

**DISPENSER OBAT PIL OTOMATIS BERBASIS IOT  
DENGAN METODE PENGEMBANGAN  
HUMAN CENTERED DESIGN**



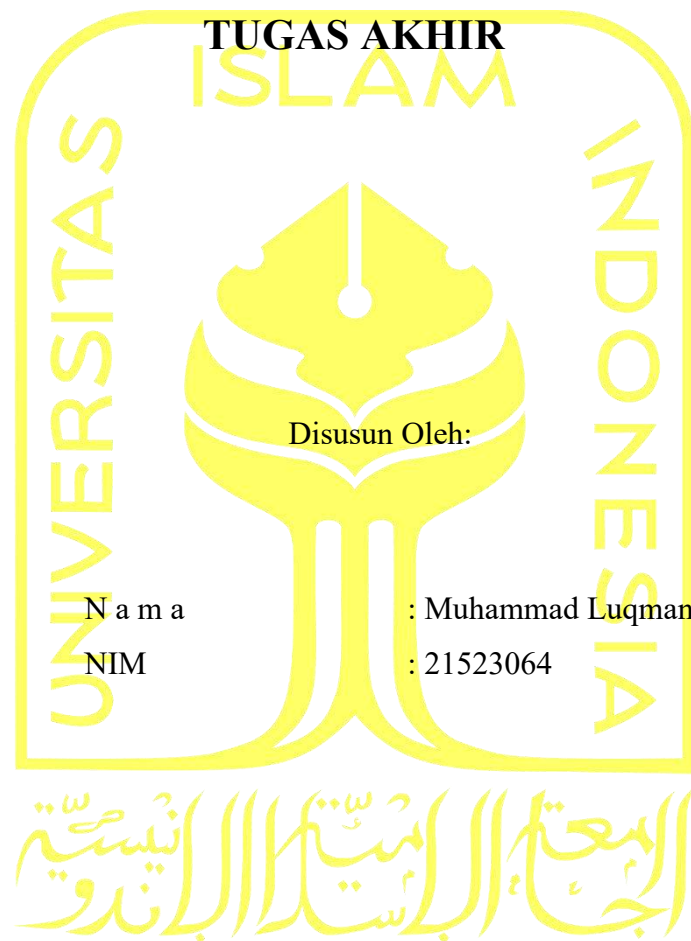
Disusun Oleh:

N a m a : Muhammad Luqman Hidayat  
NIM : 21523064

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA – PROGRAM SARJANA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
2025**

HALAMAN PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING

**DISPENSER OBAT PIL OTOMATIS BERBASIS IOT  
DENGAN METODE PENGEMBANGAN  
HUMAN-CENTERED DESIGN**



Yogyakarta, 17 Juli 2025

Pembimbing,

( Kurniawan D. Irianto, S.T., M.Sc.)

## HALAMAN PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

# DISPENSER OBAT PIL OTOMATIS BERBASIS IOT DENGAN METODE PENGEMBANGAN HUMAN-CENTERED DESIGN

## TUGAS AKHIR

Telah dipertahankan di depan sidang penguji sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer dari Program Studi Informatika – Program Sarjana di Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, 2 September 2025

Tim Penguji

Kurniawan D. Irianto, S.T., M.Sc.

**Anggota 1**

Rahadian Kurniawan, S.Kom., M.Kom.

**Anggota 2**

Aridhanyati Arifin, S.T., M.Cs.

Mengetahui,

Ketua Program Studi Informatika – Program Sarjana

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia



(Dhomas Hatta Fudholi S.T., M.ENG., PH.D.)

## HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Luqman Hidayat

NIM : 21523064

Tugas akhir dengan judul:

### **DISPENSER OBAT PIL OTOMATIS BERBASIS IOT DENGAN METODE PENGEMBANGAN HUMAN-CENTERED DESIGN**

Menyatakan bahwa seluruh komponen dan isi dalam tugas akhir ini adalah hasil karya saya sendiri. Apabila di kemudian hari terbukti ada beberapa bagian dari karya ini adalah bukan hasil karya sendiri, tugas akhir yang diajukan sebagai hasil karya sendiri ini siap ditarik kembali dan siap menanggung risiko dan konsekuensi apapun.

Demikian surat pernyataan ini dibuat, semoga dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 17 Juli 2025



( Muhammad Luqman Hidayat)

## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

Allah SWT, atas segala rahmat, karunia, dan hidayah-Nya yang tak ternilai, sehingga penulis diberi kekuatan dan kelapangan dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Bapak dan Ibu tercinta, yang telah menjadi cahaya dalam setiap langkah kehidupan penulis.

Terima kasih atas doa yang tiada henti, kasih sayang yang tulus, serta pengorbanan tanpa batas. Segala pencapaian ini tidak akan berarti tanpa restu dan dukungan kalian.

Adik tercinta, yang dengan segala perhatian, candaan, dan semangatnya telah menjadi sumber motivasi tersendiri dalam melewati proses ini. Terima kasih atas dukungan moral dan kebersamaan yang menguatkan di setiap perjalanan.

Semoga karya sederhana ini menjadi wujud rasa cinta dan hormat penulis atas semua yang telah diberikan.

## HALAMAN MOTO

وَالَّذِينَ جَاهَدُوا فِينَا لَنَهْدِيَنَّهُمْ سُبُلَنَا وَإِنَّ اللَّهَ لَمَعَ الْمُحْسِنِينَ ﴿٦٩﴾

Orang-orang yang berusaha dengan sungguh-sungguh untuk (mencari keridaan) Kami benar-benar akan Kami tunjukkan kepada mereka jalan-jalan Kami. Sesungguhnya Allah benar-benar bersama orang-orang yang berbuat kebaikan.

– Surah Al-Ankabut Ayat 69

## KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Alhamdulillah rabbil ‘alamin, segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, Tuhan semesta alam yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Atas limpahan rahmat, hidayah, dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul “Dispenser Obat Pil Otomatis Berbasis Android dengan Metode Pengembangan Human-Centered Design” dengan baik sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Informatika di Universitas Islam Indonesia.

Shalawat serta salam semoga senantiasa tercurah kepada junjungan Nabi Muhammad SAW, yang telah membawa umat manusia dari zaman kegelapan menuju zaman yang penuh dengan cahaya ilmu dan iman.

Penyusunan tugas akhir ini tentunya tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, dukungan, dan doa dari berbagai pihak. Untuk itu, penulis ingin menyampaikan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada:

1. Allah SWT, yang selalu memberikan kekuatan dan kelapangan hati dalam setiap langkah kehidupan penulis.
2. Bapak dan Ibu tercinta, atas kasih sayang, doa, serta dukungan moril dan materil yang tiada henti dan tak ternilai harganya.
3. Kanza Auliyah Putri, adik penulis yang telah memberikan semangat, motivasi, dan dukungan selama proses studi dan penyusunan tugas akhir ini.
4. Prof. Fathul Wahid, S.T., M.Sc., Ph.D., selaku Rektor Universitas Islam Indonesia.
5. DThomas Hatta Fudholi, S.T., M.Eng., Ph.D., selaku Ketua Program Studi Informatika Program Sarjana Fakultas Teknologi Industri UII.
6. Kurniawan D. Irianto, S.T., M.Sc., selaku dosen pembimbing tugas akhir, yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan ilmu yang sangat berharga dalam proses penyusunan tugas akhir ini.
7. Seluruh dosen Program Studi Informatika UII, atas segala ilmu, dedikasi, dan pengalaman yang telah diberikan selama masa studi.
8. Mila Rosiati Anwar, seseorang yang sangat berarti dan selalu hadir dalam setiap fase perjalanan penulis, yang memberikan dukungan moril, bantuan tenaga, waktu, bahkan materi, serta perhatian dan kesabaran yang tiada henti

9. Sahabat-sahabat seperjuangan dalam grup Penuh Berkah Melimpah: Maul, Wildan, Rizqdwana, Angga, Ridzky, Octa, Vahri, Wisnu, Rafli, Fikri, Agung, Ahsan dan Bima yang telah menjadi tempat berbagi cerita, semangat, dan motivasi selama perjalanan kuliah.
10. Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu, namun telah memberikan bantuan dan dukungan dalam bentuk apa pun selama proses penyusunan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan saran dan kritik yang membangun guna perbaikan di masa mendatang.

Akhir kata, penulis berharap karya ini dapat memberikan manfaat dan menjadi kontribusi positif, khususnya dalam bidang analisis data, serta menjadi pijakan awal bagi penelitian-penelitian selanjutnya. Semoga apa yang tertuang dalam tugas akhir ini dapat memberikan inspirasi dan membuka cakrawala baru bagi pembaca yang tertarik dengan topik yang dibahas.

Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Yogyakarta, 17 Juli 2025



( Muhammad Luqman Hidayat)

## SARI

Ketidakpatuhan minum obat merupakan masalah serius di Indonesia, dengan tingkat kepatuhan yang rendah mencapai 41,5% pada pasien hipertensi dan 78,1% pada pasien diabetes mellitus tipe 2, yang disebabkan oleh hilangnya ingatan, kerumitan jadwal minum obat, dan keterbatasan fisik, terutama pada populasi lansia. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dispenser obat pil otomatis berbasis IoT untuk meningkatkan kepatuhan minum obat melalui pendekatan *Human-Centered Design* (HCD) yang berfokus pada kebutuhan pengguna. Metodologi penelitian menggunakan tiga tahap HCD: Inspirasi melalui wawancara mendalam dengan pengguna dari berbagai usia dan pakar kesehatan, Ideasi untuk merancang konsep sistem yang mengintegrasikan ESP32, RTC DS3231, motor servo, dan aplikasi mobile dengan Firebase sebagai basis data waktu nyata, serta Implementasi untuk mengembangkan prototipe fungsional dan evaluasi kegunaan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem dapat berfungsi dengan baik dalam memberikan notifikasi pengingat, pengeluaran obat secara otomatis, dan pemantauan konsumsi obat secara *real-time*. Evaluasi dengan sepuluh responden menunjukkan kemudahan penggunaan yang baik, meskipun pengguna lansia mengalami kesulitan dalam mengatur jadwal melalui aplikasi dan membutuhkan perbaikan dalam portabilitas dan kustomisasi notifikasi. Penelitian ini memberikan kontribusi solusi teknologi kesehatan yang mudah digunakan dan kerangka kerja pengembangan IoT berbasis HCD untuk meningkatkan kepatuhan minum obat pada pasien penyakit kronis.

Kata kunci: Dispenser Obat Otomatis, *Internet of Things* (IoT), *Human-Centered Design* (HCD), Kepatuhan Konsumsi Obat, ESP32, Firebase, Monitoring, Teknologi Kesehatan Digital.

