pISSN : 0852-0232, eISSN : 2656-582X DOI : 10.14710/gt.v21i4.xxxxx

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

Muhammad Wildan Hariansyah Putra[1)], Arkhan Subari[2)]
[1)]Program Studi Str. Teknik Listrik Industri, Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus Undip Tembalang, Semarang, Indonesia 50275
**E-mail : dhaniwildan@students.undip.ac.id*

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*

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Di era industri modern, kesehatan dan keselamatan kerja (K3) menjadi aspek yang sangat penting untuk diperhatikan, terutama di lingkungan yang memiliki tingkat kebisingan tinggi. Diperkirakan sekitar 22,4 juta pekerja di seluruh dunia terpapar tingkat kebisingan yang berpotensi membahayakan setiap harinya. Sekitar 7 hingga 21 persen tenaga kerja global, khususnya di negara berkembang, mengalami gangguan pendengaran yang disebabkan oleh paparan bising. Di Indonesia sendiri, menurut data dari Komite Nasional Penanggulangan Gangguan Pendengaran dan Ketulian tahun 2014, terdapat sekitar 36 juta orang atau 16,8% dari jumlah penduduk yang mengalami gangguan pendengaran akibat kebisingan [1].

Salah satu upaya perlindungan terhadap paparan bising adalah penggunaan alat pelindung diri seperti *earplug*. Namun, dalam praktiknya, sering terjadi pemborosan akibat penggunaan *earplug* yang tidak sesuai ketentuan. Meskipun perusahaan telah menyediakan dispenser *earplug* di beberapa titik, masih terdapat karyawan yang mengambil *earplug* melebihi jatah. Hal tersebut berdampak pada meningkatnya biaya operasional.

Untuk mengatasi masalah tersebut dibutuhkan solusi yang mampu membatasi pengambilan *earplug* agar sesuai dengan jatah yang ditentukan, sekaligus dapat dipantau secara akurat dan efisien. Salah satu teknologi yang dapat dimanfaatkan adalah RFID, yang memungkinkan sistem untuk mengenali identitas pengguna, sehingga tidak dapat dilakukan secara berulang oleh orang yang sama di luar batas yang telah ditetapkan.

Selain itu, sistem ini dirancang agar dapat melakukan monitoring secara *real-time* sehingga bagian K3 atau admin dapat segera mengetahui berapa banyak stok yang tersisa dan penggunaan *earplug* harian. Untuk menunjang hal tersebut, informasi monitoring disajikan melalui *website* dan *aplikasi mobile*, sehingga proses pengawasan menjadi lebih fleksibel dan dapat diakses dimana saja.

Dalam sistem ini, digunakan ESP32 sebagai mikrokontroler utama karena memiliki fitur konektivitas Wi-Fi yang memadai. Dispenser *earplug* dirancang berbasis otomatisasi, yang hanya akan mengeluarkan

earplug apabila identitas pengguna valid dan belum melewati batas jatah harian. Otomatisasi ini tidak hanya mencegah pengambilan berlebih, tetapi juga meningkatkan efisiensi dan mengurangi kemungkinan manipulasi sistem secara manual.

Oleh karena itu, penulis merancang dan mengembangkan sebuah sistem "**DISPENSER EARPLUG OTOMATIS BERBASIS RFID RC522 DAN ESP32 DENGAN MONITORING MELALUI WEBSITE DAN APLIKASI MOBILE**" sebagai solusi untuk mengoptimalkan distribusi alat pelindung diri di lingkungan industri. Diharapkan, sistem ini dapat meningkatkan efektivitas program K3, menekan pemborosan, serta mendukung terciptanya lingkungan kerja yang aman dan efisien.

