

Inovasi Teknologi Kesehatan Inklusif: Kotak Obat Pintar berbasis RFID dan Panduan Suara bagi Tunanetra

Putri Elfa Mas'udia^{1,*}, Fatonatul Mubarakah¹, Mila Kusumawardani¹, Nurul Hidayati¹, Lis Diana Mustafa¹

¹ Program Studi Teknik Telekomunikasi, Politeknik Negeri Malang, Indonesia

* Correspondence: putri.elfa@polinema.ac.id

Copyright: © 2025 by the authors

Received: 8 Oktober 2025 | Revised: 26 Oktober 2025 | Accepted: 1 Desember 2025 | Published: 10 Desember 2025

Abstrak

Indonesia menempati urutan ketiga sebagai negara dengan jumlah penyandang tunanetra terbanyak setelah India dan Tiongkok. Namun, hingga kini belum tersedia sistem manajemen obat yang inklusif dan terintegrasi bagi mereka. Penyandang tunanetra menghadapi resiko tinggi salah mengambil jenis atau dosis obat, yang tidak dapat diatasi hanya dengan pengingat sederhana. Tujuan penelitian kami adalah mengembangkan kotak obat cerdas berbasis RFID dan panduan suara yang terintegrasi menggunakan jenis *research and development*. Keluarga mengatur manajemen dan jadwal obat melalui aplikasi, sementara penyandang tunanetra dapat melakukan verifikasi dan penggunaan obat secara mandiri melalui perangkat. Sistem menggunakan tag RFID untuk identifikasi dan verifikasi jenis obat, serta dilengkapi fitur *voice command* untuk interaksi pengguna. Kotak obat merupakan sistem berbasis IoT dengan integrasi RFID, modul suara, dan aplikasi android. Metode pengujian dilakukan melalui pengukuran akurasi waktu alarm, respons suara, dan validasi verifikasi obat. Hasil temuan kami menunjukkan bahwa sistem dapat mendeteksi kesalahan pengambilan obat dan memberikan peringatan suara dengan akurasi tinggi, dengan waktu alarm sekitar 3 detik. Hasil Pengujian menunjukkan peningkatan nyata dalam aspek keamanan dibandingkan pengingat obat konvensional. Kontribusi penelitian ini adalah integrasi verifikasi RFID, panduan suara, dan aplikasi caregiver dalam satu sistem komprehensif yang belum banyak dikembangkan, sehingga mendukung kemandirian dan keselamatan tunanetra dalam pengelolaan obat.

Kata kunci: aplikasi android; caregiver; rfid; tunanetra; *voice guidance*

Abstract

Indonesia ranks third as the country with the highest number of visually impaired people after India and China. However, to date, there is no inclusive and integrated medication management system available for them. Visually impaired people face a high risk of taking the wrong type or dose of medication, which cannot be overcome with simple reminders alone. The aim of our research is to develop an RFID-based smart medicine box and integrated voice guidance using research and development. Families manage medication and schedules through an application, while visually impaired individuals can independently verify and use medication through the device. The system uses RFID tags to identify and verify medication types and is equipped with voice command features for user interaction. The medicine box is an IoT-based system with integrated RFID, voice modules, and an Android application. The testing method was carried out by measuring the accuracy of the alarm time, voice response, and medicine verification validation. Our findings show that the system can detect medication errors and provide voice warnings with high accuracy, with an alarm time of approximately 3 seconds. Testing results show a significant improvement in safety compared to conventional medication reminders. The contribution of this research is the integration of RFID verification, voice guidance, and caregiver applications into a comprehensive system that has not been widely developed, thereby supporting the independence and safety of the visually impaired in medication management.



Keywords: *android application; caregiver; rfid; visually impaired; voice guidance*

PENDAHULUAN

Indonesia menempati urutan ketiga negara dengan jumlah penyandang tunanetra terbanyak setelah India dan Tiongkok (Ansori, 2023). WHO melaporkan sekitar 2,2 miliar penduduk dunia mengalami gangguan penglihatan, dengan 1,1 miliar di antaranya merupakan tunanetra total. Survei RAAB menunjukkan prevalensi kebutaan di Indonesia mencapai 3% dengan lebih dari 8 juta penduduk mengalami gangguan penglihatan, menegaskan urgensi solusi kesehatan yang lebih inklusif (Rif'Ati et al., 2021). Kondisi ini semakin menantang karena keterbatasan akses terhadap teknologi yang ramah disabilitas, sehingga banyak penyandang tunanetra masih kesulitan mengelola kesehatannya secara mandiri (Lee et al., 2023). WHO (2024) juga mengaskan bahwa lebih dari 2 miliar orang, terutama di negara berkembang, kekurangan akses terhadap teknologi kesehatan digital, dan kelompok dengan disabilitas sensorik menjadi yang paling terdampak (Henni et al., 2022). Upaya untuk menjawab tantangan ini terus berkembang, misalnya melalui sistem pengingat obat, sensor, serta teknologi berbasis panduan suara (Mariselvam et al., 2025).