## GLOSARIUM

|                             |                                                                                                                                                                                                                |
|-----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Internet of Things (IoT)    | Konsep teknologi yang menghubungkan perangkat fisik ke internet untuk saling bertukar data dan informasi secara otomatis dan real-time.                                                                        |
| Human-Centered Design (HCD) | Metodologi pengembangan sistem yang berfokus pada pemahaman mendalam terhadap kebutuhan, keterbatasan, dan preferensi pengguna, dengan tujuan menghasilkan solusi yang relevan, mudah digunakan, dan inklusif. |
| Monitoring                  | Proses pemantauan konsumsi obat secara real-time yang dilakukan melalui integrasi antara perangkat keras dan aplikasi mobile.                                                                                  |
| Notifikasi                  | Peringatan berupa suara audio atau tampilan visual yang dikirimkan kepada pengguna untuk mengingatkan jadwal konsumsi obat.                                                                                    |
| Buzzer                      | Komponen elektronik yang menghasilkan suara sebagai notifikasi audio ketika waktu konsumsi obat telah tiba.                                                                                                    |
| Microcontroller             | Unit kendali utama dalam perangkat elektronik yang menjalankan instruksi program dan mengatur kerja seluruh komponen pada sistem.                                                                              |
| Android                     | Sistem operasi berbasis Linux yang dirancang untuk perangkat bergerak seperti smartphone dan tablet, digunakan dalam pengembangan aplikasi pemantauan pada penelitian ini.                                     |
| Firebase                    | Platform layanan backend berbasis cloud milik Google yang digunakan sebagai <i>realtime database</i> untuk menyimpan jadwal, riwayat konsumsi obat, dan autentikasi pengguna.                                  |
| ESP32                       | <i>Microcontroller</i> yang memiliki konektivitas Wi-Fi dan Bluetooth, digunakan sebagai otak dari sistem dispenser obat untuk mengatur logika kerja dan komunikasi data.                                      |
| LCD I2C 16x2                | Layar yang digunakan untuk menampilkan informasi pada sistem dispenser, seperti status jadwal obat atau notifikasi.                                                                                            |
| RTC DS3231                  | Komponen <i>Real-Time Clock</i> yang digunakan untuk menjaga ketepatan waktu dalam sistem, memastikan jadwal konsumsi obat berjalan sesuai waktu yang telah ditentukan.                                        |

|              |                                                                                                                                 |
|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Servo Motor  | Aktuator yang digunakan untuk menggerakkan mekanisme                                                                            |
| ES08MA II    | pengeluaran obat secara otomatis berdasarkan jadwal.                                                                            |
| LCD I2C 16x2 | Komponen tampilan yang digunakan untuk menampilkan informasi pada sistem dispenser, seperti status jadwal obat atau notifikasi. |
| Piezo Buzzer | Jenis buzzer yang digunakan dalam sistem sebagai alat pemberi notifikasi suara ketika jadwal konsumsi obat tiba.                |
| Pushbutton   | Tombol fisik yang digunakan oleh pengguna untuk mengonfirmasi bahwa obat telah dikonsumsi.                                      |

## DAFTAR ISI

|                                                                    |     |
|--------------------------------------------------------------------|-----|
| HALAMAN PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING .....                          | ii  |
| HALAMAN PENGESAHAN DOSEN PENGUJI .....                             | iii |
| HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....                       | iv  |
| HALAMAN PERSEMBAHAN .....                                          | v   |
| HALAMAN MOTO .....                                                 | vi  |
| KATA PENGANTAR.....                                                | vii |
| SARI .....                                                         | ix  |
| GLOSARIUM .....                                                    | x   |
| DAFTAR ISI .....                                                   | xii |
| DAFTAR TABEL .....                                                 | xiv |
| DAFTAR GAMBAR.....                                                 | xv  |
| BAB I PENDAHULUAN .....                                            | 1   |
| 1.1 Latar Belakang .....                                           | 1   |
| 1.2 Rumusan Masalah .....                                          | 3   |
| 1.3 Batasan Masalah .....                                          | 4   |
| 1.4 Tujuan Penelitian .....                                        | 4   |
| 1.5 Manfaat Penelitian .....                                       | 5   |
| 1.6 Metodologi Penelitian .....                                    | 5   |
| 1.7 Sistematika Laporan.....                                       | 7   |
| BAB II KAJIAN PUSTAKA .....                                        | 8   |
| 2.1 Penelitian Terdahulu .....                                     | 8   |
| 2.2 Tinjauan Penelitian Terdahulu .....                            | 8   |
| 2.3 Pembahasan Metodologi .....                                    | 11  |
| 2.4 Pemilihan Metodologi Human-Centered Design (HCD).....          | 12  |
| BAB III METODE PENELITIAN .....                                    | 13  |
| 3.1 Inspiration .....                                              | 13  |
| 3.2 Ideation.....                                                  | 16  |
| 3.2.1 Pengembangan Konsep Desain .....                             | 16  |
| 3.2.2 Rancangan Arsitektur Sistem .....                            | 17  |
| 3.2.3 Rancangan Rangkaian Perangkat IoT .....                      | 19  |
| 3.3 Implementation .....                                           | 22  |
| 3.3.1 Pengembangan Prototipe Fungsional .....                      | 22  |
| 3.3.2 Uji Coba dengan Pengguna.....                                | 22  |
| 3.3.3 Evaluasi .....                                               | 23  |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....                                   | 26  |
| 4.1 Hasil Identifikasi Kebutuhan Pengguna.....                     | 26  |
| 4.2 Transformasi Kebutuhan Pengguna Menjadi Rancangan Sistem ..... | 33  |
| 4.2.1 Identifikasi Insight dan Permasalahan Pengguna.....          | 34  |
| 4.2.2 Perumusan Solusi Berdasarkan Kebutuhan Pengguna.....         | 37  |
| 4.2.3 Integrasi Fitur dalam Rancangan Sistem IoT Terpadu .....     | 41  |
| 4.3 Implementasi Prototipe dan Integrasi Sistem.....               | 43  |
| 4.3.1 Perakitan Prototipe .....                                    | 43  |
| 4.3.2 Integrasi Prototipe dan Aplikasi Mobile .....                | 46  |
| 4.4 Uji Coba dan Evaluasi Hasil Pengujian Sistem .....             | 56  |
| 4.4.1 Pengujian Kinerja Prototipe .....                            | 56  |
| 4.4.2 Pengujian dengan Pengguna .....                              | 61  |
| 4.4.3 Perbaikan dan Evaluasi .....                                 | 67  |

|                                  |    |
|----------------------------------|----|
| BAB V KESIMPULAN DAN SARAN ..... | 73 |
| 5.1 Kesimpulan .....             | 73 |
| 5.2 Keterbatasan Penelitian..... | 73 |
| 5.3 Saran.....                   | 74 |
| DAFTAR PUSTAKA.....              | 78 |
| LAMPIRAN .....                   | 81 |

## DAFTAR TABEL

|                                                                                   |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 2.1 Komparatif Penelitian Terdahulu.....                                    | 9  |
| Tabel 2.2 Kelebihan dan Kekurangan.....                                           | 10 |
| Tabel 3. 1 Pertanyaan Wawancara Pengguna. ....                                    | 14 |
| Tabel 3. 2 Pertanyaan Wawancara Tenaga Kesehatan. ....                            | 15 |
| Tabel 3. 3 Konfigurasi Pin. ....                                                  | 20 |
| Tabel 3. 4 Evaluasi Sistem Dispenser Obat. ....                                   | 23 |
| Tabel 3. 5 Evaluasi Sistem Dispenser Obat dari Sisi Tenaga Medis. ....            | 24 |
| Tabel 4.1 Transformasi Insight Menjadi Fitur. ....                                | 34 |
| Tabel 4.2 ESP32 Mengambil Data Pengguna Aktif. ....                               | 48 |
| Tabel 4. 3 Mengecek Jadwal Secara Berkala.....                                    | 51 |
| Tabel 4.4 Mendeteksi Keselarasan antara Waktu RTC dengan Jadwal di Firebase. .... | 53 |
| Tabel 4.5 Update Status Obat di Firebase.....                                     | 54 |

## DAFTAR GAMBAR

|                                                                                      |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 1.1 Microcontroller ESP32 .....                                               | 2  |
| Gambar 3.1 Metode Human-Centered Design.....                                         | 13 |
| Gambar 3.2 Diagram Swimlane Sistem Dispenser Obat. ....                              | 19 |
| Gambar 3. 3 Relasi Antara Aplikasi Mobile, Firebase dan Dispenser Obat.....          | 19 |
| Gambar 3.4 Rancangan Rangkaian Hardware. ....                                        | 20 |
| Gambar 4.1 Prototipe Fungsional Dispenser Obat. ....                                 | 44 |
| Gambar 4.2 Rangkaian Perangkat Hardware. ....                                        | 45 |
| Gambar 4.3 Halaman Tambah Obat dan Daftar Obat.....                                  | 48 |
| Gambar 4.4 Halaman Atur Jadwal dan Tambah Jadwal.....                                | 51 |
| Gambar 4.5 Halaman Riwayat Konsumsi.....                                             | 54 |
| Gambar 4.6 Inisiasi Perangkat. ....                                                  | 57 |
| Gambar 4.7 Koneksi WiFi. ....                                                        | 57 |
| Gambar 4.8 Sinkronisasi Waktu. ....                                                  | 57 |
| Gambar 4.9 Alat Terkoneksi dengan Firebase.....                                      | 58 |
| Gambar 4.10 Mencari User dan User Ditemukan.....                                     | 58 |
| Gambar 4.11 Mencari User dan User Tidak Ditemukan. ....                              | 58 |
| Gambar 4.12 Terdapat Jadwal dan Mengaktifkan Notifikasi. ....                        | 59 |
| Gambar 4.13 Tidak Terdapat Jadwal. ....                                              | 59 |
| Gambar 4.14 Mekanisme Pencatatan.....                                                | 60 |
| Gambar 4.15 RiwayatKonsumsi saat taken = true pada Firebase Realtime Database.....   | 60 |
| Gambar 4.16 RiwayatKonsumsi saat taken = false pada Firebase Realtime Database. .... | 60 |
| Gambar 4.17 Membaca Jadwal Selanjutnya. ....                                         | 61 |

## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Kepatuhan dalam mengonsumsi obat secara teratur dan tepat waktu merupakan kunci keberhasilan terapi, terutama pada penderita penyakit kronis seperti hipertensi, diabetes melitus tipe 2, dan tuberkulosis. Namun, tingkat kepatuhan ini masih menjadi tantangan serius di Indonesia. Studi-studi sebelumnya menunjukkan bahwa sebagian besar pasien mengalami kesulitan untuk konsisten dalam mengonsumsi obat sesuai jadwal. Sebagai contoh, 43,7% lansia penderita hipertensi di Minahasa Utara tercatat tidak patuh dalam konsumsi obat, dan kondisi serupa juga terlihat di Puskesmas Lempake Samarinda, dengan hanya 24,4% pasien menunjukkan kepatuhan tinggi (Mahardiananta, 2022; Hijriyati dkk., 2022).