1.2 Batasan Masalah

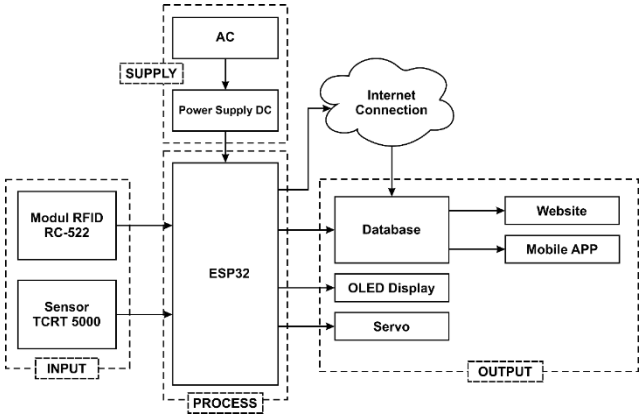
Agar tugas akhir ini lebih terarah dan fokus, perlu ditentukan batasan-batasan yang akan dijadikan pedoman dalam pengembangan dan implementasi sistem. Adapun batasan masalah dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Tugas akhir ini akan membahas tentang perancangan dan pengembangan sistem dispenser *earplug* otomasis berbasis RFID menggunakan kontrol utama mikrokontroler ESP32.
2. Sistem *monitoring* hanya mencakup akses data penggunaan *earplug* dari *database* melalui *website* dan aplikasi *mobile* yang dikhususkan untuk admin bagian K3.
3. Aplikasi *mobile* yang dibangun menggunakan *framework* Flutter, sedangkan *website* dibangun menggunakan kombinasi bahasa HTML, Javascript, dan CSS tanpa menggunakan *framework frontend* tambahan.
4. Sistem pengambilan *earplug* setiap karyawan dibatasi dua kali per hari, namun batasan ini dapat diubah atau disesuaikan oleh admin melalui *website* dan aplikasi *mobile*.

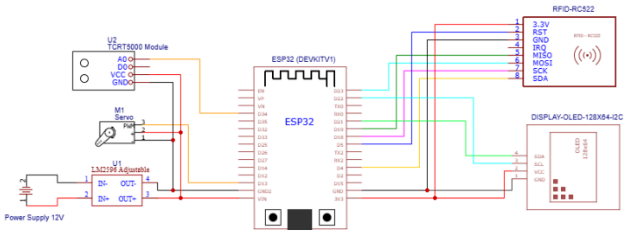
2. PERANCANGAN ALAT

2.1 Perancangan Hardware

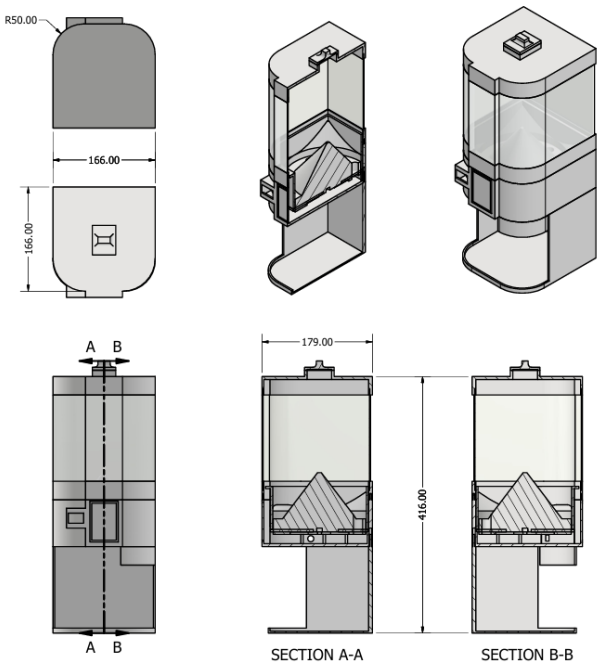
Perancangan *hardware* terdiri dari beberapa tahap, diantaranya adalah perancangan diagram blok yang ditunjukkan pada Gambar 2.1, perancangan skematik yang ditunjukkan pada Gambar 2.2, dan perancangan desain 3D alat yang ditunjukkan pada Gambar 2.3.



Gambar 2.1 Diagram Blok



Gambar 2.2 Skematik Diagram



Gambar 2.3 Desain 3D

Sesuai dengan diagram blok pada Gambar 2.3, *supply* utama berasal dari Power Supply DC 12V 3A yang kemudian diturunkan tegangannya sesuai dengan kebutuhan masing-masing komponen oleh modul *stepdown*