Bagi penyandang tunanetra, pengelolaan obat memerlukan sistem yang bukan hanya menjamin ketersediaan, tetapi juga mampu menyampaikan informasi jenis, dosis, dan jadwal konsumsi secara akurat. Keterbatasan visual membuat mereka rentan salah mengambil obat, yang berdampak pada penurunan efektivitas terapi, interaksi obat berbahaya, hingga komplikasi kesehatan serius. Tantangan utamanya adalah bagaimana memastikan obat yang diambil benar dan sesuai jadwal tanpa bergantung pada bantuan visual. Untuk menjawab kebutuhan tersebut, dikembangkan sistem manajemen obat yang mengintegrasikan RFID untuk verifikasi otomatis, panduan suara sebagai umpan balik langsung, serta aplikasi Android untuk membantu caregiver mengatur jadwal dan memantau stok obat. Konsep ini memungkinkan kolaborasi yang efektif antara penyandang tunanetra dan caregiver dalam meningkatkan ketepatan konsumsi dan kemandirian pengguna (Mahardiananta et al., 2022). Hal ini sejalan dengan konsep dasar IoT sebagai teknologi yang mengintegrasikan perangkat sehari-hari melalui jaringan internet dan mentransformasi gaya hidup tradisional ke gaya hidup cerdas berbasis teknologi (Mouha, 2021). Antarmuka berupa aplikasi Android dipilih karena teknologi Android memiliki domain penggunaan yang luas, teknologi terbuka, kemudahan akses dan kaya fitur (Easttom, 2021).

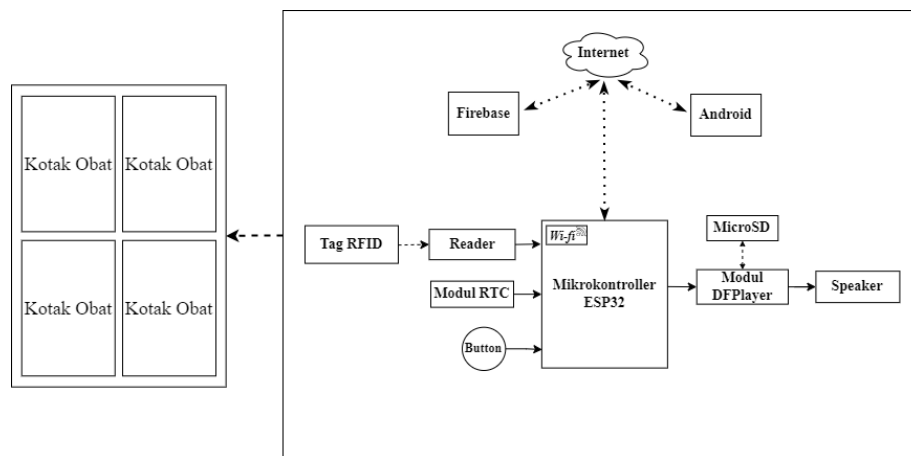
Sebagian besar sistem pengingat obat yang dikembangkan sebelumnya berfokus pada fungsi perangkat keras. Penelitian oleh (Nasir et al., 2023) lebih berfokus pada penggunaan alarm dan indikator LED tanpa menyediakan antarmuka pengguna yang interaktif. Penelitian oleh (Purva., 2025) mengembangkan rancangan *hardware* dengan integrasi *IoT cloud (ThingSpeak)*, tetapi belum menyediakan mekanisme kendali dan pemantauan melalui aplikasi Android. Sistem yang dikembangkan oleh (Rafsan, 2021) memang mampu mengirimkan notifikasi jarak jauh melalui SMS dan Telegram, tetapi belum dilengkapi fitur penjadwalan obat berbasis aplikasi yang praktis bagi pengguna atau caregiver. Sementara itu (Alisya et al., 2021) merancang sistem IoT dengan penyimpanan obat otomatis dan pengaturan alarm, namun belum dilengkapi teknologi suara untuk memandu pasien secara langsung. Sedangkan (Meshram et al., 2022) juga menargetkan pengguna tunanetra dengan pendekatan *IoT* dan *Computer Vision Technique*, tetapi aplikasi Android hanya berfungsi untuk pemindaian QR Code tanpa fitur manajemen stok dan penjadwalan obat.

Berdasarkan hasil temuan beberapa temuan sebelumnya, belum ada sistem yang secara terpadu menggabungkan verifikasi obat, panduan suara, dan manajemen obat berbasis aplikasi. Penelitian ini menghadirkan integrasi RFID, panduan suara, dan aplikasi Android untuk mendukung verifikasi, pengaturan jadwal, dan manajemen obat bagi penyandang tunanetra serta *caregiver*.

Penelitian ini bertujuan mengembangkan kotak obat cerdas berbasis IoT yang memfasilitasi identifikasi obat otomatis, pengingat konsumsi, serta pengelolaan obat yang terhubung dengan *caregiver*. Kontribusi utama penelitian ini adalah penyediaan sistem terintegrasi yang meningkatkan kemandirian penyandang tunanetra melalui interaksi suara langsung dan mekanisme manajemen obat yang lebih komprehensif. Kebaruan penelitian terletak pada integrasi RFID, IoT, Android, dan panduan suara dalam satu platform terpadu yang tidak hanya memberikan pengingat waktu konsumsi, tetapi juga memverifikasi obat secara otomatis dan mendukung kolaborasi yang lebih efektif antara pasien dan *caregiver*.

