan Perangkat Elektrik	103
4.1.3	Pembuatan Perangkat Mekanik	106
4.2	Pembuatan Perangkat Lunak	114
4.2.1	Pembuatan Program Pada Arduino IDE	115
4.2.1.1	Pembuatan Program Koneksi ESP32 dengan WiFi dan Database	115
4.2.1.2	Pembuatan Program Modul RFID.....	118
4.2.1.3	Pembuatan Program OLED.....	121
4.2.1.4	Pembuatan Program Kontrol Servo dan TCRT5000	126
4.2.2	Pembuatan Database.....	129
4.2.2.1	Pembuatan Database untuk Login dan Register Page	130
4.2.2.2	Pembuatan Database untuk Dashboard	131
4.2.3	Pembuatan Program Website.....	133
4.2.3.1	Pembuatan Program Login Page pada Website	134
4.2.3.2	Pembuatan Program Dashboard Page pada Website	143
4.2.3.3	Pembuatan Program Usage History Page pada Website	167
4.2.3.4	Pembuatan Program Refill History Page pada Website	176

4.2.3.5	Pembuatan Program Emergency Access Page pada Website	187
4.2.3.6	Pembuatan Program Register RFID Page pada Website	200
4.2.4	Pembuatan Program Aplikasi Mobile.....	204
4.2.4.1	Pembuatan Program Welcome Page pada Aplikasi Mobile	205
4.2.4.2	Pembuatan Program Login Page pada Aplikasi Mobile.....	212
4.2.4.3	Pembuatan Program Register Page pada Aplikasi Mobile	216
4.2.4.4	Pembuatan Program Dashboard Page pada Aplikasi Mobile.....	226
4.2.4.5	Pembuatan Program Usage History Page pada Aplikasi Mobile	236
4.2.4.6	Pembuatan Program Refill History Page pada Aplikasi Mobile	240
4.2.4.7	Pembuatan Program Emergency Access Page pada Aplikasi Mobile ..	247
4.2.4.8	Pembuatan Program Register RFID Page pada Aplikasi Mobile.....	252
BAB V PENGUJIAN DAN ANALISA ALAT		256
5.1	Pengukuran dan Pengujian	256
5.1.1	Tujuan dan Parameter Pengujian.....	256
5.1.2	Prosedur dan Lingkungan Pengujian.....	257
5.1.3	Pengujian Konsistensi Data Logger	259
5.1.4	Pengujian Sistem Pembatasan Pengambilan	267
5.1.5	Pengujian Tampilan dan Visualisasi Data Monitoring	269
5.1.6	Pengujian Fungsi Export Data.....	277
5.2	Analisa Sistem	282
5.2.1	Analisa Konsistensi dan Keakuratan Data	282
5.2.2	Analisa Keberhasilan Sistem Pembatasan Pengambilan	285
5.2.3	Analisa Fungsi Visualisasi Monitoring	287
5.2.4	Analisa Fungsi Export Data	288
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN		291

6.1	Kesimpulan.....	291
6.2	Saran.....	292
	DAFTAR PUSTAKA.....	293
	LAMPIRAN.....	296

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Earplug Yang Umum Digunakan Pada Industri	9
Gambar 2.2 Dispenser Earplug Di Lingkungan Industri	10
Gambar 2.3 Pin Out ESP32 WROOM 32D	14
Gambar 2.4 Bagian-Bagian Arduino IDE	15
Gambar 2.5 Tampilan Menu File	16
Gambar 2.6 URL Box untuk menambahkan board.....	17
Gambar 2.7 Tampilan Board Manager	18
Gambar 2.8 Tampilan Manage Library	18
Gambar 2.9 Tampilan Menu Tools untuk memilih Board.....	19
Gambar 2.10 Tampilan Menu Tools untuk memilih Port.....	20
Gambar 2.11 Area Sketch Pada Arduino IDE	20
Gambar 2.12 Tampilan Menu File untuk Save Project	21
Gambar 2.13 Tampilan Menu untuk menyimpan project di komputer	22
Gambar 2.14 Cara Kerja RFID	23
Gambar 2.15 Pin Output Modul RFID RC-522	25
Gambar 2.16 Cara Kerja Modul TCRT5000	27
Gambar 2.17 Bentuk Fisik dan Simbol Modul TCRT5000	30
Gambar 2.18 Cara Kerja Servo Berdasarkan PWM.....	32
Gambar 2.19 Bentuk Fisik dan Simbol Servo MG996R	34
Gambar 2.20 Perbedaan Cara Kerja OLED dan LCD	34
Gambar 2.21 Bentuk Fisik dan Simbol OLED Display 128 x 64.....	37
Gambar 2.22 Rangkaian Power Supply Switching	38
Gambar 2.23 Bentuk Fisik dan Simbol Power Supply	40
Gambar 2.24 Format Penyimpanan File Kode Sesuai Bahasa Yang Digunakan ..	42
Gambar 2.25 Tampilan Awal Visual Studio Code.....	43
Gambar 2.26 Menu Text File Untuk Memulai Pemrograman	43
Gambar 2.27 Workspace Utama Visual Studio Code.....	44
Gambar 2.28 Logo Flutter.....	46
Gambar 2.29 Letak Menu Extension Pada Sidebar	47