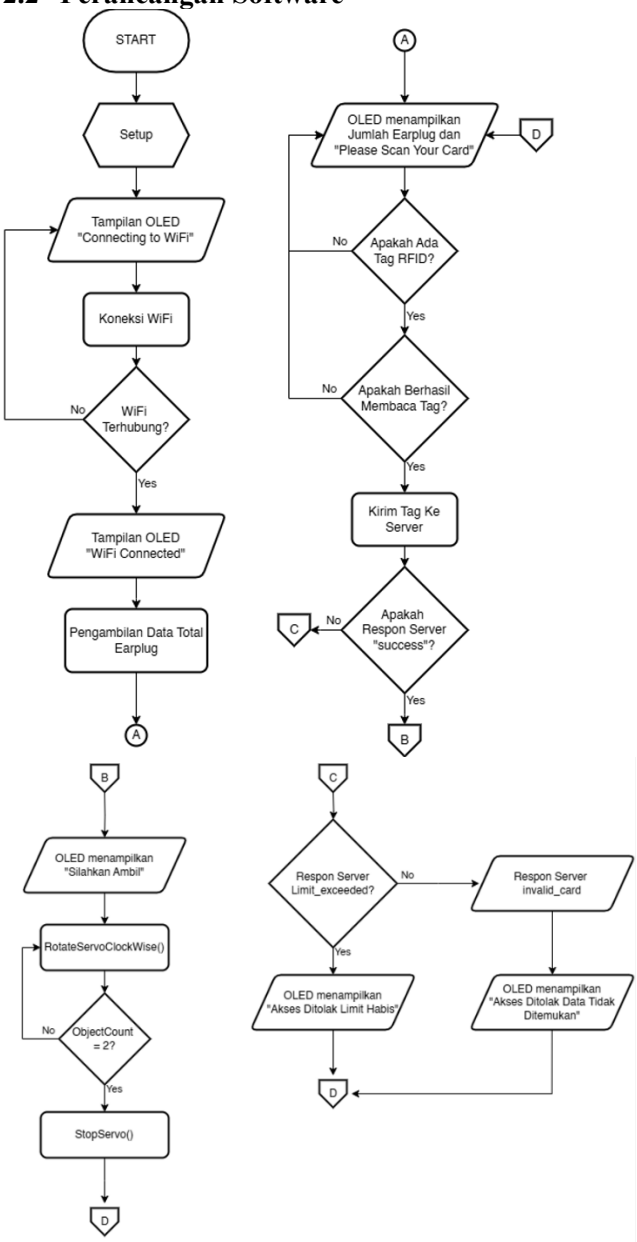
LM2596. Bagian *input* pada sistem ini terdiri dari Modul RFID RC-522 dan Sensor TCRT-5000. Modul RFID RC-522 berfungsi sebagai pendeteksi data *tag* yang ada di kartu karyawan yang berbasis RFID. Kemudian data tersebut akan diolah oleh ESP32 yang kemudian dikirimkan ke *database* untuk dilakukan validasi. Sedangkan sensor TCRT-5000 berfungsi untuk mendeteksi *earplug* yang jatuh (keluar dari dispenser). ESP32 berperan sebagai mikrokontroler yang memproses semua data dari sensor dan memberikan perintah (logika) pada aktuator di bagian *output*.

Bagian *output* terdiri dari OLED Display, servo, serta database yang terhubung dengan *website* dan aplikasi *mobile*. OLED Display akan menampilkan hasil pembacaan tag dari modul RFID. Apabila data berhasil divalidasi, servo akan berputar untuk mengeluarkan *earplug*. Servo akan terus berputar hingga sensor TCRT-5000 mendeteksi 2 buah *earplug* yang jatuh. Setelah mekanis berjalan sesuai logika, data pengambilan *earplug* akan dikirim oleh ESP32 melalui koneksi internet ke *database*. Tabel data pada *database* akan ditampilkan pada *user interface website* dan aplikasi *mobile* untuk mempermudah pengguna melakukan *monitoring*. Untuk mengimplementasikan rancangan tersebut diperlukan komponen-komponen sebagai berikut :

1. ESP32 Devkit V1
2. Adaptor DC 12V 3A
3. PCB
4. Servo MG966R
5. Modul RFID RC-522
6. Sensor TCRT-5000
7. Modul OLED atau LCD
8. Modul *Stepdown* LM2596

Selain komponen diatas, diperlukan bantuan *software* Visual Studio Code untuk membuat *website* dan aplikasi *mobile* untuk melakukan *monitoring*. *Website monitoring* dibuat menggunakan beberapa gabungan bahasa pemrograman yaitu HTML, JavaScript, dan PHP. Sedangkan untuk membuat aplikasi *mobile* digunakan kerangka kerja (*framework*) Flutter yang dikembangkan oleh Google. Flutter menggunakan basis bahasa pemrograman dart. Kedua *platform* tersebut dihubungkan pada *database* localhost mysql yang digunakan untuk menyimpan data *tag* dan data penggunaan *earplug*. *Database* ini menjadikan perangkat laptop sebagai server sehingga laptop diharuskan menyala untuk membuat *database* aktif.