METODE

Jenis penelitian ini adalah *research and development* dengan pendekatan metode *prototyping*, yang umum digunakan dalam pengembangan sistem berbasis IoT. Tahapan penelitian meliputi analisis kebutuhan pengguna serta identifikasi permasalahan pengelolaan obat bagi penyandang tunanetra dan *caregiver*, perancangan sistem yang mencakup desain perangkat keras (ESP32, RFID Reader MiFare RC522, modul RTC, DFPlayer, dan speaker) serta perangkat lunak berbasis Android dan Firebase, pembuatan prototipe awal dan integrasi fungsional antar komponen, pengujian fungsional meliputi uji pembacaan RFID, respons suara, dan sinkronisasi data real-time, perbaikan dan penyempurnaan prototipe berdasarkan hasil pengujian; serta evaluasi kinerja akhir melalui pengukuran akurasi identifikasi obat dan ketepatan waktu alarm.



Gambar 1. Blok diagram sistem

Gambar 1 menunjukkan arsitektur sistem manajemen obat berbasis IoT yang menggunakan mikrokontroler ESP32 sebagai pusat pengendali. Tag RFID pada setiap obat dibaca oleh modul RFID reader untuk melakukan verifikasi. ESP32 terhubung dengan modul RTC untuk sinkronisasi waktu pengingat, serta modul DFPlayer dan speaker untuk memberikan panduan suara. Data hasil pembacaan kemudian dikirim ESP32 ke Firebase untuk memudahkan pemantauan status obat melalui aplikasi Android, sejalan dengan penelitian (Zidni & Ikrimach, 2023) yang juga memanfaatkan teknologi IoT berbasis Android dalam sistem pemantauan kesehatan. Pemilihan Firebase didasarkan pada kemampuannya sebagai basis data real-time yang mendukung sinkronisasi otomatis antarperangkat dan autentikasi pengguna. Pendekatan ini sejalan dengan penelitian (Gaikwad et al., 2024) yang juga mengembangkan kotak obat berbasis IoT menggunakan mikrokontroler ESP yang terhubung ke Firebase guna memantau jadwal konsumsi obat secara daring.

Ketika obat ditempelkan ke reader, kode identitas diverifikasi dengan data di Firebase; jika cocok sistem memberikan konfirmasi suara, dan jika tidak terdaftar muncul peringatan.

Fitur suara menggunakan DFPlayer Mini dengan tiga jenis audio instruksi, konfirmasi, dan peringatan yang dirancang khusus untuk pengguna tunanetra. Aplikasi Android Studio ditujukan bagi caregiver untuk mengatur jadwal dan memantau pengambilan obat, sementara pasien tunanetra hanya berinteraksi dengan kotak obat dan panduan suara. Sistem juga menyediakan tombol untuk menonaktifkan alarm serta mengonfirmasi bahwa obat telah dikonsumsi.

Pengujian sistem dilakukan untuk memverifikasi kinerja setiap komponen sesuai rancangan melalui beberapa tahapan terstruktur. Pertama, akurasi pembacaan RFID diuji melalui pembacaan berulang pada setiap tag obat dalam berbagai posisi dan jarak, dengan indikator keberhasilan berupa tingkat akurasi minimal 95% tanpa misidentifikasi. Kedua, ketepatan alarm dievaluasi dengan menjadwalkan waktu uji dan membandingkan waktu aktivasi alarm dengan waktu yang ditetapkan oleh modul RTC; alarm dinyatakan tepat apabila deviasi waktu tidak melebihi 5 detik. Ketiga, respons suara diuji dengan memicu berbagai skenario, termasuk kesalahan pengambilan obat, untuk memastikan DFPlayer Mini menghasilkan peringatan suara yang sesuai dan jelas. Keempat, aplikasi Android diuji menggunakan *black box testing* pada fitur inti login, pendaftaran obat, pengaturan jadwal, dan pembaruan data untuk memastikan seluruh fungsi berjalan sesuai kebutuhan pengguna. Terakhir, pengujian integrasi dilakukan dengan mensimulasikan alur lengkap mulai dari input jadwal pada aplikasi, sinkronisasi melalui *Firebase*, eksekusi perintah oleh ESP32, hingga keluaran suara, dengan indikator keberhasilan berupa komunikasi antarkomponen yang sinkron tanpa keterlambatan maupun kegagalan proses.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