Gambar 2.30 Instalasi Flutter Pada Menu Extension.....	47
Gambar 2.31 Submenu Command Palette Pada Menu View.....	48
Gambar 2.32 Menu Flutter:New Project.....	48
Gambar 2.33 Menu Lanjutan Application.....	49
Gambar 2.34 Lokasi Penyimpanan Pada Project Flutter	49
Gambar 2.35 Main.dart Sebagai File Pertama Yang Dibuka	50
Gambar 2.36 XAMPP Control Panel	52
Gambar 2.37 Tampilan Localhost PHPMyAdmin	53
Gambar 2.38 Pengisian Nama Database Pada PHPMyAdmin	53
Gambar 2.39 Pengisian Nama Tabel dan Jumlah Kolom Pada PHPMyAdmin....	54
Gambar 2.40 Pengisian Nama Tabel dan Jenis Data.....	54
Gambar 3.1 Diagram Blok Sistem	55
Gambar 3.2 Diagram Blok Komunikasi.....	57
Gambar 3.3 Rancangan Wiring Diagram	60
Gambar 3.4 Rangkaian Modul RFID dengan ESP32.....	62
Gambar 3.5 Rangkaian OLED Dengan ESP32.....	65
Gambar 3.6 Rangkaian Servo Dengan ESP32	67
Gambar 3.7 Rangkaian Modul TCRT5000 Dengan ESP32.....	69
Gambar 3.8 Subsistem Catu Daya	71
Gambar 3.9 Tampilan Explode Desain 3D.....	73
Gambar 3.10 Desain 3D Alat Dari Berbagai Sisi.....	73
Gambar 3.11 Dimensi Alat.....	74
Gambar 3.12 Flowchart Sistem.....	77
Gambar 3.13 Diagram Aktivitas User Website	79
Gambar 3.14 Diagram Aktivitas User Aplikasi Mobile	81
Gambar 3.15 Tabel Database User_Management	83
Gambar 3.16 Tabel Database earplug_system	84
Gambar 3.17 Layout Login Page Pada Website.....	86
Gambar 3.18 Layout Register Page Pada Website	87
Gambar 3.19 Layout Dashboard Pada Website.....	88
Gambar 3.20 Layout Usage History Pada Website	89

Gambar 3.21 Layout Refill History Pada Website	90
Gambar 3.22 Layout Emergency Access Pada Website.....	91
Gambar 3.23 Layout Register RFID Pada Website.....	92
Gambar 3.24 Layout Welcome Screen Pada Mobile App.....	93
Gambar 3.25 Layout Login Page Pada Mobile App	94
Gambar 3.26 Layout Register Page Pada Mobile App	95
Gambar 3.27 Layout Dashboard Page Pada Mobile App	96
Gambar 3.28 Layout Usage History Page Pada Mobile App.....	97
Gambar 3.29 Layout Refill History Page Pada Mobile App.....	98
Gambar 3.30 Layout Emergency Access Page Pada Mobile App	99
Gambar 3.31 Layout Register RFID Page Pada Mobile App	100
Gambar 4.1 Layout PCB	103
Gambar 4.2 Proses Penyolderan PCB.....	104
Gambar 4.3 Hasil Pencetakan dan Penyolderan PCB.....	105
Gambar 4.4 Komponen yang Sudah Terpasang di PCB	106
Gambar 4.5 Penyangga Bawah	107
Gambar 4.6 Casing Tengah	108
Gambar 4.7 Center Plate	108
Gambar 4.8 Rotating Part.....	109
Gambar 4.9 Inner Plate	110
Gambar 4.10 Cover	110
Gambar 4.11 Support Tutup Bawah.....	111
Gambar 4.12 Support Tutup Atas.....	111
Gambar 4.13 Tutup Atas	112
Gambar 4.14 Proses Pembuatan 3D Print.....	113
Gambar 4.15 Komponen Mekanik yang Telah Terpasang.....	114
Gambar 4.16 Inisialisasi Library untuk WiFi dan HTTP	115
Gambar 4.17 Kode Variabel SSID dan Password WiFi	116
Gambar 4.18 Kode Untuk Melakukan Inisialisasi Koneksi WiFi Pada ESP32 ...	116
Gambar 4.19 Kode Untuk Mengakses File PHP pada Server Lokal	116
Gambar 4.20 Kode Untuk Mengirim Data RFID ke Server	117