2.2 Perancangan Software



Gambar 2.4 Flowchart Sistem

Pada Gambar 2.4 diperlihatkan *flowchart* sistem secara keseluruhan. Sistem diawali dengan proses *setup* atau inisialisasi terhadap pin *input* dan *output*. Selanjutnya, layar OLED akan menampilkan pesan *"Connecting to WiFi"* hingga sistem berhasil terhubung dengan jaringan Wi-Fi. Apabila koneksi berhasil, OLED akan menampilkan pesan *"WiFi Connected"*. Setelah itu, sistem akan mengambil data total *earplug* dari basis data

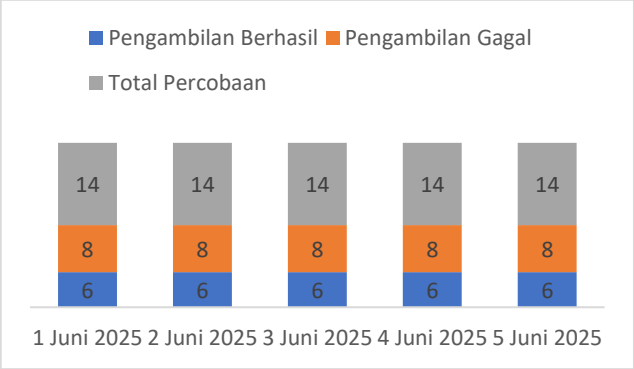
melalui *script total_earplug.php*. Setelah data berhasil diperoleh, OLED akan menampilkan jumlah *earplug* yang tersedia disertai dengan pesan *"Please Scan Your Card"*. Selanjutnya, sistem akan memeriksa apakah terdapat *tag* RFID yang terdeteksi. Jika tidak ada, tampilan OLED akan tetap menampilkan jumlah *earplug* dan pesan *"Please Scan Your Card"*.

Jika ada *tag* RFID yang terdeteksi, sistem akan mencoba membaca nilai *tag* tersebut. Apabila pembacaan berhasil, nilai tag akan dikirimkan ke basis data melalui *script check_rfid.php*, kemudian sistem akan menunggu respons dari server. Respons dari server dapat berupa tiga kemungkinan, yaitu:

1. *success*
   Jika respons berupa *success*, OLED akan menampilkan pesan *"Silahkan Ambil"*, kemudian *servo* akan berputar hingga objek yang terdeteksi mencapai dua buah (*objectCount = 2*). Setelah itu, *servo* akan berhenti dan sistem akan kembali siaga untuk mendeteksi tag RFID berikutnya.
2. *limit_exceeded*
   Jika respons berupa *limit_exceeded*, OLED akan menampilkan pesan *"Akses Ditolak Limit Habis"*. Sistem tidak akan mengeluarkan *earplug* dan akan kembali dalam kondisi siaga.
3. *invalid_card*
   Jika respons berupa *invalid_card*, OLED akan menampilkan pesan *"Akses Ditolak Data Tidak Ditemukan"* dan sistem akan kembali siaga untuk menunggu tag RFID selanjutnya.

3. PENGUJIAN DAN ANALISA

Pengujian dilakukan untuk memastikan sistem pembatasan pengambilan *earplug* dan *monitoring* berjalan sesuai dengan rancangan. Empat kartu RFID digunakan dalam pengujian, terdiri dari dua kartu yang telah terdaftar (Kartu A dengan batas 2 kali/hari dan Kartu B dengan batas 4 kali/hari) serta dua kartu yang tidak terdaftar untuk menguji validasi akses. Pengujian juga mencakup pencatatan data secara real-*time*, fungsi *refill* dan *export* data, serta akurasi visualisasi grafik penggunaan mingguan, bulanan, dan tahunan.