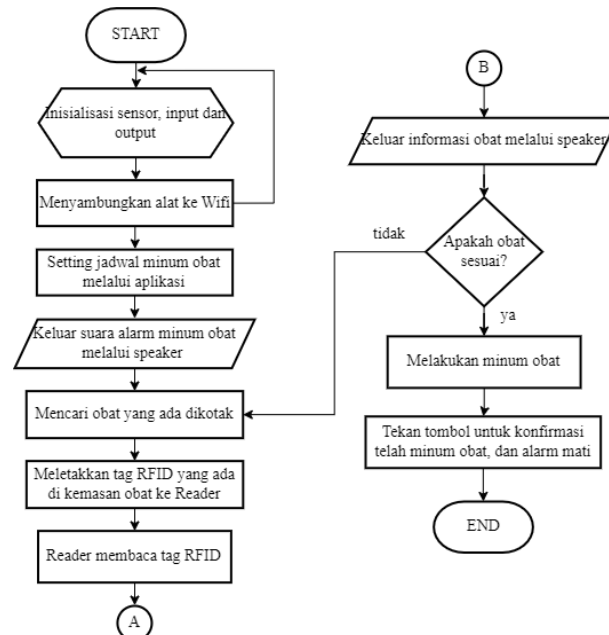
Berdasarkan hasil analisis kebutuhan pengguna tunanetra dan *workflow* pendamping (*caregiver*), tahap desain prototype menghasilkan dua subsistem utama, yakni perangkat keras dan perangkat lunak. Secara umum, subsistem perangkat keras didesain terdiri dari kotak obat dan perangkat elektronik, sedangkan subsistem perangkat lunak terdiri dari perangkat lunak sistem tertanam di mikrokontroler dan perangkat lunak aplikasi Android.

Subsistem perangkat lunak berupa aplikasi Android yang berfungsi untuk pengaturan jadwal konsumsi obat dan pemantauan status penggunaan, dikembangkan menggunakan Android Studio dan dioperasikan oleh *caregiver*. Ketika waktu konsumsi tiba, sistem mengaktifkan alarm serta panduan suara untuk membantu penyandang tunanetra mengambil obat pada sekat yang tepat, dan melakukan verifikasi dengan pembacaan tag RFID sebelum konfirmasi melalui suara. Informasi mengenai obat disampaikan dalam bentuk suara melalui modul DFPlayer Mini yang terhubung dengan speaker.

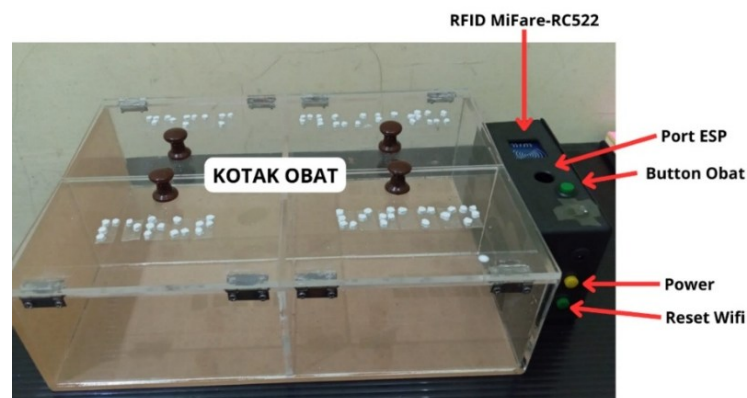
Aplikasi yang dikembangkan berfungsi untuk manajemen stok obat dan pengaturan jadwal konsumsi, yang digunakan oleh *caregiver* penyandang tunanetra. Aplikasi terhubung dengan kotak obat melalui internet sehingga data tersinkronisasi secara real-time. Pengembangan dilakukan menggunakan Android Studio dengan fitur utama berupa login, pendaftaran akun, dan pengaturan jadwal. Pada halaman login, pengguna dapat masuk menggunakan email dan kata sandi yang telah terdaftar atau membuat akun baru melalui menu sign up.

Flowchart cara kerja kotak obat berbasis suara ditunjukkan pada gambar 2 memberikan gambaran alur proses secara komprehensif mulai dari awal hingga akhir. Proses diawali dengan inisialisasi sensor RFID, reader, modul RTC, dan tombol input, serta pengaktifan modul DFPlayer yang terhubung ke speaker sebagai output suara. Setelah perangkat terhubung ke jaringan Wi-Fi, *caregiver* memasukkan jadwal minum obat melalui aplikasi Android dan menempatkan obat ber-tag RFID ke sekat yang sesuai. Ketika waktu minum obat tiba, sistem memberikan pengingat suara, misalnya “Waktunya minum obat demam merek Sanmol.”

Pengguna kemudian mencari obat berdasarkan huruf braille pada kotak dan menempelkan tag obat ke reader untuk verifikasi. Sistem akan memberikan umpan balik suara, baik konfirmasi jika obat sesuai maupun peringatan jika salah. Setelah obat yang benar diambil dan diminum, pengguna menekan tombol sebagai tanda konfirmasi, yang secara otomatis menghentikan alarm dan mengakhiri proses.