Gambar 4.21 Kode Fungsi <code>getAvailableEarplug()</code> pada ESP32	117
Gambar 4.22 Inisialisasi Library untuk Modul RFID	118
Gambar 4.23 Kode yang Menunjukkan Deklarasi Pin untuk Modul RFID.....	119
Gambar 4.24 Protokol Komunikasi RFID dan ESP32.....	119
Gambar 4.25 Kode Pemindaian dan Pembacaan Kartu Tag RFID	120
Gambar 4.26 Fungsi <code>sendRFIDtoServer()</code>	121
Gambar 4.27 Inisialisasi Library OLED	122
Gambar 4.28 Proses Penentuan Parameter dan Kompilasi Objek Display	122
Gambar 4.29 Proses Inisialisasi I2C untuk OLED dan Penulisan Text	123
Gambar 4.30 Kode Penampilan Pesan Status WiFi	124
Gambar 4.31 Kode Penampilan Pesan Permintaan Scan Tag RFID	124
Gambar 4.32 Program Penampilan Jumlah Earplug Tersedia Pada OLED	124
Gambar 4.33 Kode Pada ESP32 Apabila Respon Server "success"	125
Gambar 4.34 Kode Pada ESP32 Apabila Respon Server "limit_exceedeed"	125
Gambar 4.35 Kode Pada ESP32 Apabila Respon Server "invalid_card"	126
Gambar 4.36 Library Servo Pada Arduino IDE	126
Gambar 4.37 Inisialisasi Pin Servo	126
Gambar 4.38 Kode Untuk Membuat Servo Standby	127
Gambar 4.39 Kode Logika untuk Modul TCRT5000 Dan Servo	128
Gambar 4.40 Kolom Pada Tabel Users	130
Gambar 4.41 Tabel Pada Database <code>earplug_system</code>	131
Gambar 4.42 Struktur Kolom Pada Tabel <code>rfid_users</code>	132
Gambar 4.43 Struktur Kolom Pada Tabel History	132
Gambar 4.44 Struktur Kolom Pada Tabel <code>earplug_refills</code>	133
Gambar 4.45 Struktur Form Login Pada Login Page.html	134
Gambar 4.46 Kode <code>process_login.php</code>	135
Gambar 4.47 Struktur Form Registrasi	137
Gambar 4.48 Kode Pada File <code>process_register.php</code>	139
Gambar 4.49 Kode Fungsi <code>myMenuFunction()</code> , <code>login()</code> , dan <code>register()</code>	141
Gambar 4.50 Login Page Website	143
Gambar 4.51 Register Page Website	143

Gambar 4.52 Kode HTML untuk Dashboard Content.....	145
Gambar 4.53 Kode Dasar Style Body	146
Gambar 4.54 Kode Untuk Mengatur Style Elemen Dan Informasi Utama	147
Gambar 4.55 Kode CSS Untuk Kelas .warning.....	148
Gambar 4.56 Kode CSS Untuk Kelas .form-control	148
Gambar 4.57 Kode CSS Untuk Style btn-clear dan btn-submit.....	149
Gambar 4.58 Kode CSS Untuk Kelas .row	149
Gambar 4.59 Kode Filter Tanggal Pada Dashboard Page.....	150
Gambar 4.60 Kode Visualisasi Data Dalam Grafik Mingguan.....	151
Gambar 4.61 Kode Untuk Pembuatan Chart Baru Pada Grafik Mingguan	152
Gambar 4.62 Kode Fetch Grafik Mingguan	153
Gambar 4.63 Kode setInterval().....	154
Gambar 4.64 Kode Program Untuk Visualisasi Isi Grafik Bulanan	154
Gambar 4.65 Kode Fetch Untuk Grafik Bulanan.....	155
Gambar 4.66 Kode Pengaturan Visual untuk Grafik Bulanan	157
Gambar 4.67 Kode Fetch Untuk Grafik Tahunan	158
Gambar 4.68 Fungsi updateTotalUsedToday()	159
Gambar 4.69 Fungsi updateTotalEarplugAvailable().....	161
Gambar 4.70 Kode get_usage_history.php	163
Gambar 4.71 Kode PHP pada file total_used_today.php	164
Gambar 4.72 Kode PHP pada file total_earplug.php	166
Gambar 4.73 Halaman Dashboard Pada Website.....	167
Gambar 4.74 Kode Button Dan Header Pada Usage History Page.....	168
Gambar 4.75 Tabel pada Usage History Page.....	169
Gambar 4.76 Kode yang Mengatur Pengambilan Data Riwayat Penggunaan....	170
Gambar 4.77 Kode Fitur Pagination Pada Halaman Usage History	171
Gambar 4.78 Kode Unduh Laporan Pada Halaman Usage History	173
Gambar 4.79 Halaman Usage History Pada Website	175
Gambar 4.80 Kode Antarmuka Halaman Refill History	176
Gambar 4.81 Kode Tabel pada Halaman Refill History	177
Gambar 4.82 Kode Untuk Menampilkan Chart Pada Halaman Refill History...	178