Gambar 3.1 Grafik Penggunaan Earplug Harian

Data penggunaan yang tercatat juga selalu konsisten dengan batas maksimum pengambilan harian yang telah ditentukan. Pada Gambar 3.1 memperlihatkan total pengambilan harian oleh pengguna selama masa pengujian sistem. Pada gambar tersebut terdapat 3 buah warna yang berbeda. Warna biru merepresentasikan pengambilan yang berhasil, warna oranye merepresentasikan pengambilan yang gagal, dan warna abu-abu merepresentasikan total percobaan yang dilakukan. Namun demikian, selama masa pengujian ditemukan beberapa kasus di mana jumlah *earplug* yang keluar melebihi jumlah seharusnya. Hasil perbandingan ini disajikan dalam Tabel 3-1.

Tabel 3-1 Perbandingan Stok Fisik dengan Stok Sistem

Tanggal	Total Pengambilan (buah)	Stok Sistem (buah)	Stok Fisik (buah)	Selisih (buah)
02/06/2025	12	162	162	0
03/06/2025	12	150	149	1
04/06/2025	12	138	137	1
05/06/2025	12	126	124	2
06/06/2025	12	114	111	3

Berdasarkan data pada Tabel 5-2, terlihat bahwa sejak tanggal 03/06/2025 mulai terjadi selisih antara jumlah stok sistem dengan stok fisik *earplug*. Pada tanggal tersebut, meskipun tercatat terjadi 12 kali pengeluaran *earplug* yang seharusnya berarti enam kali pengambilan dengan dua *earplug* per pengambilan, stok fisik menunjukkan jumlah yang lebih sedikit satu buah dibandingkan dengan perhitungan sistem. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat satu kejadian di mana alat mengeluarkan tiga buah

earplug dalam satu pengambilan, bukan dua sebagaimana mestinya.

Ketidaksesuaian ini berlanjut pada tanggal 04/06/2025 hingga 06/06/2025, dengan selisih yang semakin besar dari hari ke hari. Puncaknya terjadi pada tanggal 06/06/2025, di mana selisih antara stok sistem dan stok fisik mencapai tiga buah *earplug*. Ini berarti setidaknya ada tiga kali pengambilan di mana masing-masing menghasilkan satu buah *earplug* lebih banyak dari jumlah yang diperintahkan sistem. Berdasarkan hasil pengamatan di lapangan, penyebab dari perbedaan ini bukan berasal dari kesalahan pencatatan sistem, melainkan akibat gangguan mekanis pada dispenser. Gangguan tersebut menyebabkan keluarnya *earplug* secara berlebih dalam beberapa pengambilan. Meskipun frekuensinya tidak tinggi dan tidak terjadi setiap hari, kejadian ini tetap menjadi indikator penting bahwa mekanisme pengeluaran *earplug* perlu mendapatkan perhatian dan evaluasi teknis lebih lanjut. Tujuannya adalah untuk memastikan bahwa data penggunaan dan stok yang tercatat tetap akurat dan dapat diandalkan dalam jangka panjang.

Tabel 3-2 Rekapitulasi Pengujian Pembatasan Pengambilan

Kartu	Limit Harian	Percobaan Berhasil	Percobaan Ditolak	Jumlah Percobaan	Persentase Keberhasilan
A (4299D5)	4	20	10	30	100%
B (4B214C5)	2	10	10	20	100%
Undifined Card (9928392)	-	-	10	10	0%
Undifined Card (D4C4C5)	-	-	10	10	0%

Tabel 3-2 menyajikan rekapitulasi hasil pengujian terhadap empat kartu uji, yaitu Kartu A, Kartu B, serta dua kartu yang tidak terdaftar. Pengujian dilakukan selama lima hari, dan hasilnya menunjukkan bahwa seluruh proses pembatasan pengambilan *earplug* telah berjalan sesuai dengan logika sistem yang telah dirancang. Selain itu, Tabel 3-3 menampilkan hasil respon sistem berdasarkan status kartu yang digunakan. Respon sistem sudah berjalan sesuai ekspektasi, dengan hanya mengizinkan pengambilan oleh kartu yang terdaftar dan belum mencapai batas, serta menolak percobaan pengambilan oleh kartu yang tidak terdaftar atau telah melebihi *limit*.