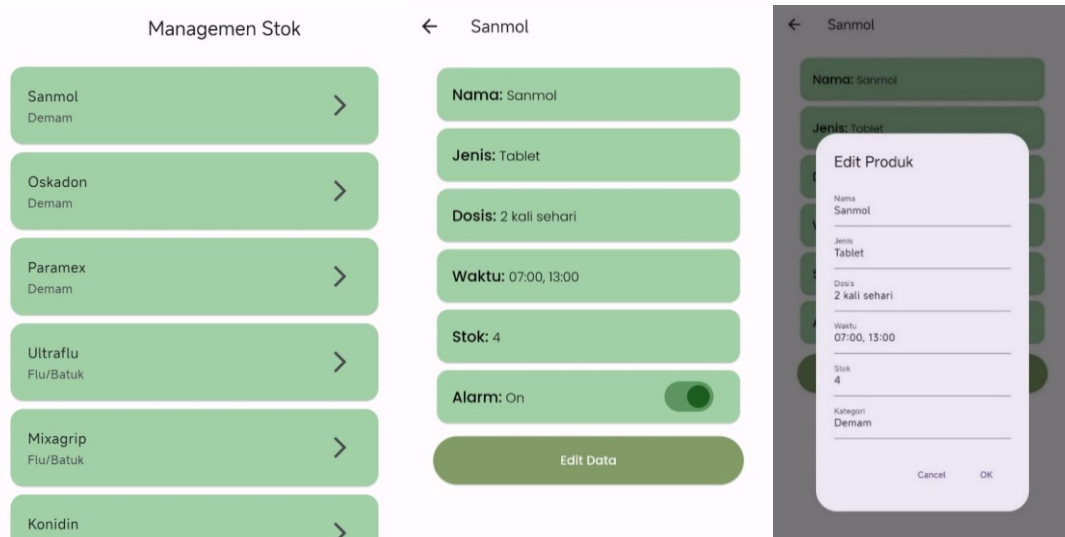
Gambar 2. Flowchart cara kerja sistem



Gambar 3. Hasil implementasi alat

Implementasi subsistem perangkat keras direalisasikan dalam bentuk kotak obat empat sekat yang dikategorikan untuk obat penurun panas, sakit perut, flu, dan vitamin, dilengkapi huruf braille sebagai penanda, ditunjukkan pada gambar 3. Kotak ini dikendalikan ESP32 dengan modul RFID-RC522 untuk identifikasi obat melalui tag RFID pada tiap kemasan, serta modul DFPlayer Mini yang menghasilkan keluaran suara melalui speaker

Halaman penjadwalan obat yang bisa digunakan oleh *caregiver* untuk mengelola jadwal konsumsi obat ditunjukkan pada Gambar 4. Data obat yang telah terdaftar dalam sistem ditampilkan secara lengkap di halaman Manajemen Stok, mencakup nama obat, dosis, frekuensi, serta jadwal konsumsi. Pengguna, dalam hal ini *caregiver*, memiliki kendali penuh untuk menambahkan, mengubah, maupun menghapus data obat sesuai kebutuhan pasien.



Gambar 4. Halaman penjadwalan obat

Tabel 1. Data hasil pengujian suara pada sensor rfid

Nama Obat	Suara yang Keluar	Hasil Pengujian	Respon (detik)
Sanmol	“Ini adalah obat demam merek sanmol. Dewasa sekali minum satu tablet.”	berhasil	1,8
Oskadon	“Ini adalah obat demam merek oskadon. Dewasa sekali minum satu tablet.”	berhasil	1,7
Paramex	“Ini adalah obat demam merek paramex. Dewasa sekali minum satu tablet.”	berhasil	1,9
Ultraflu	“Ini adalah obat flu dan batuk merek ultraflu. Dewasa sekali minum satu tablet.”	berhasil	1,8
Mixagrip	“Ini adalah obat flu dan batuk merek mixagrip. Dewasa sekali minum satu tablet.”	berhasil	1,9
Konidin	“Ini adalah obat batuk merek konidin. Dewasa sekali minum satu tablet.”	berhasil	1,8
Mylanta	“Ini adalah obat maag merek mylanta. Dewasa sekali minum satu tablet.”	berhasil	1,7
Dulcolax	“Ini adalah obat sakit perut merek dulcolax. Dewasa sekali minum satu tablet.”	berhasil	1,8
Diatabs	“Ini adalah obat sakit perut merek diatabs. Dewasa sekali minum satu tablet.”	berhasil	1,9
Enervon-C	“Ini adalah obat multivitamin merek enervon-c. Dewasa sekali minum satu tablet.”	berhasil	1,8

Setelah seluruh subsistem diimplementasikan, dilakukan pengujian fungsional untuk memastikan kinerja sistem. Hasil pengujian menunjukkan bahwa fitur login dan registrasi berjalan baik dan terintegrasi dengan Firebase, sehingga penyimpanan serta verifikasi data berlangsung aman. Fitur manajemen obat dan jadwal juga tersinkronisasi secara *real-time* dengan perangkat ESP32, memastikan pengingat, notifikasi, dan verifikasi pengambilan obat bekerja selaras antara aplikasi dan perangkat. Integrasi ini mendukung kemandirian penyandang tunanetra dalam mengelola jadwal serta kepatuhan konsumsi obat.

Tabel 1 menunjukkan hasil pengujian 10 tag RFID pada masing-masing kemasan obat. Hasil menunjukkan bahwa sistem mampu membaca seluruh tag RFID dengan tingkat

keberhasilan 100%. Setiap kali tag RFID didekatkan ke sensor, sistem secara konsisten mengeluarkan keluaran suara sesuai dengan data obat yang terdaftar pada basis data Firebase. Waktu respon rata-rata sebesar 1,8 detik menunjukkan bahwa proses komunikasi antara aplikasi, basis data, dan perangkat ESP32 berjalan dengan baik. Hal ini membuktikan bahwa integrasi antara perangkat keras dan perangkat lunak telah berfungsi secara optimal.