Gambar 4.83 Kode Fetch untuk Data Refill History.....	179
Gambar 4.84 Fungsi untuk Update Grafik Pada Halaman Refill History.....	180
Gambar 4.85 Kode updateMonthlyChart()	181
Gambar 4.86 Kode updateAnnualChart()	182
Gambar 4.87 Fungsi deleteRefill().....	183
Gambar 4.88 Kode delete_refill.php	185
Gambar 4.89 Refill History Page Pada Website	187
Gambar 4.90 Kode untuk Content Emergency Access Page	188
Gambar 4.91 Kode untuk Tabel pada Emergency Access Page.....	189
Gambar 4.92 Kode untuk memproses Update Limit Harian	189
Gambar 4.93 Kode untuk Fungsi loadUsers()	191
Gambar 4.94 Kode untuk fungsi deleteUser()	192
Gambar 4.95 Kode untuk Tombol Edit	193
Gambar 4.96 Kode update_tap_limit.php	195
Gambar 4.97 Kode fetch_user.php	196
Gambar 4.98 Logika Awal Penghapusan Data Melalui delete_user.php	198
Gambar 4.99 Tampilan Emergency Access Page pada Website.....	199
Gambar 4.100 Bagian HTML Register RFID Page	200
Gambar 4.101 Kode untuk Mengosongkan Form pada Register RFID Page	201
Gambar 4.102 Kode register_rfid.php	202
Gambar 4.103 Tampilan Register RFID Page pada Website	204
Gambar 4.104 Logo Earmate	204
Gambar 4.105 Kode Container pada Welcome Page Aplikasi Mobile	206
Gambar 4.106 Kode Widget Padding pada Welcome Page Aplikasi Mobile	207
Gambar 4.107 Kode Deskripsi Welcoming Page pada Aplikasi Mobile	209
Gambar 4.108 Kode Column pada Welcome Page Aplikasi Mobile	210
Gambar 4.109 Welcoming Page pada Simulator Aplikasi Mobile.....	212
Gambar 4.110 Kode Class _LoginPageState	213
Gambar 4.111 Fungsi _login() pada Login Page Aplikasi Mobile.....	214
Gambar 4.112 Kode untuk Button Sign In Pada Login Page Aplikasi Mobile...	215
Gambar 4.113 Visual Login Page Aplikasi Mobile.....	216

Gambar 4.114 Kode Controller First Name	217
Gambar 4.115 Kode Controller Last Name	218
Gambar 4.116 Kode Controller No Induk.....	219
Gambar 4.117 Kode Controller Username.....	220
Gambar 4.118 Kode Controller Password.....	221
Gambar 4.119 Kode Aksi untuk Button Register.....	223
Gambar 4.120 Kode Pengiriman data Registrasi ke Database.....	224
Gambar 4.121 Tampilan Visual Register Page pada Aplikasi Mobile	226
Gambar 4.122 Fungsi Pengambilan Data Penggunaan Harian	227
Gambar 4.123 Fungsi Pengambilan Data Jumlah Earplug Tersedia	228
Gambar 4.124 Kode _fetchWeeklyHistoryData()	230
Gambar 4.125 Kode _fetchMonthlyHistoryData()	232
Gambar 4.126 Kode _fetchYearlyHistoryData()	234
Gambar 4.127 Tampilan Visual Dashboard pada Aplikasi Mobile.....	236
Gambar 4.128 Fungsi fetchUsageHistory() pada Usage History Page	237
Gambar 4.129 Fungsi _downloadExcel()	238
Gambar 4.130 Tampilan Visual Usage History Page Pada Aplikasi Mobile	240
Gambar 4.131 Kode _fetchRefillHistory()	241
Gambar 4.132 Kode _addRefillEntry().....	242
Gambar 4.133 Kode _fetchMonthlyRefillData()	244
Gambar 4.134 Kode _fetchYearlyRefillData()	245
Gambar 4.135 Tampilan Visual Refill History Page Pada Aplikasi Mobile	247
Gambar 4.136 Widget IconButton pada Emergency Access Page.....	248
Gambar 4.137 Kode _fetchData() pada Emergency Access Page	249
Gambar 4.138 Tampilan Visual Emergency Access Page Pada Aplikasi Mobile	251
Gambar 4.139 Kode sendDataToServer()	252
Gambar 4.140 Kode _register().....	254
Gambar 4.141 Tampilan Visual Register RFID Page Pada Aplikasi Mobile.....	255
Gambar 5.1 Tampilan Tabel History Pemakaian pada Website	267
Gambar 5.2 Tampilan Tabel History Pemakaian pada Aplikasi Mobile	267
Gambar 5.3 Respon Sistem Ketika Tap Kartu yang belum terdaftar	268