Tabel 3-3 Respon Sistem Berdasarkan Status Kartu

Kondisi Kartu	Status pada OLED	Tindakan Sistem	Tercatat di *Database*
Terdaftar dan Ada Limit	Silahkan Ambil	*Earplug* keluar	Ya
Terdaftar, Limit Habis	Akses Ditolak Limit Habis	*Earplug* tidak keluar	Ya
Tidak Terdaftar	Akses Ditolak Data Tidak Ditemukan	*Earplug* tidak keluar	Tidak

Berdasarkan hasil pengujian, sistem menunjukkan keberhasilan 100% dalam mencegah pengambilan melebihi batas yang telah ditetapkan untuk setiap kartu pengguna. Seluruh percobaan pengambilan yang melebihi limit harian berhasil ditolak oleh sistem dengan menampilkan pesan “Akses ditolak limit habis” pada layar OLED. Data percobaan yang melebihi batas juga tetap tercatat dalam sistem dengan status *limit_exceeded*, sementara pengambilan oleh kartu yang tidak terdaftar ditolak tanpa tercatat di dalam *database*.

Tabel 3-4 Fungsi Visualisasi pada Sistem Monitoring

Halaman	Jenis Visualisasi	Fungsi Utama
Dashboard	Teks Numerik dan Grafik (bar)	Menampilkan stok earplug, penggunaan harian, tren mingguan, bulanan, dan tahunan
Usage History	Tabel	Mencatat riwayat pengambilan
Refill History	Tabel dan Grafik (line)	Melacak aktivitas refill

		dan memetakan frekuensinya
Emergency Access	Tabel	Mengontrol user dan mengatur batas tap harian
Register RFID	Form	Mendaftarkan RFID baru ke sistem

Tabel 5-5 berikut merangkum hubungan antara tampilan visualisasi, fungsi *monitoring*, dan efektivitas dari masing-masing halaman. Tampilan tabel pada halaman *Usage History* sangat berguna untuk audit aktivitas pengambilan *earplug*, karena menyajikan data secara kronologis dan detail berdasarkan pengguna. Sementara itu, pada halaman *Refill History*, keberadaan grafik bulanan dan tahunan memperjelas tren frekuensi *refill*, sehingga pengelola dapat mengantisipasi kebutuhan logistik secara lebih akurat.

Halaman *Emergency Access* menghadirkan tampilan yang tidak hanya bersifat informatif, namun juga interaktif. Keberadaan ikon *button* untuk mengubah batas *tap* harian atau menghapus *user* menjadikan sistem *monitoring* juga memiliki fungsi kontrol langsung terhadap pengguna. Terakhir, halaman Register RFID dirancang dengan layout sederhana namun fungsional, memungkinkan proses pendaftaran *tag* RFID dilakukan dengan cepat dan minim kesalahan, terutama ketika dilakukan di perangkat *mobile*.

Secara keseluruhan, sistem visualisasi dalam sistem monitoring ini telah berhasil menggabungkan aspek estetika dan fungsionalitas yang mendukung kegiatan monitoring secara efisien dan responsif. Perbedaan desain antara tampilan *website* dan aplikasi *mobile* pun mampu menyesuaikan kebutuhan masing-masing *platform*, tanpa mengurangi kualitas informasi yang disampaikan.

Tabel 3-5 Perbandingan Tampilan Data Usage History Antar Platform

Nama Data	Website	Aplikasi Mobile	Excel (Tabel History)
Nama	✓	✓	✓
Nomor Induk	✓	✓	✓
Departemen	✓	✓	✓
Tanggal	✓	✓	✓
Waktu	✓	✓	✓
RFID Tag	x	x	✓
Jumlah Pengambilan	✓	✓	✓
Status	✓	✓	✓

Perbandingan pada Tabel 3-5 menunjukkan bahwa sebagian besar data yang tampil di *platform online* (*website* dan aplikasi *mobile*) konsisten dengan data pada *file export*. Satu-satunya elemen yang tidak ditampilkan secara langsung pada *website* dan aplikasi *mobile* adalah *tag* RFID, yang justru tersedia di *file* Excel. Hal tersebut untuk alasan keamanan atau penyederhanaan tampilan antarmuka.

Setelah proses export dilakukan, sistem akan menghasilkan *file* Excel yang terdiri dari beberapa *sheet*, yaitu History, Refill, RFID Users, dan Ringkasan. Adapun penjelasan fungsi masing-masing *sheet* adalah sebagai berikut.