Tabel 2. Pengujian suara ketika obat yang diambil salah

No	Obat Tersetting	Obat yang Diambil	Suara yang Keluar
1.	Sanmol	Mixagrip	“Obat salah. ambil di kotak flu/batuk.” “Waktunya minum obat demam merek sanmol.” (suara alarm terjadwal)
2.	Mylanta	Paramex	“Obat salah. ambil di kotak sakit perut.” “Waktunya minum obat merek mylanta.”
3.	Sanmol	Sanmol	“Ini adalah obat demam merek sanmol. Dewasa sekali minum satu tablet.”
4.	Dulcolax	Enervon-C	“Obat salah. ambil di kotak sakit perut.” “Waktunya minum obat merek dulcolax.”
5.	Konidin	Oskadon	“Obat salah. ambil di kotak flu/batuk.” “Waktunya minum obat merek konidin.”
6.	Mylanta	Mylanta	“Ini adalah obat maag merek mylanta. Dewasa sekali minum satu tablet.”
7.	Holisticare	Diatabs	“Obat salah. ambil di kotak vitamin.” “Waktunya minum obat merek holisticare.”

Tabel 3. Hasil pengujian waktu bunyi alarm

Waktu Uji	Waktu Setting Alarm	Waktu Alarm Bunyi	Selisih Waktu Setting Alarm dengan Waktu Alarm Bunyi
7-7-2024	07:10:00	07:09:57	3 detik
7-7-2024	08:05:00	08:04:57	3 detik
8-7-2024	12:30:00	12:29:59	1 detik
8-7-2024	20:25:00	20:24:57	3 detik
9-7-2024	10:30:00	10:29:57	3 detik
9-7-2024	11:10:00	11:09:57	3 detik
10-7-2024	01:45:00	01:44:57	3 detik
10-7-2024	03:40:00	03:39:57	3 detik

Hasil pengujian saat pengguna mengambil obat yang tidak sesuai dengan jadwal atau kategori ditampilkan pada Tabel 2. Dari tujuh skenario uji, sistem berhasil memberikan peringatan suara yang tepat pada seluruh percobaan dengan tingkat akurasi 100%. Ketika obat yang diambil salah, sistem secara konsisten mengeluarkan pesan seperti “Obat salah, ambil di kotak flu/batuk,” sedangkan pada pengambilan yang benar sistem memberikan identifikasi obat sesuai data. Selain itu, pengujian alarm menunjukkan selisih rata-rata aktivasi sebesar 3 detik dari jadwal, yang masih berada dalam batas toleransi praktis untuk sistem pengingat obat sehingga tidak mengganggu kepatuhan pengguna. Secara keseluruhan, hasil ini menegaskan bahwa sistem mampu membedakan dan merespons kesalahan pengambilan obat secara real-time dengan akurat dan stabil, sehingga efektif mendukung keamanan serta kemandirian penyandang tunanetra dalam penggunaan obat.

Selanjutnya hasil pada tabel 3 menunjukkan bahwa dari delapan percobaan, selisih rata-rata antara waktu alarm terjadwal dan aktual adalah $3,02 \pm 0,41$ detik, menandakan kinerja RTC yang stabil dan masih berada dalam batas toleransi praktis untuk sistem pengingat obat. Hasil ini juga lebih unggul dibanding penelitian sebelumnya yang hanya mengandalkan LED atau SMS, karena sistem ini mampu memberikan verifikasi suara real-time dengan akurasi 100% sehingga meningkatkan keandalan penggunaan obat bagi penyandang tunanetra.

Pembahasan

Hasil penelitian ini berupa kotak obat berbasis suara yang terintegrasi dengan aplikasi Android untuk manajemen stok dan penjadwalan konsumsi obat. Sistem ini dirancang untuk mendukung kemandirian dan aksesibilitas digital bagi penyandang tunanetra melalui teknologi *Internet of Things* (IoT). Aplikasi digunakan oleh keluarga atau *caregiver* untuk mengatur jadwal, sementara pengguna tunanetra berinteraksi melalui suara tanpa memerlukan antarmuka visual. Dengan pendekatan ini, sistem berfungsi sebagai fasilitator kemandirian yang memungkinkan pengguna mengelola obat secara aman dan mandiri.

Hasil pengujian RFID menunjukkan akurasi identifikasi 100% terhadap 10 tag obat yang diuji. Setiap tag RFID berhasil terbaca dan menghasilkan keluaran suara yang sesuai dengan data pada basis data Firebase. Tingkat akurasi ini penting karena bagi penyandang tunanetra, keandalan sistem dalam mengenali obat secara otomatis menjadi pengganti kepercayaan visual, memastikan obat yang dikonsumsi benar dan sesuai jadwal. Akurasi tinggi ini menunjukkan integrasi yang baik antara sensor RFID-RC522, mikrokontroler ESP32, dan modul DFPlayer Mini, yang memungkinkan proses pembacaan dan respon suara berlangsung cepat dan konsisten. Kombinasi arsitektur ini menghasilkan waktu respon rata-rata $1,8 \text{ detik} \pm 0,3 \text{ detik}$, menunjukkan stabilitas dan efisiensi komunikasi data pada sistem.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mendeteksi kesalahan pengambilan obat dan memberikan peringatan suara yang sesuai, seperti “Obat salah, ambil di kotak flu/batuk.” Deteksi dilakukan dengan membandingkan ID tag RFID dengan jadwal aktif di Firebase. Mekanisme ini membuat sistem tidak hanya reaktif, tetapi juga proaktif dalam mencegah kesalahan konsumsi obat, sehingga meningkatkan keselamatan dan kepatuhan pengguna terhadap jadwal terapi. Berbeda dari penelitian (Faisal et al., 2021) yang berfokus pada pengingat jadwal, penelitian ini menekankan deteksi kesalahan pengambilan obat antar-kompartemen.