Permasalahan ini tidak terbatas pada satu jenis penyakit. Pada pasien diabetes melitus tipe 2, sebanyak 78,1% menunjukkan kepatuhan rendah terhadap konsumsi obat, yang dipengaruhi oleh faktor seperti pengetahuan, motivasi, dan sikap pasien terhadap pengobatan (Triastuti et al., n.d.). Bahkan, pada kasus penggunaan antibiotik, hanya sekitar 50,4% masyarakat yang mengonsumsi sesuai aturan, yang mengindikasikan masih tingginya risiko resistensi obat akibat ketidakpatuhan (Setiyowati dkk., 2023).

Berbagai faktor menyebabkan rendahnya kepatuhan, terutama pada populasi lansia. Faktor-faktor tersebut antara lain penurunan fungsi kognitif, menurunnya daya ingat, kompleksitas pengobatan, dan kejenuhan terhadap pengobatan jangka panjang (Fandinata & Darmawan, 2020). Di sisi lain, tantangan seperti jadwal konsumsi yang rumit dan efek samping obat turut menyulitkan pasien untuk mematuhi regimen pengobatan yang telah ditentukan (Dwi Arini dkk., 2023).

Kemajuan teknologi, khususnya *Internet of Things* (IoT), membuka peluang baru untuk mengatasi permasalahan kepatuhan ini melalui solusi berbasis perangkat terhubung. IoT memungkinkan pengumpulan dan pemantauan data secara *real-time*, serta integrasi perangkat dengan aplikasi mobile untuk meningkatkan akses, efisiensi, dan akurasi dalam pengobatan (Selay dkk., 2022). Dalam konteks layanan kesehatan, IoT banyak digunakan dalam sistem pemantauan jarak jauh dan perawatan klinis, serta terbukti menurunkan beban operasional dan meningkatkan efektivitas monitoring pasien kronis (Liu dkk., 2021; Wang dkk., 2023).

Salah satu komponen utama dalam perangkat IoT adalah *microcontroller*, dan salah satu yang paling banyak digunakan adalah ESP32. *Microcontroller* ini mendukung konektivitas

Wi-Fi dan Bluetooth, serta memiliki kemampuan pemrosesan dan efisiensi daya yang tinggi, menjadikannya sangat cocok untuk sistem seperti dispenser obat otomatis (Huang dkk., 2021). Perangkat ini dapat diprogram untuk mengeluarkan obat secara otomatis sesuai jadwal, memberikan alarm atau notifikasi, serta mengirimkan data pemantauan konsumsi obat ke aplikasi mobile untuk diakses oleh pasien dan tenaga medis.



Gambar 1.1 Microcontroller ESP32

Penggunaan dispenser obat otomatis terbukti dapat meningkatkan tingkat kepatuhan pasien. Sebagai contoh, penelitian menunjukkan peningkatan signifikan dari kepatuhan rendah menjadi tinggi setelah implementasi sistem kotak obat otomatis selama periode intervensi tertentu (Made dkk., n.d.; Nabil Farrosi, n.d.). Dengan bantuan aplikasi mobile, pasien dapat menerima pengingat konsumsi obat, mengakses riwayat penggunaan, serta mendapatkan notifikasi jika terjadi kelalaian dalam pengambilan obat.

Agar solusi teknologi ini benar-benar efektif, pendekatan *Human-Centered Design* (HCD) menjadi sangat penting. HCD menempatkan kebutuhan dan preferensi pengguna sebagai fokus utama dalam proses perancangan sistem. Pendekatan ini telah terbukti meningkatkan adopsi dan usability, terutama untuk populasi lansia yang memiliki keterbatasan kognitif atau fisik (Sanders & Stappers, 2018; Martelaro dkk., 2021). Dengan menerapkan prinsip desain inklusif, seperti antarmuka yang sederhana dan ukuran tombol yang besar, tingkat kenyamanan dan kepuasan pengguna dapat meningkat secara signifikan (Gould & Lewis, 2019; Norman & Nielsen, 2020).

Penerapan HCD dalam pengembangan perangkat medis berbasis IoT juga terbukti mampu menurunkan tingkat kesalahan penggunaan hingga 50% (Zheng dkk., 2022). HCD memungkinkan proses iteratif berbasis umpan balik pengguna yang terus memperbaiki desain hingga benar-benar sesuai dengan kebutuhan mereka. Hal ini sangat relevan dalam

pengembangan dispenser obat otomatis berbasis IoT, agar sistem yang dirancang tidak hanya berfungsi secara teknis, tetapi juga mudah digunakan dan diterima oleh pengguna.

Dengan memadukan teknologi IoT, *microcontroller* ESP32, dan prinsip HCD, pengembangan dispenser obat pil otomatis diharapkan mampu menjawab tantangan rendahnya kepatuhan minum obat di Indonesia. Sistem ini akan memberikan solusi pengingat pintar, otomatisasi distribusi obat, serta pemantauan konsumsi secara *real-time* yang terintegrasi dengan aplikasi mobile. Tujuannya adalah meningkatkan kualitas hidup pasien, menurunkan risiko komplikasi, dan mengurangi beban kerja tenaga medis melalui teknologi yang efektif, efisien, dan human-friendly.

## 1.2 Rumusan Masalah

a.) Rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Kurang Tersedianya Sistem Dispenser Obat Otomatis Berbasis IoT yang Dirancang dengan Pendekatan *Human-Centered Design* (HCD)

Pemanfaatan teknologi *Internet of Things* (IoT) dalam sistem kesehatan telah berkembang, namun pengembangan sistem dispenser obat otomatis yang dirancang khusus untuk menangani obat padat, dilengkapi pengingat konsumsi, serta terintegrasi dengan aplikasi berbasis Android pendekatan *Human-Centered Design*, masih belum tersedia secara optimal dan belum banyak digunakan oleh masyarakat.

2. Masih Rendahnya Kepatuhan Pasien dalam Mengonsumsi Obat Tepat Waktu

Kepatuhan dalam mengonsumsi obat berbentuk padat seperti pil atau tablet secara teratur, tepat waktu, dan konsisten masih menjadi permasalahan umum. Berbagai faktor seperti penurunan daya ingat, keterbatasan fisik, dan kompleksitas jadwal pengobatan menyebabkan pasien kerap melewatkan dosis yang seharusnya dikonsumsi, sehingga berdampak pada efektivitas terapi yang dijalani. Konsistensi dalam penelitian ini dibuktikan melalui pengujian fungsional sistem dispenser (obat dikeluarkan sesuai jadwal), pencatatan data pada Firebase (log pengingat dan distribusi obat), serta demonstrasi sistem kepada responden untuk memastikan kemudahan penggunaan dan kestabilan fungsi.

b.) Pertanyaan penelitian yang diajukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

Bagaimana merancang dan mengembangkan sistem dispenser obat tablet otomatis berbasis *Internet of Things* (IoT), yang terintegrasi dengan aplikasi berbasis Android serta menggunakan pendekatan *Human-Centered Design* (HCD), untuk

sssmeningkatkan kepatuhan pengguna dalam mengonsumsi obat padat secara tepat waktu dan konsisten?

### 1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian ini tetap berfokus dan dapat dilaksanakan secara terarah, maka ditetapkan beberapa Batasan sebagai berikut:

- a.) Sistem pemantauan konsumsi obat yang dikembangkan berupa aplikasi sederhana berbasis Android yang terintegrasi dengan perangkat dispenser, berfungsi untuk merekam aktivitas konsumsi obat.
- b.) Pengembangan antarmuka dan fungsionalitas sistem menggunakan pendekatan *Human-Centered Design* (HCD), dengan fokus pada kenyamanan, kemudahan penggunaan, serta kesesuaian dengan kebutuhan pengguna.
- c.) Studi kasus dibatasi pada remaja, dewasa, dan lansia di wilayah Indonesia, tanpa mempertimbangkan perbedaan karakteristik geografis, budaya, maupun latar belakang medis secara spesifik.
- d.) Pengembangan perangkat dilakukan dengan mempertimbangkan keterbatasan biaya, sehingga rancangan alat difokuskan pada penggunaan komponen yang relatif murah dan mudah diperoleh.
- e.) Sistem hanya dapat bekerja secara optimal ketika terdapat daya atau jaringan internet yang memadai.
- f.) Sistem difokuskan untuk penggunaan personal (*single-user*) dengan satu pasien per perangkat. Walaupun arsitektur Firebase mendukung *multi-user*, penelitian ini tidak mencakup pengembangan maupun pengujian untuk skenario *multi-user* (lebih dari satu pasien dalam satu perangkat).

### 1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan solusi berbasis teknologi yang dapat membantu mengatasi permasalahan kepatuhan dalam konsumsi obat berbentuk padat. Tujuan spesifik dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a.) Mengembangkan sistem dispenser obat pil otomatis berbasis *Internet of Things* (IoT) yang dapat memberikan pengingat konsumsi obat secara tepat waktu, serta mendistribusikan obat secara otomatis dan teratur sesuai jadwal yang telah ditentukan.
- b.) Mengintegrasikan sistem dispenser dengan aplikasi pemantauan berbasis Android.

- c.) Menerapkan pendekatan *Human-Centered Design* (HCD) dalam proses perancangan antarmuka dan fungsionalitas aplikasi, guna memastikan bahwa sistem yang dikembangkan mudah digunakan, intuitif, serta sesuai dengan kebutuhan dan keterbatasan pengguna.
- d.) Menyediakan sistem yang difokuskan untuk penggunaan personal (*single-user*), terutama bagi pengguna yang membutuhkan pendampingan.

## 1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi nyata dalam bidang teknologi kesehatan melalui pengembangan sistem berbasis Internet of Things (IoT) yang difokuskan pada peningkatan kepatuhan konsumsi obat. Adapun manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a.) Menyediakan solusi inovatif dalam pengelolaan konsumsi obat, khususnya obat berbentuk padat, dengan memanfaatkan teknologi IoT yang mampu mengotomatisasi pengingat dan pendistribusian obat secara tepat waktu.
- b.) Meningkatkan tingkat kepatuhan pengguna dalam menjalani pengobatan, sehingga berpotensi mengurangi risiko komplikasi kesehatan serta meningkatkan kualitas hidup secara keseluruhan.
- c.) Memberikan kontribusi terhadap perkembangan teknologi kesehatan di Indonesia, khususnya dalam hal integrasi antara perangkat keras dan aplikasi digital untuk mendukung pengelolaan pengobatan mandiri.
- d.) Mempermudah proses pemantauan pengobatan oleh tenaga medis, dengan menyediakan data konsumsi obat yang akurat dan *real-time*, sehingga membantu pengambilan keputusan perawatan yang lebih tepat dan responsif.