1. Sheet *History* mencatat data penggunaan *earplug*, termasuk nama, nomor induk, departemen, tanggal, waktu, RFID, jumlah pengambilan, dan status. Pewarnaan otomatis (merah) diterapkan untuk baris dengan status "*limit_exceeded*", memudahkan identifikasi pelanggaran batas harian.
2. Sheet *Refill* mencakup informasi terkait proses *refill*, yaitu *Refill ID*, *Admin ID*, jumlah pengisian (*Qty*), tanggal isi ulang, dan sisa stok setelah *refill* (*Remaining*).
3. Sheet *RFID Users* menampilkan data pengguna yang terdaftar dalam sistem, mencakup ID, nomor induk, tag RFID, nama, divisi, batas pengambilan harian (*Tap Limit*), status, dan tanggal pendaftaran (*Created At*).
4. Sheet *Ringkasan* menyajikan ringkasan informasi terkait aktivitas sistem, seperti tanggal ekspor, periode data, total pemakaian *earplug*, total *refill earplug*, dan jumlah pengguna aktif.

Proses pengunduhan *file export* berlangsung lancar tanpa kendala teknis. Semua *sheet* dapat dibuka dengan baik dan menyajikan data secara utuh. Penggunaan Excel sebagai format *export* memungkinkan integrasi lebih lanjut ke dalam sistem pelaporan atau olah data eksternal. Untuk memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai fungsi visualisasi dan konsistensi data antar *platform*, disajikan Tabel perbandingan informasi yang ditampilkan pada *website*, aplikasi *mobile*, dan hasil *export* file Excel.

4. PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian sistem dispenser *earplug* otomatis berbasis RFID dan ESP32 yang telah dilakukan, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem berhasil dibangun dan diintegrasikan secara fungsional antara perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*). Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu membatasi pengambilan *earplug* hingga 4 kali per hari untuk kartu A, dan 2 kali per hari untuk kartu B sesuai dengan *limit* harian yang telah ditetapkan. Dari 30 kali pengujian untuk kartu A dan 20 kali pengujian untuk kartu B selama 5 hari, sistem berhasil menolak pengambilan earplug tambahan setelah mencapai batas harian dengan tingkat keberhasilan 100%.
2. Sistem pencatatan data pengambilan *earplug* berjalan dengan baik. Seluruh informasi yang mencakup ID pengguna, waktu, tanggal, dan status pengambilan berhasil tercatat secara otomatis ke dalam *database*. Dari total 50 percobaan pengambilan yang dicatat selama pengujian, tidak ditemukan data yang hilang atau tidak terekam.
3. Sistem *monitoring* yang ditampilkan pada *platform website* dan aplikasi *mobile* berhasil menampilkan data *usage history*, *refill history*, dan daftar pengguna secara visual dan informatif. Data ditampilkan dalam bentuk tabel interaktif yang mempermudah proses pemantauan oleh *admin*. Hasil analisis menunjukkan bahwa tampilan antar platform memiliki perbedaan dalam tata letak dan desain UI, tetapi secara fungsional tetap konsisten.
4. Fungsi pembatasan *limit* harian terbukti efektif dalam mencegah penggunaan berlebihan. Saat pengguna mencoba mengambil *earplug* dan *limit* harian telah habis, sistem secara konsisten menampilkan status "limit_exceeded" dan menolak permintaan. Fitur ini diuji sebanyak 4 kali per hari dan memiliki tingkat keberhasilan 100%.

4.2 Saran

Berdasarkan hasil yang telah diperoleh, terdapat beberapa hal yang perlu diperhatikan kembali dalam proses perancangan alat maupun selama tahap pengujian. Ssistem ini masih memiliki potensi untuk terus dikembangkan guna memperbaiki kekurangan yang ada dan meningkatkan kinerja sistem secara keseluruhan. Sebagai bahan evaluasi dan masukan untuk penyempurnaan sistem di masa mendatang, berikut disampaikan beberapa saran:

1. Sistem saat ini masih menggunakan *server* lokal (*localhost*) sebagai basis penyimpanan dan pengelolaan data. Untuk meningkatkan aksesibilitas dan kemudahan pemantauan secara daring, disarankan agar sistem di-*hosting* secara *online* menggunakan layanan *hosting* agar dapat diakses kapan saja dan di mana saja.
2. Ditemukan adanya ketidaksesuaian jumlah *earplug* yang dikeluarkan oleh mekanisme dispenser, di mana dalam beberapa kasus keluar tiga buah *earplug* dalam satu kali pengambilan. Oleh karena itu, diperlukan perbaikan pada bagian mekanik agar pengeluaran *earplug* dapat lebih presisi dan konsisten sesuai target, yaitu dua buah per sekali *tap*.