Penelitian ini menutupi kekurangan atau celah pada temuan sebelumnya terkait teknologi kotak obat dengan menghadirkan solusi terpadu yang menggabungkan verifikasi obat berbasis RFID, panduan suara bagi penyandang tunanetra, dan antarmuka Android. Penelitian Gargioni et al. (2024) menunjukkan bahwa sebagian besar *pillbox* hanya berfokus pada pengingat dan pencatatan konsumsi. Sedangkan Sivakumar et al. (2023) mengembangkan dispenser obat berbasis IoT untuk tunanetra, namun sistem tersebut masih terbatas karena belum mendukung identifikasi obat secara mandiri. Selanjutnya penelitian Kim et al. (2023) mengembangkan aplikasi seluler berbasis suara untuk membantu tunanetra mengenali obat, namun belum mengintegrasikan perangkat keras fisik untuk deteksi dan verifikasi otomatis. Sementara itu, penelitian Roumaissa & Rachid (2022) menunjukkan bahwa sistem IoT dengan sensor identifikasi cerdas dapat meningkatkan akurasi dan kepatuhan pasien, namun tetap memerlukan interaksi visual pada tahap verifikasi. Integrasi RFID, ESP32, DFPlayer Mini, dan Firebase pada sistem ini memungkinkan verifikasi obat *real-time* tanpa ketergantungan visual, sehingga meningkatkan keamanan dan kemandirian pengguna. Hasil pengujian menunjukkan pembacaan RFID akurat 100% dan alarm yang stabil, mengindikasikan kemampuan sistem dalam mendukung verifikasi obat bagi tunanetra.

Temuan ini menunjukkan potensi untuk diterapkan di rumah tangga, fasilitas kesehatan, dan komunitas disabilitas guna mengurangi risiko *medication error* dan meningkatkan

kemandirian pengguna. Kontribusi utama penelitian ini adalah perancangan sistem verifikasi obat berbasis RFID dengan panduan suara yang terintegrasi dengan aplikasi *caregiver*, pendekatan yang masih jarang dieksplorasi pada penelitian sebelumnya.

Meskipun temuan ini menunjukkan potensi besar dalam meningkatkan keselamatan dan kemandirian pengguna, penelitian ini masih memiliki beberapa keterbatasan. Jumlah peserta uji dan variasi tag RFID masih terbatas, sistem belum mendukung pelacakan otomatis konsumsi obat, dan respons suara masih statis sehingga belum menyesuaikan kebutuhan pengguna. Namun, keterbatasan tersebut membuka peluang pengembangan, seperti penerapan *speech recognition* untuk interaksi tanpa tombol, penambahan notifikasi dua arah bagi *caregiver*, serta pemanfaatan *machine learning* untuk memprediksi keterlambatan konsumsi. Ke depan, uji coba pada populasi tunanetra yang lebih beragam diperlukan untuk menilai aspek kenyamanan, kemudahan penggunaan, dan penerimaan teknologi secara lebih komprehensif.

SIMPULAN

Sistem kotak obat cerdas ini berhasil meningkatkan kemandirian dan keselamatan pasien tunanetra melalui verifikasi obat berbasis RFID dan panduan suara interaktif. Sistem menunjukkan kinerja tinggi dengan akurasi pembacaan RFID 100%, waktu respons 1,8 detik, serta ketepatan alarm dengan selisih hanya 3 detik dari jadwal. Fitur aplikasi untuk penjadwalan dan manajemen stok turut mendukung keteraturan konsumsi obat. Keberhasilan integrasi RFID, suara, dan IoT terbukti efektif meningkatkan kepatuhan terapi, mengurangi kesalahan konsumsi dan menunjukkan potensinya sebagai model teknologi kesehatan inklusif yang dapat diterapkan di rumah tangga, fasilitas kesehatan, maupun komunitas disabilitas. Meski pengujian masih terbatas pada skenario prototipe, penelitian ini membuka peluang pengembangan lebih lanjut, termasuk integrasi *speech recognition* atau *machine learning* untuk meningkatkan adaptabilitas sistem.