Gambar 5.4 Respon Sistem Saat Limit Masih Tersedia.....	268
Gambar 5.5 Respon Sistem Saat Limit Habis.....	269
Gambar 5.6 Perbandingan Tampilan Dashboard Website dan Aplikasi Mobile .	271
Gambar 5.7 Perbandingan Usage History Website dan Aplikasi Mobile	272
Gambar 5.8 Perbandingan Refill History Website dan Aplikasi Mobile	273
Gambar 5.9 Perbandingan Emergency Access Website Dan Aplikasi Mobile ...	275
Gambar 5.10 Perbandingan Register RFID Website Dan Aplikasi Mobile	276
Gambar 5.11 Tampilan Tombol Export Data Pada Website.....	278
Gambar 5.12 Tampilan Tombol Export Data Pada Aplikasi Mobile	279
Gambar 5.13 Tampilan Sheet History Pada File Export	280
Gambar 5.14 Tampilan Sheet Refill Pada File Export	280
Gambar 5.15 Tampilan Sheet RFID User Pada File Export	281
Gambar 5.16 Tampilan Sheet Ringkasan Pada File Export	281
Gambar 5.17 Grafik Penggunaan Earplug Harian	283

DAFTAR TABEL

Tabel 2-1 Mode Operasi ESP32	12
Tabel 2-2 Spesifikasi ESP32 WROOM 32D	13
Tabel 2-3 Deskripsi Pin Modul RFID RC-522	24
Tabel 2-4 Spesifikasi Modul RFID RC-522.....	25
Tabel 2- 5 Deskripsi Pin Modul TCRT5000	29
Tabel 2-6 Spesifikasi Modul TCRT5000	29
Tabel 2-7 Deskripsi Pin Servo.....	33
Tabel 2-8 Spesifikasi Servo MG966R.....	33
Tabel 2-9 Deskripsi Pin OLED	36
Tabel 2-10 Spesifikasi OLED 128x64	36
Tabel 2-11 Spesifikasi Power Supply Yang Digunakan	39
Tabel 3-1 Konfigurasi Pin RC522 dan ESP32	64
Tabel 3-2 Konfigurasi Pin OLED dengan ESP32	66
Tabel 3-3 Konfigurasi Pin Servo.....	68
Tabel 3-4 Konfigurasi Pin Modul TCRT5000.....	70
Tabel 4-1 Alat yang digunakan	101
Tabel 4-2 Bahan yang digunakan.....	102
Tabel 5-1 Tabel History Pemakaian pada Database	260
Tabel 5-2 Perbandingan Stok Fisik dengan Stok Sistem	284
Tabel 5-3 Rekapitulasi Pengujian Pembatasan Pengambilan.....	286
Tabel 5-4 Respon Sistem Berdasarkan Status Kartu.....	286
Tabel 5-5 Fungsi Visualisasi pada Sistem Monitoring.....	287
Tabel 5-6 Perbandingan Tampilan Data Usage History Antar Platform	289

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Pemrograman ESP32	296
Lampiran 2 Data Sheet ESP32	305
Lampiran 3 Data Sheet Modul RFID RC522	306
Lampiran 4 Data Sheet Modul TCRT5000	307
Lampiran 5 Data Sheet Servo MG996R	308
Lampiran 6 Data Sheet OLED Display	308
Lampiran 7 Wiring Diagram	310
Lampiran 8 Dokumentasi	311
Lampiran 9 Catatan Bimbingan Tugas Akhir	313