## 1.6 Metodologi Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan *Human-Centered Design* (HCD) untuk merancang dan mengembangkan dispenser obat otomatis berbasis *Internet of Things* (IoT) yang terintegrasi dengan aplikasi pemantauan konsumsi obat. Pendekatan HCD dipilih karena berfokus pada pemahaman mendalam terhadap kebutuhan, preferensi, serta keterbatasan pengguna, sehingga menghasilkan solusi yang relevan, mudah digunakan, dan tepat guna.

Tahapan metodologi yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a.) Pemahaman Konteks Pengguna

Pada tahap awal, dilakukan pengumpulan data melalui wawancara, observasi, dan kuesioner untuk memahami karakteristik dan kebutuhan pengguna, khususnya pasien dewasa. Analisis dilakukan terhadap tantangan yang dihadapi dalam pengelolaan konsumsi obat, keterbatasan teknologi yang tersedia, serta faktor sosial dan budaya yang memengaruhi perilaku pengguna.

b.) Perumusan Masalah dan Ideasi Solusi

Berdasarkan temuan dari tahap sebelumnya, dirumuskan permasalahan utama terkait kepatuhan konsumsi obat. Kemudian dilakukan proses brainstorming untuk menghasilkan ide solusi berupa sistem dispenser obat otomatis yang terintegrasi dengan aplikasi mobile, memanfaatkan teknologi IoT.

c.) Perancangan Prototipe

Prototipe awal sistem dikembangkan, mencakup desain perangkat keras dispenser dan antarmuka aplikasi.

1. Antarmuka aplikasi dirancang agar sederhana dan intuitif, menyesuaikan dengan karakteristik pengguna.
2. Fitur utama meliputi pengingat jadwal konsumsi obat, pengeluaran dosis otomatis, serta notifikasi dan pemantauan secara *real-time*.
3. Sistem menggunakan *microcontroller* ESP32, yang mendukung konektivitas Wi-Fi dan Bluetooth sebagai inti dari perangkat IoT.

d.) Pengujian dan Iterasi Desain

Prototipe diuji oleh calon pengguna untuk mengevaluasi aspek kegunaan, kenyamanan, dan fungsionalitas. Umpan balik yang diperoleh digunakan untuk mengidentifikasi kelemahan dan potensi perbaikan. Prototipe kemudian disempurnakan melalui proses iteratif hingga mencapai versi yang lebih stabil dan sesuai dengan kebutuhan pengguna.

e.) Implementasi dan Evaluasi Akhir

Prototipe akhir diimplementasikan pada studi kasus terbatas di Indonesia. Evaluasi dilakukan untuk mengukur efektivitas sistem dalam meningkatkan kepatuhan konsumsi obat, kemudahan penggunaan aplikasi, serta kontribusinya terhadap pengelolaan pengobatan yang lebih baik.

Pendekatan HCD yang diterapkan dalam setiap tahapan pengembangan bertujuan untuk memastikan bahwa solusi yang dihasilkan tidak hanya efektif secara teknis, tetapi juga

memberikan pengalaman pengguna yang positif dan inklusif, khususnya bagi kalangan dewasa yang menjadi fokus penelitian ini.

## **1.7 Sistematika Laporan**

### **1) Bab I Pendahuluan**

Bab ini menjelaskan latar belakang permasalahan yang melatarbelakangi penelitian, rumusan masalah, batasan ruang lingkup penelitian, tujuan serta manfaat dari penelitian, metodologi yang digunakan, dan gambaran umum sistematika laporan.

### **2) Bab II – Kajian Pustaka**

Bab ini menguraikan teori-teori pendukung serta kajian dari penelitian terdahulu yang relevan, khususnya yang berkaitan dengan teknologi Internet of Things (IoT), sistem dispenser obat otomatis, serta pendekatan *Human-Centered Design* (HCD). Selain itu, disampaikan pula kelebihan dan kekurangan masing-masing pendekatan untuk memperkuat dasar pemilihan metodologi dalam penelitian ini.

### **3) Bab III Metode Penelitian**

Bab ini menjelaskan secara rinci tahapan metodologi *Human-Centered Design* (HCD) yang digunakan dalam pengembangan sistem, yaitu tahap *Inspiration*, *Ideation*, dan *Implementation*. Pada masing-masing tahap, dipaparkan proses pengumpulan kebutuhan pengguna, pengembangan konsep desain, perancangan sistem, hingga realisasi prototipe.

### **4) Bab IV Hasil dan Pembahasan**

Bab ini menyajikan hasil implementasi dari sistem dispenser obat pil otomatis berbasis IoT yang telah dikembangkan. Dimulai dari analisis kebutuhan pengguna, transformasi kebutuhan ke dalam fitur sistem, hingga evaluasi performa sistem melalui uji coba langsung bersama pengguna. Pembahasan dilakukan untuk melihat sejauh mana sistem mampu menjawab permasalahan yang telah dirumuskan di awal penelitian.

### **5) Bab V Kesimpulan dan Saran**

Bab ini merangkum hasil utama dari penelitian, menyampaikan keterbatasan yang dihadapi selama proses pengembangan, serta memberikan saran untuk pengembangan sistem lebih lanjut di masa mendatang.

## **BAB II**

### **KAJIAN PUSTAKA**

Pada bab ini akan dibahas berbagai metodologi dan studi terdahulu yang berkaitan dengan pengembangan sistem dispenser obat otomatis berbasis *Internet of Things* (IoT). Kajian ini bertujuan untuk mengidentifikasi pendekatan yang paling relevan dan efektif dalam konteks peningkatan kepatuhan konsumsi obat melalui bantuan teknologi. Bagian akhir dari bab ini akan membahas alasan pemilihan metodologi *Human-Centered Design* (HCD) dalam penelitian ini.

#### **2.1 Penelitian Terdahulu**

Berbagai penelitian telah dilakukan untuk meningkatkan kepatuhan konsumsi obat, terutama bagi pasien yang memerlukan pengobatan jangka panjang. Beberapa studi memanfaatkan teknologi IoT dalam bentuk dispenser otomatis yang mampu mengingatkan pengguna dan memantau konsumsi obat secara *real-time*.

Sebagian besar pendekatan tersebut menggunakan *microcontroller* seperti Arduino, ESP8266, atau ESP32, dikombinasikan dengan sensor dan aktuator (misalnya servo motor) untuk pengeluaran obat. Dalam beberapa penelitian, sistem juga diintegrasikan dengan aplikasi mobile atau layanan cloud untuk meningkatkan fungsionalitas pemantauan jarak jauh.

#### **2.2 Tinjauan Penelitian Terdahulu**

Berikut ini adalah tabel rangkuman dan perbandingan dari beberapa penelitian terdahulu yang relevan dengan topik pengembangan sistem dispenser obat otomatis berbasis IoT:

Tabel 2.1 Komparatif Penelitian Terdahulu.

| Judul Penelitian                                                             | Metode/Pendekatan             | Perangkat IoT                      | Sistem Komunikasi      | Kontribusi Utama                                                                      |
|------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|------------------------------------|------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Automatic Pill Dispenser for Pharmacy (Aung dkk., 2023)                      | Engineering Design Research   | Arduino Mega, Servo motor, TFT LCD | Standalone (non-cloud) | Otomatisasi distribusi obat di apotek, mengurangi beban tenaga farmasi.               |
| Automatic Medicine Dispenser using IoT (Philip dkk., 2020)                   | Iterative Design              | NodeMCU, Arduino, RTC, Servo motor | Firebase (cloud-based) | Dispenser dengan pengingat otomatis dan pemantauan <i>real-time</i> melalui internet. |
| Android Application Design of Automatic Tablet Dispenser using MQTT Protocol | System Development Life Cycle | ESP8266, Android app               | MQTT Protocol, Wi-Fi   | Sistem dispenser berbasis IoT terhubung ke aplikasi Android, hemat bandwidth.         |
| Automated Medication Dispenser with Alert Mechanism                          | Engineering Design            | Arduino Uno, RTC, Buzzer           | Offline                | Dispenser harian dengan peringatan lokal tanpa koneksi internet.                      |

Setelah membahas kontribusi dan pendekatan yang digunakan dalam berbagai penelitian, penting juga untuk melihat kelebihan dan kekurangan masing-masing metodologi secara lebih mendalam. Hal ini bertujuan untuk memahami sejauh mana efektivitas pendekatan yang digunakan dalam pengembangan sistem dispenser obat otomatis berbasis IoT, terutama dalam konteks fungsionalitas, efisiensi, dan kenyamanan pengguna. Tabel 2.2 berikut merangkum kelebihan dan kekurangan dari setiap penelitian yang telah dianalisis sebelumnya.

Tabel 2.2 Kelebihan dan Kekurangan.

| Metodologi                    | Judul Penelitian                                             | Kelebihan                                                                                                                                                                            | Kekurangan                                                                                                                                                                               |
|-------------------------------|--------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Engineering Design Research   | Automatic Pill Dispenser for Pharmacy (Aung et al., 2023)    | <ul style="list-style-type: none"> <li>Desain fisik modular yang mudah direplikasi di apotek.</li> <li>Mengurangi beban kerja tenaga farmasi dalam mendistribusikan obat.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Tidak terhubung ke jaringan atau sistem monitoring.</li> <li>Tidak mendukung pengingat otomatis atau pelacakan konsumsi oleh pengguna.</li> </ul> |
| Iterative Design              | Automatic Medicine Dispenser using IoT (Philip et al., 2020) | <ul style="list-style-type: none"> <li>Terhubung ke internet dan dapat dikontrol jarak jauh.</li> <li>Menyediakan pelaporan dan pengingat <i>real-time</i>.</li> </ul>               | <ul style="list-style-type: none"> <li>Bergantung pada koneksi internet dan konfigurasi cloud.</li> <li>Tidak dijelaskan aspek usability atau kenyamanan pengguna.</li> </ul>            |
| System Development Life Cycle | Android Application Design of Automatic Tablet Dispenser     | <ul style="list-style-type: none"> <li>Ringan, efisien, dan hemat <i>bandwidth</i>.</li> <li>Integrasi baik antara aplikasi mobile dan dispenser.</li> </ul>                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>Kurang fokus pada user experience.</li> <li>Tidak ada mekanisme fallback jika koneksi internet terputus.</li> </ul>                               |

|                    |                                                     |                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                              |
|--------------------|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                    | using MQTT Protocol                                 |                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                              |
| Engineering Design | Automated Medication Dispenser with Alert Mechanism | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Implementasi sederhana dan biaya rendah.</li> <li>• Cocok untuk pengguna tanpa akses internet.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tidak mendukung pelacakan data atau integrasi dengan sistem pemantauan.</li> <li>• Pengingat hanya berbasis buzzer lokal, tidak adaptif.</li> </ul> |

Dari tabel tersebut dapat disimpulkan bahwa meskipun setiap metodologi memiliki kontribusi positif dalam pengembangan sistem, sebagian besar masih kurang memperhatikan aspek usability dan pengalaman pengguna secara langsung. Beberapa sistem lebih fokus pada sisi teknis, seperti konektivitas, efisiensi pengiriman data, atau struktur mekanik alat. Namun, kurangnya integrasi antara kebutuhan pengguna dan desain sistem dapat menjadi hambatan utama dalam meningkatkan efektivitas penggunaan jangka panjang. Oleh karena itu, penelitian ini mencoba mengisi celah tersebut melalui HCD yang secara eksplisit menempatkan pengguna sebagai pusat pengembangan.