REFERENSI

- Alisya, C. A., Nurdin, A., & Salamah, I. (2021). Rancang bangun smart medicine box sebagai pengingat jadwal minum obat berbasis internet of things. *Jurnal Teknologi Elekerika*, 5(2), 50. <https://doi.org/10.31963/elekerika.v5i2.2771>
- Ansori, A. N. A. (2023, January). *RI duduki peringkat ketiga dunia dalam kasus kebutaan*. Liputan6. <https://www.liputan6.com/disabilitas/read/5194116/ri-duduki-peringkat-ketiga-dunia-dalam-kasus-kebutaan?page=4>
- Easttom, C. (2021). *An in-depth guide to mobile device forensics* (1st ed.). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781003118718>
- Faisal, S., Ivo, J., & Patel, T. (2021). A review of features and characteristics of smart medication adherence products. *Canadian Pharmacists Journal / Revue des Pharmaciens du Canada*, 154(5), 312–323. <https://doi.org/10.1177/17151635211034198>
- Gaikwad, V., Chakrabarty, S., Jain, S., Bhat, S., & Bisen, S. (2024). IoT based medicine box: A step towards an easier life. *Second International Conference on Advances in Information Technology (ICAIT)*, 1–6. India: IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICAIT61638.2024.10690350>
- Gargioni, L., Fogli, D., & Baroni, P. (2024). A systematic review on pill and medication dispensers from a human-centered perspective. *Journal of Healthcare Informatics Research*, 8(2), 244–285. <https://doi.org/10.1007/s41666-024-00161-w>
- Henni, S. H., Maurud, S., Fuglerud, K. S., & Moen, A. (2022). The experiences, needs and barriers of people with impairments related to usability and accessibility of digital health solutions, levels of involvement in the design process and strategies for participatory and universal design: A scoping review. *BMC Public Health*, 22(1), 35. <https://doi.org/10.1186/s12889-021-12393-1>

- Kim, S., Wi, Y., & Lee, J. (2023). Implementation of a mobile application for checking medicines and pills for the visually impaired in Korea (pp. 907–917). https://doi.org/10.1007/978-981-99-3243-6_73
- Lee, J. G. W., Lee, K., Lee, B., Choi, S., Seo, J., & Choe, E. K. (2023). Personal health data tracking by blind and low-vision people: Survey study. *Journal of Medical Internet Research*, 25, e43917. <https://doi.org/10.2196/43917>
- Mahardiananta, I. M. A., Nugraha, I. M. A., Reganata, G. P., & Desnanjaya, I. G. M. N. (2022). Perancangan alat bantu kotak obat berbasis mikrokontroler dalam peningkatan kepatuhan meminum obat pada pasien TBC. *RESISTOR (Elektronika Kendali Telekomunikasi Tenaga Listrik Komputer)*, 5(1), 65–72. <https://doi.org/10.24853/resistor.5.1.65-72>
- Mariselvam, V., Manoj, R., Madheswaran, S., Kishore, R., & Lithesh, M. (2025). IoMT: IoT-enabled med-box for transport tracking, control monitoring, and reminder with MQTT sensors. *7th International Conference on Intelligent Sustainable Systems (ICISS)*, 322–328. India: IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICISS63372.2025.11076570>
- Meshram, V. V., Patil, K. R., Meshram, V. A., & Bhatlawande, S. (2022). SmartMedBox: A smart medicine box for visually impaired people using IoT and computer vision techniques. *Revue d'Intelligence Artificielle*, 36(5), 681–688. <https://doi.org/10.18280/ria.360504>
- Mouha, R. A. (2021). Internet of things (IoT). *Journal of Data Analysis and Information Processing*, 9(2), 77–101. <https://doi.org/10.4236/jdaip.2021.92006>
- Nasir, Z., Asif, A., Nawaz, M., & Ali, M. (2023). Design of a smart medical box for automatic pill dispensing and health monitoring. *Engineering Proceedings*, 32(1), 7. <https://doi.org/10.3390/engproc2023032007>
- Purva, S., & Shete, I. (2025). Medicine identification, reminder and consultation android application for visually impaired people. *IJARCCCE*, 14(4), 267–272. <https://doi.org/10.17148/IJARCCCE.2025.14436>
- Rafsan, A. J., Mayasari, R., & Irawan. (2021). *Purwarupa smart medicine box berbasis Internet of Things (IoT)* [PhD thesis]. Universitas Telkom.
- Rif'Ati, L., Halim, A., Lestari, Y. D., Moeloek, N. F., & Limburg, H. (2021). Blindness and visual impairment situation in Indonesia based on rapid assessment of avoidable blindness surveys in 15 provinces. *Ophthalmic Epidemiology*, 28(5), 408–419. <https://doi.org/10.1080/09286586.2020.1853178>
- Roumaissa, B., & Rachid, B. (2022). An IoT-based pill management system for elderly. *Informatica*, 46(4), 457–468. <https://doi.org/10.31449/inf.v46i4.4195>
- Sivakumar, S., Sridhar, S. S., Rajalakshmi, R., Pushpalatha, M., Shanmugan, S., & Niranjana, G. (2023). Intelligent and assisted medicine dispensing machine for elderly visual impaired people with deep neural network fingerprint authentication system. *Internet of Things*, 23, 100821. <https://doi.org/10.1016/j.iot.2023.100821>
- Zidni, G. S., & Ikrimach, I. (2023). Implementasi metode fuzzy logic dan IoT untuk klasifikasi kondisi kesehatan denyut jantung berbasis Android. *Edumatic: Jurnal Pendidikan Informatika*, 7(2), 366–375. <https://doi.org/10.29408/edumatic.v7i2.23092>