DAFTAR PUSTAKA

[1] F. H. Sholihah dan T. H. Rahim, "Hubungan Kepatuhan Penggunaan Ear Plug Terhadap Keluhan Gangguan Pendengaran Pekerja PT.X," *Jurnal Riset Kedokteran (JRK),* vol. 2, pp. 85-90, 2022.

[2] M. Wisnu, A. Harris dan H. , "Perancangan Sistem Informasi Absensi Guru Menggunakan RFID Pada SMP N 9 Kota Jambi Berbasis Web," *Jurnal Manajemen Teknologi dan Sistem Informasi (JMS),* pp. 303-312, 2023.

[3] S. N. Dwitama dan A. B. Wijaya, "Perancangan Sistem Presensi Siswa dengan RFID Berbasis IoT Menggunakan NodeMCU ESP8266," *Infotekmesin,* pp. 15-23, 2024.

[4] R. F. Maulana, M. A. Ramadhan, W. Maharani dan M. I. Maulana, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Suhu dan Kelembapan Berbasis IOT Studi Kasus Ruang Server ITTelkom Surabaya," *Indonesian Journal of Multidisciplinary*

on Social and Technology , vol. Vol 1, pp. 224-231, 2023.

[5] A. Herdiansah, D. Nurnaningsih dan H. Rusdianto, "PEMANFAATAN FLUTTER PADA PENGEMBANGAN APLIKASI MOBILE EBISNIS PENYEDIAAN BAHAN BAKU BISNIS KATERING," *JURNAL TEKNOINFO ,* vol. Volume 16, pp. 291-303, 2022.

[6] R. A. Sirait dan P. Situmorang, "PENGARUH PENGGUNAAN EARPLUG TERHADAP STRESS KERJA BAGIAN PRODUKSI DI PT TALES INTI SAWIT BAGIAN PRODUKSI DI DESA BANDAR MERIA BANGUN PURBA," *Jurnal Penelitian Kesmasy,* vol. Volume 3, pp. 57 - 64, 2020.

[7] A. Erdil, "Manufacturing-Production Systems and Their Importance: Evaluation of Flexible Manufacturing Systems (FMS)," *European Journal of Science and Technology ,* no. 29, pp. 331-342, 2021.

[8] I. G. S. Widharma dan L. F. Wiranata, MIKROKONTROLLER DAN APLIKASI, Wawasan Ilmu, 2022.

[9] Espressif Systems, "ESP32 Series Datasheet," Espressif Systems, 2019.

[10] J. Putra , M. A. HD dan W. W. Pamungkas, "SISTEM PENGAMAN PINTU RUMAH MENGGUNAKAN SENSOR RFID RC522 DAN FINGERPRINT BERBASIS INTERNET OF THINGS," *Jurnal Penerapan Ilmu-Ilmu Komputer (JUPITER),* vol. Voluime 8, pp. 14 - 21, 2022.

[11] NXP Semiconductor, "MFRC522 Contactless reader IC," NXP Semiconductor, 2010.

[12] P. Ajmera, "A Review Paper on Infrared sensor," *International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT),* vol. Volume 5, no. 23, pp. 1-3, 2017.

[13] Vishay Semiconductors, " Reflective Optical Sensor with Transistor Output," *Datasheet,* 2009.

[14] Vishay Telefunken, "Reflective Optical Sensor with Transistor Output," Vishay Telefunken.

[15] R. Garrido dan R. M. Colorado, "CLOSED LOOP IDENTIFICATION OF A DC SERVOMECHANISM," *International Power Electronics Congress - CIEP,* 2006.

[16] SHENZHEN JING HANDA ELECTRONICS.CO, "JHD529-12864F SERIES," SHENZHEN JING HANDA ELECTRONICS.CO.

[17] `. Purwanto dan P. , "Rancang Bangun Electric Power Converter (Catu Daya) Untuk Alat Anodizing Portable," *Energi dan Kelistrikan: Jurnal Ilmiah ,* vol. Volume 13, no. No 2, pp. 86-94, 2021.

[18] M. Ramadhani dan I. Zufria, "PENERAPAN FRAMEWORK FLUTTER DALAM MEMBANGUN APLIKASI MARKETPLACE TRAVEL UMROH DAN HAJI BERBASIS ANDROID," *JISTech (Journal of Islamic Science and Technology) ,* vol. Volume 7, no. No.1, pp. 32-42, 2022.