### 2.3 Pembahasan Metodologi

Dari perbandingan di atas, dapat disimpulkan bahwa setiap metodologi memiliki kekuatan dan kelemahan masing-masing dalam konteks pengembangan sistem pengingat konsumsi obat berbasis teknologi. Namun, untuk sistem yang menggabungkan perangkat fisik (hardware) dan aplikasi pemantauan, *Human-Centered Design* (HCD) menjadi pendekatan yang paling tepat karena:

- a) HCD memprioritaskan kebutuhan dan keterbatasan pengguna, terutama pada populasi dewasa atau lansia yang menjadi target utama.
- b) HCD memungkinkan integrasi antara desain fisik dispenser (bentuk, tombol, suara, tampilan visual) dan interaksi digital (notifikasi aplikasi, koneksi ke server, dsb).
- c) Pendekatan iteratif dalam HCD memungkinkan penyesuaian terus-menerus berdasarkan umpan balik nyata dari pengguna.

Pendekatan lain seperti Agile dan Waterfall cenderung lebih cocok untuk pengembangan perangkat lunak murni, sementara Focus Group Discussion dan Participatory Design bersifat

pelengkap dalam proses identifikasi kebutuhan, namun kurang cukup sebagai metodologi utama untuk mengembangkan solusi teknis berbasis IoT.

## 2.4 Pemilihan Metodologi Human-Centered Design (HCD)

*Human-Centered Design* (HCD) dipilih sebagai pendekatan utama dalam penelitian ini karena memenuhi sejumlah pertimbangan penting berikut:

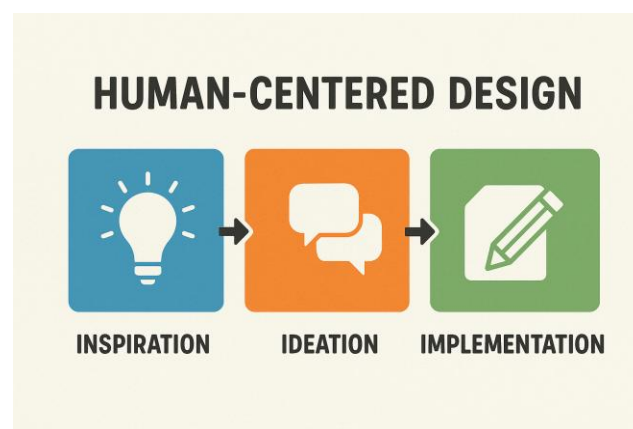
- a) Berpusat pada Pengguna: HCD memungkinkan sistem dikembangkan berdasarkan pemahaman mendalam terhadap perilaku, kebutuhan, dan keterbatasan pengguna, baik dalam aspek fisik maupun digital.
- b) Fleksibel dan Iteratif: Desain dilakukan dalam beberapa siklus iterasi yang memungkinkan evaluasi dan penyempurnaan berulang berdasarkan pengalaman pengguna selama pengujian.
- c) Mengintegrasikan Fisik dan Digital: HCD mampu menjembatani perancangan komponen fisik (perangkat dispenser) dan antarmuka digital (aplikasi pemantauan), sehingga menciptakan pengalaman pengguna yang kohesif dan intuitif.
- d) Mendukung Inklusivitas: HCD mendorong penciptaan sistem yang mudah diakses dan digunakan oleh pengguna dengan berbagai tingkat kemampuan, terutama kelompok rentan seperti lansia.

Dengan mempertimbangkan berbagai aspek tersebut, *Human-Centered Design* (HCD) dipilih sebagai pendekatan utama dalam penelitian ini karena memberikan keseimbangan antara efektivitas teknis dan keterlibatan pengguna secara langsung. Pendekatan ini memastikan bahwa setiap tahap pengembangan mulai dari identifikasi kebutuhan, perancangan antarmuka, hingga evaluasi sistem berorientasi pada pengalaman nyata pengguna. Hal ini sangat krusial dalam konteks pengembangan sistem dispenser obat berbasis IoT, di mana kemudahan penggunaan dan kenyamanan interaksi dapat berdampak langsung terhadap tingkat kepatuhan konsumsi obat. Oleh karena itu, HCD dinilai sebagai metodologi yang paling tepat untuk menjawab tantangan fungsional dan humanistik dalam penelitian ini.

### BAB III

#### METODE PENELITIAN

Untuk merealisasikan dispenser obat pil otomatis ini, peneliti menggunakan metode *Human-Centered Design* (HCD). Metode ini dipilih karena memberikan fokus utama pada pengalaman, kenyamanan, dan keterlibatan pengguna dalam setiap tahap proses pengembangan, mulai dari identifikasi kebutuhan hingga evaluasi penggunaan alat. Metode ini terdiri dari beberapa tahapan utama, meliputi 1) *Inspiration*, 2) *Ideation*, dan 3) *Implementation*. Metode penelitian ini dijelaskan pada



Gambar 3.1 Metode Human-Centered Design.

#### 3.1 Inspiration

*Inspiration* merupakan tahap pertama dalam metodologi *Human-Centered Design* (HCD) yang menjadi pondasi awal dalam merancang dispenser obat pil otomatis berbasis IoT. Pada tahap ini, peneliti melakukan eksplorasi mendalam untuk memahami kebutuhan, masalah, dan harapan pengguna yang akan menjadi dasar pengembangan sistem. Tahap *Inspiration* sangat penting karena menjadi pondasi awal dalam HCD yang menjadi kunci utama dalam keberhasilan perancangan produk.

Untuk memperoleh data yang komprehensif, peneliti melakukan sesi wawancara langsung dengan pengguna potensial dan tenaga kesehatan menggunakan kombinasi teknik *purposive sampling* dan *snowball sampling*. Pada tahap *purposive sampling*, peneliti secara sengaja memilih responden yang sesuai dengan kriteria yang relevan terhadap pengembangan dispenser obat, seperti memiliki kebutuhan pengelolaan obat rutin, keterbatasan dalam mengingat jadwal konsumsi obat, atau ketertarikan pada solusi berbasis teknologi. Selanjutnya, pendekatan *snowball sampling* dilakukan dengan meminta rekomendasi dari responden yang

telah diwawancarai mengenai individu lain yang memiliki karakteristik serupa, sehingga jaringan informan dapat berkembang secara alami dan mendukung pengumpulan data yang lebih luas dan mendalam.

Pemilihan narasumber dilakukan secara selektif berdasarkan kriteria spesifik yang sesuai dengan tujuan penelitian untuk memastikan narasumber memiliki pengetahuan dan pengalaman yang relevan dengan topik penelitian (Lenaini, 2021). Wawancara dengan pengguna difokuskan pada tiga kelompok usia, yaitu: (1) lansia ( $\geq 60$  tahun) dengan kemampuan kognitif yang menurun dan kebutuhan manajemen obat yang kompleks, (2) dewasa (25-59 tahun) yang aktif bekerja namun memerlukan pengobatan rutin, serta (3) remaja (15-24 tahun) yang familiar dengan teknologi tetapi memiliki kedisiplinan rendah dalam konsumsi obat.

Proses identifikasi responden dilanjutkan dengan metode *snowball sampling*, dimana responden yang telah diwawancarai diminta merekomendasikan narasumber lain yang memiliki karakteristik serupa hingga mencapai saturasi data (Lenaini, 2021). *Insight* ini menjadi dasar penting dalam merancang sistem yang tidak hanya sesuai dengan kebutuhan pengguna, tetapi juga memenuhi aspek keamanan, efektivitas, dan standar medis yang berlaku. Pendekatan ini memastikan bahwa desain dispenser obat pil otomatis berbasis IoT dapat diandalkan dalam mendukung kepatuhan konsumsi obat secara optimal.

Tabel 3. 1 Pertanyaan Wawancara Pengguna.

| No.      | Pertanyaan                                                             | Stakeholder                        |
|----------|------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|
| <b>A</b> | <b>Rutinitas Minum Obat Saat Ini</b>                                   | Pengguna<br>(Lansia/Dewasa/Remaja) |
| 1        | Apakah Anda atau keluarga rutin minum obat setiap hari? Obat apa saja? |                                    |
| 2        | Berapa kali sehari biasanya minum obat? Jam berapa saja?               |                                    |
| 3        | Bagaimana cara Anda mengingat waktu minum obat sekarang?               |                                    |
| 4        | Apa kesulitan terbesar yang sering dialami saat minum obat?            |                                    |

|          |                                                                                 |  |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------|--|
| <b>B</b> | <b>Masalah yang Dihadapi</b>                                                    |  |
| 5        | Pernahkah lupa minum obat? Seberapa sering?                                     |  |
| 6        | Apa yang terjadi jika terlambat atau lupa minum obat?                           |  |
| 7        | Pernahkah salah minum obat (dosis, jenis, atau waktu)? Ceritakan pengalamannya. |  |
| 8        | Siapa yang biasanya mengingatkan jika lupa minum obat?                          |  |
| <b>C</b> | <b>Solusi yang Pernah Dicoba</b>                                                |  |
| 9        | Apa cara yang pernah dicoba untuk tidak lupa minum obat?                        |  |
| 10       | Apakah pernah menggunakan aplikasi pengingat atau alarm? Bagaimana hasilnya?    |  |
| 11       | Apakah menggunakan kotak obat khusus? Apakah membantu?                          |  |

Tabel 3. 2 Pertanyaan Wawancara Tenaga Kesehatan.

| No.      | Pertanyaan                                                                          | Stakeholder      |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| <b>A</b> | <b>Pengalaman Klinik dengan Kepatuhan Obat</b>                                      | Perawat/Apoteker |
| 1        | Berdasarkan pengalaman, seberapa sering pasien tidak patuh minum obat sesuai resep? |                  |
| 2        | Apa penyebab utama ketidakpatuhan pengobatan yang sering Anda temui?                |                  |
| 3        | Pada kondisi penyakit apa ketidakpatuhan obat paling berisiko tinggi?               |                  |

|          |                                                                                       |  |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------------|--|
| 4        | Bagaimana dampak klinis yang pernah Anda lihat akibat ketidakpatuhan obat?            |  |
| <b>B</b> | <b>Populasi Pasien Berisiko Tinggi</b>                                                |  |
| 5        | Kelompok pasien mana yang paling sering lupa atau salah minum obat?                   |  |
| 6        | Apakah ada karakteristik khusus pasien yang sulit mengatur jadwal obat?               |  |
| 7        | Bagaimana menangani pasien dengan <i>multiple medications</i> ( <i>polifarmasi</i> )? |  |
| 9        | Apa tantangan khusus pada pasien geriatri dalam manajemen obat?                       |  |
| <b>C</b> | <b>Sistem Monitoring Saat Ini</b>                                                     |  |
| 10       | Bagaimana cara Anda memantau kepatuhan pasien terhadap pengobatan?                    |  |
| 11       | Seberapa sering pasien melaporkan masalah terkait penggunaan obat?                    |  |

### 3.2 Ideation

*Ideation* merupakan tahap kedua dalam metode *Human-Centered Design* (HCD) yang berfokus pada pengembangan solusi berdasarkan *insight* yang diperoleh dari tahap *inspiration*. Pada tahap ini, peneliti mengidentifikasi kebutuhan dan tantangan pengguna menjadi konsep desain yang sesuai melalui proses kreatif dan sistematis.

#### 3.2.1 Pengembangan Konsep Desain

Berdasarkan temuan dari tahap *inspiration*, peneliti mengidentifikasi kebutuhan utama pengguna terhadap sistem dispenser obat pil otomatis yang meliputi kemudahan penggunaan, akurasi pengingat jadwal konsumsi obat, dan monitoring konsumsi obat secara *real-time*. Melalui proses *ideation*, dikembangkan konsep sistem yang mengintegrasikan perangkat IoT dan aplikasi mobile untuk menyimpan obat, memberikan notifikasi, mengeluarkan obat sesuai

jadwal, serta memantau konsumsi melalui aplikasi mobile. Untuk memastikan bahwa rancangan konsep benar-benar sesuai dengan kebutuhan pengguna, dilakukan validasi dengan cara mentransformasikan hasil wawancara (*insight* pengguna) menjadi fitur sistem.

### 3.2.2 Rancangan Arsitektur Sistem

Pada pengembangan sistem ini dipilih ESP32 sebagai *microcontroller* utama berdasarkan kemampuan multitasking, konektivitas Wi-Fi dan Bluetooth bawaan, serta efisiensi daya yang baik (Goyal, 2024; Alsahi dan Marhoon, 2020). ESP32 menggabungkan konektivitas nirkabel yang kuat dengan pemrosesan yang efisien, sempurna untuk aplikasi IoT dan perangkat rumah pintar. Dibandingkan Arduino Uno yang memiliki keterbatasan RAM dan flash memory, serta Raspberry Pi yang membutuhkan daya lebih besar dan biaya relatif mahal, ESP32 memberikan keseimbangan optimal antara performa, efisiensi, dan kemudahan integrasi untuk aplikasi dispenser obat otomatis (Goyal, 2024). Dengan demikian, ESP32 dinilai sebagai pilihan paling tepat karena memberikan keseimbangan antara performa, efisiensi, dan kemudahan integrasi.

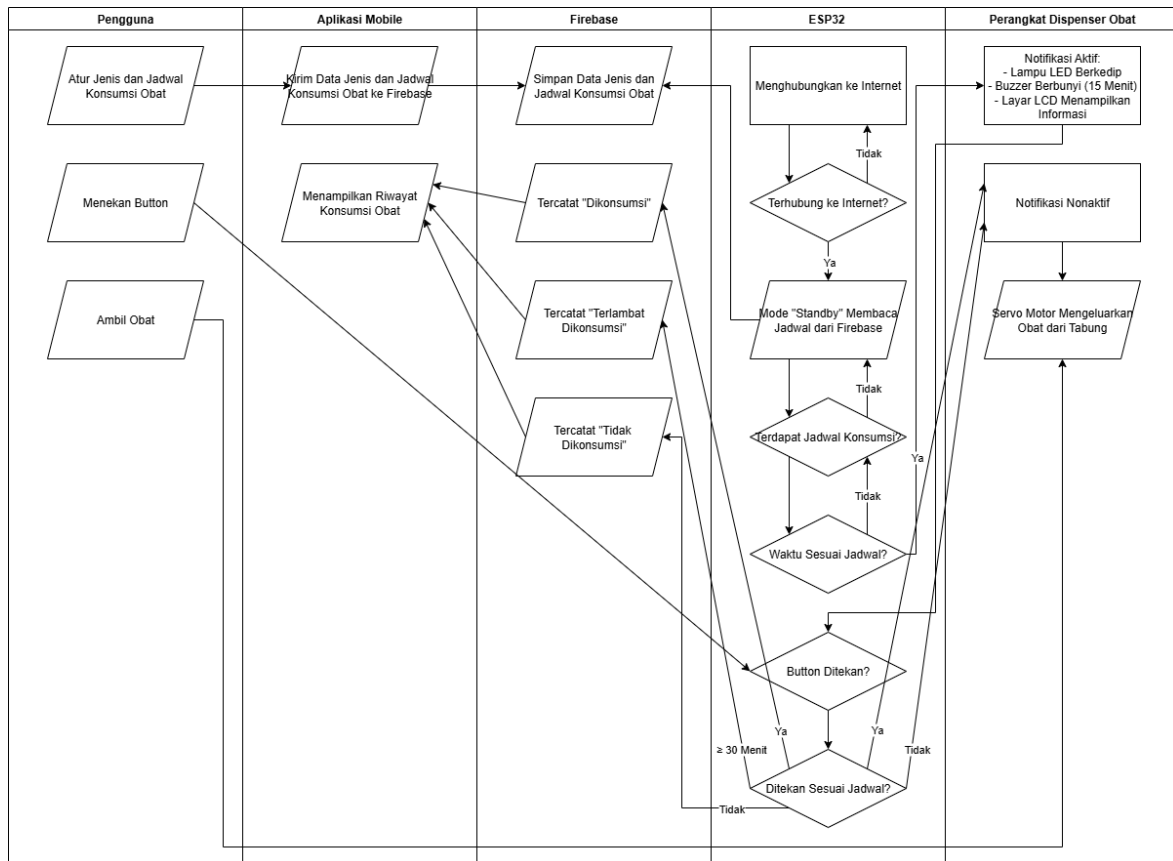
ESP32 dipadukan dengan perangkat pendukung seperti RTC DS3231, motor servo, LCD I2C 16x2, buzzer, LED, dan *pushbutton*. Rancangan disesuaikan agar ramah bagi pengguna dengan keterbatasan kognitif maupun motorik ringan, mengikuti prinsip kesederhanaan yang mendorong pengambilan keputusan dalam manajemen obat. Sistem dilengkapi kombinasi notifikasi visual dan audio, serta tombol konfirmasi yang mudah ditekan, sesuai dengan temuan bahwa 68% produk memiliki fitur alarm dengan 81% di antaranya menyediakan alarm audio dan visual (Faisal dkk., 2023).

Seluruh data jadwal dan riwayat konsumsi obat dikelola menggunakan Firebase sebagai layanan cloud. Firebase dipilih karena mendukung penyimpanan data secara *real-time*, memiliki skalabilitas yang baik, serta mudah diintegrasikan dengan aplikasi Android. Integrasi dilakukan melalui komunikasi *real-time* antara ESP32 dan aplikasi Android, dengan Firebase berperan sebagai *real-time* database untuk menyimpan jadwal obat, riwayat konsumsi, dan autentikasi pengguna.

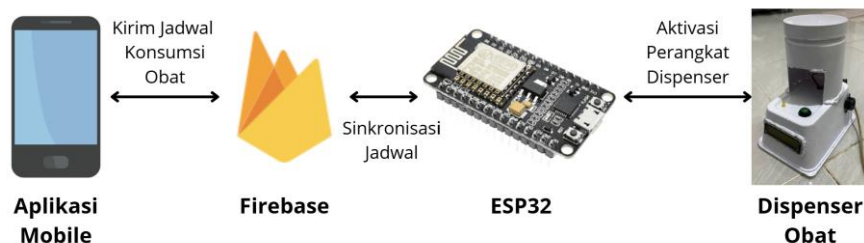
Sistem ini sangat bergantung pada koneksi internet. ESP32 tidak dapat mengakses Firebase ketika jaringan terputus, sehingga dispenser tidak dapat mengeksekusi jadwal baru dalam kondisi *offline*. Pada situasi ini, perangkat hanya berada pada mode standby. Namun, ketika koneksi kembali tersedia, ESP32 akan secara otomatis melakukan sinkronisasi dengan Firebase untuk memperbarui jadwal yang tersimpan di server. Proses ini tetap konsisten dengan jam aktual karena perangkat dilengkapi RTC DS3231 yang menjaga ketepatan waktu. Dengan

demikian, sistem dapat kembali memastikan jadwal konsumsi obat berjalan sesuai setelah koneksi internet pulih.

Untuk memvisualisasikan cara kerja sistem, dibuat diagram *swimlane* yang menggambarkan alur proses dispenser obat pil otomatis berbasis IoT. Proses dimulai dari pengaturan jadwal melalui aplikasi yang kemudian dikirim dan disimpan di Firebase, lalu dibaca oleh ESP32. Ketika waktu jadwal tiba, sistem akan mengaktifkan notifikasi dan menunggu respon pengguna. Jika tombol ditekan, obat dikeluarkan dan status dicatat sebagai “Dikonsumsi”. Jika tidak, sistem akan mencatatnya sebagai “Tidak Dikonsumsi”. Seluruh aktivitas ini disimpan ke Firebase, kemudian sistem kembali standby untuk menunggu jadwal berikutnya.



Gambar 3.2 Diagram Swimlane Sistem Dispenser Obat.



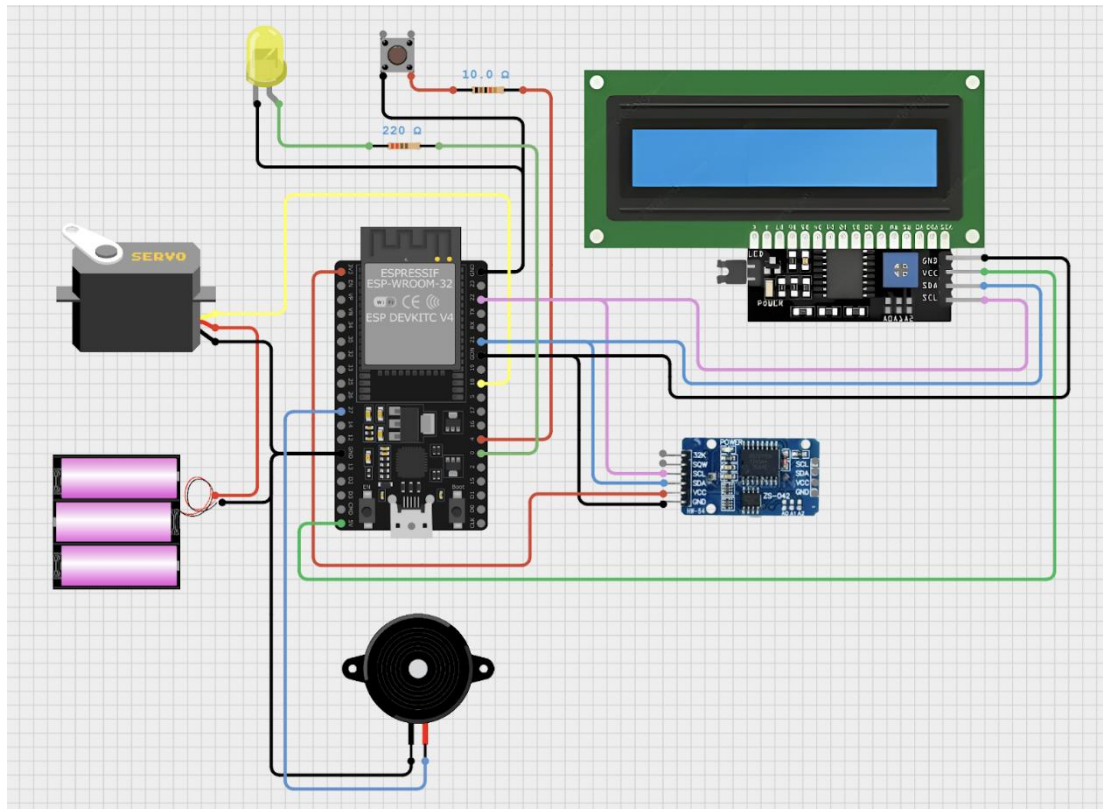
Gambar 3. 3 Relasi Antara Aplikasi Mobile, Firebase dan Dispenser Obat

### 3.2.3 Rancangan Rangkaian Perangkat IoT

Pada aspek teknis, peneliti merancang rangkaian IoT yang mengintegrasikan seluruh komponen *hardware* seperti ESP32 berperan sebagai *microcontroller* yang didukung oleh RTC DS3231 untuk menjaga akurasi waktu, serta servo motor ES08MA II yang berfungsi sebagai mekanisme pengeluaran obat. Sistem ini dilengkapi dengan antarmuka pengguna berupa layar LCD I2C 16x2, piezo buzzer, dan lampu LED sebagai notifikasi audio dan visual, serta *pushbutton* yang digunakan sebagai pemicu aksi pengguna untuk mengeluarkan obat sekaligus mencatat status konsumsi ke dalam sistem.

Dalam pengembangan rangkaian ini, peneliti memperhatikan aspek efisiensi daya dan stabilitas sinyal. Konfigurasi koneksi pin dirancang secara optimal, memastikan komunikasi antar komponen yang andal serta penggunaan pin pada ESP32 yang efisien. Arsitektur sistem dirancang dengan memadukan komponen *hardware* dan *software* untuk menciptakan sistem yang andal dan berfungsi secara optimal.

### Gambar Rangkaian IoT



Gambar 3.4 Rancangan Rangkaian Hardware.

Tabel 3. 3 Konfigurasi Pin.

| Komponen   | Pin Komponen | Pin ESP32 | Pin Komponen Lain |
|------------|--------------|-----------|-------------------|
| RTC DS3231 | SCL          | GPIO22    | -                 |
|            | SDA          | GPIO21    | -                 |
|            | VCC          | 3V3       | -                 |
|            | GND          | GND       | -                 |

|                                         |         |         |                                    |
|-----------------------------------------|---------|---------|------------------------------------|
| ES08MA II analog servo motor            | Pulse   | GPIO 18 | -                                  |
|                                         | VCC     | -       | (+) Baterai 6V                     |
|                                         | GND     | GND     | (-) Baterai 6V                     |
| Layar LCD I2C 16x2                      | GND     | GND     | -                                  |
|                                         | VCC     | 5V      | -                                  |
|                                         | SDA     | GPIO21  | -                                  |
|                                         | SCL     | GPIO22  | -                                  |
| <i>Piezo buzzer</i>                     | Pin 1   | GPIO27  | -                                  |
|                                         | Pin 2   | GND     | -                                  |
| Lampu LED                               | Anode   | GPIO0   | -                                  |
|                                         | Cathode | GND     | -                                  |
| <i>Pushbutton</i>                       | Pin 1   | GPIO4   | -                                  |
|                                         | Pin 2   | GND     | -                                  |
| <i>Resistor 220 <math>\Omega</math></i> | Ujung 1 | -       | Anode (Lampu LED)                  |
|                                         | Ujung 2 | GPIO0   | -                                  |
| <i>Resistor 10k <math>\Omega</math></i> | Ujung 1 | -       | Pin 1 ( <i>Pushbutton</i> )        |
|                                         | Ujung 2 | GPIO4   | -                                  |
| Baterai 6V                              | (+)     | -       | VCC (ES08MA II analog servo motor) |
|                                         | (-)     | GND     | GND (ES08MA II analog servo motor) |

### 3.3 Implementation

*Implementation* merupakan tahap ketiga dan terakhir dalam metode *Human-Centered Design* (HCD) yang berfokus pada realisasi konsep desain yang telah dikembangkan pada tahap *Ideation*. Pada tahap ini, *blueprint* sistem dispenser obat pil otomatis berbasis IoT yang telah dirancang diimplementasikan menjadi prototipe fungsional yang dapat diuji dan dievaluasi oleh pengguna.

#### 3.3.1 Pengembangan Prototipe Fungsional

Pengembangan prototipe dimulai dengan merakit komponen *hardware* dan mengembangkan *software* sistem menggunakan Arduino IDE. Sistem kemudian diintegrasikan dengan Firebase dan aplikasi mobile Android untuk memungkinkan pengaturan jadwal dan pemantauan konsumsi obat secara *real-time*.

Pada tahap ini, rancangan difokuskan untuk penggunaan personal dengan satu pasien sebagai pengguna utama perangkat. Meskipun struktur data pada Firebase mendukung penyimpanan berdasarkan *userId* yang secara teknis memungkinkan pengembangan ke arah multi-user, implementasi prototipe dalam penelitian ini hanya diarahkan pada skenario *single-user* agar lebih sederhana, aman, dan sesuai dengan kebutuhan pengguna.

Proses pengembangan perangkat lunak meliputi inisialisasi koneksi antara ESP32 dan Firebase, pengaturan jadwal obat melalui aplikasi mobile, serta sinkronisasi data riwayat konsumsi obat. Dengan pengembangan prototipe ini, peneliti memastikan bahwa seluruh fungsi dasar dispenser mulai dari pembacaan jadwal, pemberian notifikasi, konfirmasi pengguna, hingga pencatatan status konsumsi obat dapat berjalan dengan baik sebelum dilakukan tahap evaluasi.

#### 3.3.2 Uji Coba dengan Pengguna

Tahap uji coba prototipe dilakukan dengan melibatkan pengguna potensial dari tiga kelompok usia, yaitu lansia, dewasa, dan remaja, serta tenaga kesehatan. Pertama, peneliti melakukan demonstrasi alat untuk menjelaskan fungsi utama sistem dispenser obat kepada setiap pengguna. Kedua, pengguna mencoba sendiri prototipe dengan melakukan aktivitas dasar seperti menambahkan jadwal, menerima notifikasi, dan mengambil obat dari dispenser, sementara peneliti mengamati dan mencatat interaksi yang terjadi. Ketiga adalah wawancara terstruktur menggunakan tabel pertanyaan yang telah disiapkan untuk menggali pendapat pengguna terkait kemudahan penggunaan, tampilan alat, fungsi notifikasi, dan aspek yang perlu diperbaiki.

### 3.3.3 Evaluasi

Setelah dilakukan tahap uji coba, menerima umpan balik dari pengguna serta tenaga kesehatan. Berdasarkan hasil tersebut, peneliti akan melakukan evaluasi guna meningkatkan keandalan serta optimalisasi dispenser obat pil otomatis berbasis IoT. Evaluasi *usability* pada penelitian ini difokuskan untuk mengetahui sejauh mana sistem mudah digunakan, dipahami, dan diterima oleh pengguna dari berbagai kelompok tersebut. Metode evaluasi usability yang digunakan adalah wawancara langsung dengan pendekatan user testing melalui tiga tahapan utama (Ntoa, 2025). Data kualitatif berupa komentar dan saran pengguna kemudian dianalisis untuk mengidentifikasi pola temuan, baik kelebihan maupun keterbatasan prototipe. Pendekatan ini dipilih karena sesuai dengan tahap pengembangan prototipe, di mana *feedback* pengguna menjadi kunci untuk perbaikan sistem selanjutnya (Ntoa, 2025).

Tabel 3. 4 Evaluasi Sistem Dispenser Obat.

| No. | Pertanyaan                                                                                                         | Stakeholder                        |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|
| 1   | Bagaimana pendapat Anda mengenai tampilan desain dispenser obat ini, apakah terlihat sederhana dan mudah dipahami? | Pengguna<br>(Lansia/Dewasa/Remaja) |
| 2   | Apakah alur dalam mengatur jadwal minum obat terasa jelas dan mudah diikuti?                                       |                                    |
| 3   | Bagaimana kemudahan Anda saat menyimpan obat ke dalam tabung dispenser?                                            |                                    |
| 4   | Apakah suara alarm, lampu LED, dan tampilan pada layar LCD cukup efektif untuk mengingatkan Anda?                  |                                    |
| 5   | Sejauh mana mekanisme pengambilan obat dari dispenser ini terasa praktis dan mudah dilakukan?                      |                                    |
| 6   | Apa masukan atau saran Anda untuk meningkatkan kenyamanan dan keandalan sistem dispenser ini?                      |                                    |

Tabel 3. 5 Evaluasi Sistem Dispenser Obat dari Sisi Tenaga Medis.

| No. | Pertanyaan                                                                                                                                            | Stakeholder      |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| 1   | Bagaimana penilaian Anda terhadap desain dispenser obat ini, apakah terlihat sederhana, mudah dipahami dan sesuai untuk pengguna?                     | Perawat/Apoteker |
| 2   | Menurut Anda, apakah alur dalam mengatur jadwal minum obat pada sistem ini sudah jelas dan sesuai dengan kebutuhan pasien dari sisi medis?            |                  |
| 3   | Bagaimana menurut Anda kemudahan dan keamanan dalam proses penyimpanan obat ke dalam tabung dispenser ini?                                            |                  |
| 4   | Apakah kombinasi notifikasi suara (alarm), visual (lampu LED), dan tampilan LCD cukup efektif untuk membantu pasien dalam mematuhi jadwal minum obat? |                  |
| 5   | Menurut Anda, apakah mekanisme pengambilan obat sudah cukup aman, higienis, dan meminimalkan risiko kesalahan penggunaan oleh pasien?                 |                  |
| 6   | Apa rekomendasi Anda untuk meningkatkan efektivitas dispenser ini agar lebih sesuai dengan kebutuhan medis pasien?                                    |                  |

Kriteria penilaian pada evaluasi usability ini didasarkan pada wawancara dengan pengguna (lansia, dewasa, remaja) serta tenaga kesehatan (perawat, apoteker) yang menggambarkan pengalaman mereka dalam menggunakan prototipe dispenser obat. Penilaian dilakukan secara kualitatif dengan mengelompokkan tanggapan ke dalam aspek tampilan desain, kemudahan pengaturan jadwal, efektivitas notifikasi, penyimpanan dan pengambilan obat, serta masukan pengembangan. Hasilnya menunjukkan bahwa tampilan dan kemudahan penggunaan dinilai positif karena desain sederhana dan intuitif, meskipun sebagian lansia masih memerlukan pendampingan. Notifikasi berupa alarm, lampu LED, dan layar LCD

dianggap efektif, namun ada masukan terkait volume, opsi getar, dan kustomisasi suara. Proses penyimpanan dan pengambilan obat dinilai cukup praktis, tetapi masih ada perhatian pada kapasitas tabung, stabilitas obat (suhu, kelembaban, cahaya), serta potensi salah konsumsi bila ada obat yang terlewat. Saran yang muncul terutama terkait portabilitas alat, daya tahan baterai, fleksibilitas bentuk dispenser, dan penambahan fitur informasi yang lebih jelas, sementara tenaga kesehatan menekankan aspek keamanan, higienitas, serta kesesuaian dengan kebutuhan medis pasien. Dengan demikian, evaluasi ini tidak menggunakan skala angka, melainkan mengelompokkan tanggapan ke dalam kategori positif, negatif, dan rekomendasi perbaikan, sehingga dapat memberikan gambaran menyeluruh mengenai kelebihan, keterbatasan, dan potensi pengembangan sistem.

## **BAB IV**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bab ini menyajikan hasil dari penerapan metode *Human-Centered Design* (HCD) yang meliputi tiga tahap utama: *Inspiration*, *Ideation*, dan *Implementation*. Dimulai dari identifikasi kebutuhan pengguna melalui wawancara dengan pengguna potensial dari tiga kalangan usia dan tenaga kesehatan, dilanjutkan dengan proses perancangan sistem serta pengembangan prototipe fungsional, hingga akhirnya dilakukan uji coba langsung untuk mengevaluasi efektivitas sistem. Selain itu, bab ini juga membahas bagaimana solusi teknologi yang dikembangkan mampu menjawab kebutuhan pengguna, sehingga menunjukkan sejauh mana pendekatan HCD berhasil menciptakan sistem dispenser obat yang sesuai dengan harapan dan kebutuhan penggunanya.

#### **4.1 Hasil Identifikasi Kebutuhan Pengguna**

Bagian ini memaparkan hasil wawancara dari tahap *Inspiration*, yang merupakan tahap awal dalam metode *Human-Centered Design* (HCD). Pada tahap ini, peneliti melakukan wawancara dengan pengguna potensial dari berbagai kelompok usia, mulai dari lansia ( $\geq 60$  tahun) dengan kemampuan kognitif yang menurun dan kebutuhan manajemen obat yang kompleks, dewasa (25-59 tahun) yang aktif bekerja namun memerlukan pengobatan rutin, serta remaja (15-24 tahun) yang familiar dengan teknologi tetapi memiliki tantangan dalam kedisiplinan minum obat. Selain itu, wawancara juga melibatkan tenaga kesehatan seperti perawat dan apoteker, yang memiliki pemahaman medis serta pengalaman dalam menangani pasien dengan konsumsi obat rutin. Dari proses ini, diperoleh temuan awal yang komprehensif serta identifikasi kebutuhan pengguna, yang menjadi dasar penting dalam merancang solusi teknologi yang mampu meningkatkan kepatuhan terhadap pengobatan.

#### **Profil Responden dan Temuan Wawancara**

##### **Responden 1: Ibu Muslimah (71 tahun) dan Bapak Muslimin (76 tahun)**

- Status kesehatan: Diabetes mellitus dengan konsumsi obat rutin
- Jenis obat: Glimepiride (sebelum makan) dan Metformin (setelah makan)
- Durasi pengobatan: 12 tahun lebih

Ibu Muslimah menjelaskan rutinitas konsumsi obatnya: *"Dua macam. Ya. Sebelum makan tiga eh 30 menit sebelum makan pakai glimepiride. Terus habis Habis makan pakai diaformin boleh, metformin juga boleh. Sama kandungannya sama."*

Terkait kemandirian dalam mengingat jadwal obat, beliau menyatakan: *"Enggak. Udah enggak ada yang ngingatin. Udah enggak ada orang satu rumah cuman ibu sama bapak. Lagian sudah ada 12 tahun lebih ibu itu ngosumsi obat kayak gitu. Jadi sudah seakan-akan udah kesadaran sendiri pokoknya sebelum makan harus minum obat gitu. ya walaupun ada sebagian orang yang mengatakan obat itu racun katanya terus tapi saya juga jawab ya walaupun racun tapi saya kalau enggak minum racun itu malah nanti nganu heeh maem maem terus gulanya kadarnya tinggi. Jadi biar orang mengatakan kayak gitu tetap saya tetap tiap hari sebelum makan ngosumsi itu ya."*

Beliau menjelaskan riwayat diabetes yang dialami: *"Diabetes. Dari pola makan dulu waktu masih agak apa, agak sehat kan tiap hari ke ladang. pulang dari ladang kan itu minum susu indu apa? Oh, itu frisian flag yang coklat yang itu terus enak banget dikasih air. Terus kalau udah minum leggo banget itu kan puas seger. Bikin lagi masuki kulkas. Nanti sewaktu-waktu pengen minum tinggal gleb gitu aja kayak gitu setiap hari."*

Mengenai kondisi kesehatan saat ini, Ibu Muslimah mengungkapkan: *"Belum pernah kayaknya kan nek enggak ada penyakit lain cuman cuman obat dari dokter yang dari diabetes itu kan ngasihnya cuman itu dua macam-macam macam kalau dulu waktu di Jogja ada yang buat pengaman ginjal katanya itu ada. Tapi sekarang di sini di Purworejo anu saya lapor ke dokternya, 'Dok, saya dulu waktu di Jogja dikasih pionix apa pioglitazon. Sekarang gimana, Dok?' Udah enggak apa-apa, Bu. Udah aman pakai ini aja tok udah enggak apa-apa di sering lab itu live urin dan kreatin. Alhamdulillah Bagus kok."*

Untuk pasangan hidup (Bapak Mualim), Ibu Muslimah mengungkapkan tantangan yang berbeda: *"Ada, tapi adik-adik ibu itu ada tapi enggak enggak enggak kontrol water enggak cuman beli sendiri. Dulu pernah periksa sama bidan dikasih itu terus udah beli kalau habis beli habis beli cuman minum glimepiride tok, enggak ada lain-lainnya. Selain saya di rumah sini, Mbah Kakung yang minum obat, tapi dia di poli ginjal hipertensi karena sudah tadi, sudah menjadi pasien rutin."*

Beliau juga menjelaskan kesulitan dalam mengelola konsumsi obat untuk Bapak Mualim: *"Ya perlu dua-duanya ni untuk Bapak perlu. Untuk Mbah Kakung kalau buat saya kan cuman dua macam terus sudah sudah terbiasa enggak pernah lupa babaras nek buat saya. Nek buat Mbah Aku memang sering kadang apa malas apa gimana sering itu malas-malasan minum"*

*obat harus harus di siap siap minumlah ibaratnya anak kecil siap semuanya apa semua diambilke dianuk sekarang lumayan saya tangannya sakit kan mau ngambil sendiri terus milih kadang enggak sampai ngelihat-ngelihatnya sampai biar enggak keliru itu mau itu banyak banget obatnya itu."*

Mengenai kebutuhan sistem pengingat, Ibu Muslimah memberikan saran konkret: *"Saya biar enggak nanya-nanya lagi baiknya gimana. Ada suara terus ada apa, lampu yang berkedip itu. Lampu yang lengkaplah biar langsung dekat sudah keluar obatnya."*

### **Responden 2: Ibu Sumiati (72 tahun)**

- Status kesehatan: Riwayat konsumsi obat tidak rutin, masalah penglihatan
- Pola konsumsi: Occasional medication (saat merasakan gejala)

Ibu Sumiati menjelaskan pola konsumsi obatnya: *"Iya, rutin. Tapi minumnya ora ya seperti tadi minum. Kalau mau batuk minum. ya kebutuhan aja ya namanya kebutuhan toh."*

Beliau juga mengungkapkan ketergantungan pada keluarga untuk pengingat: *"Kalau yang diingatin itu ya sering batuk tuh minum obat gitu anakku itu. Tapi kalau dia Enggak ada yau minum sendiri gitu. Oh, itu kan enggak rutin aku minumnya. Iya. Cuma seperti tadi minum kan enggak ada waktunya. Cuma kalau lagi sakit ya merasakan kok kurang lega minum gitu."*

Terkait riwayat pengobatan, beliau menyatakan: *"Oh nak dulu ada, Iya ini saya ya enggak tahu namanya wong di dari rumah sakit. Enggak. Tapi kalau zaman sekarang minumnya hanya kalau merasakan enggak enak minum."*

Terkait penurunan kemampuan fisik, beliau menyatakan: *"Nek penglihatan. Heeh. Kalau enggak pakai kacamata gini. Gak kalau pakai kacamata melek gitu. Kalau pendengaran masih. Masih ingat Alhamdulillah masih."* dan mengakui keterbatasan teknologi: *"Kalau handphone aku gak tahu ya. Jadi aku enggak pernah telepon, enggak pernah menerima telepon itu soalnya enggak bisa."*

Mengenai konsep dispenser obat otomatis, Ibu Sumiati memberikan respons positif: *"Nah, itu bisa. Lah itu bisa, itu namanya ngingeti. Ngingat ngingatkan ya harus wayah minum obat gitu. Padahal sehari berapa kali? Itu wayah minum waktunya minum kan gitu. Kalau saya minum kayak gini kan cuma wah harus minum. Seperti tadi mau batuk. Kalau obat kayak gini. Tapi kalau yang buat mas itu kan anu ngingetin namanya. Iya, bagus itu. Jadi ada yang ingetin ya. Enggak usah di bengok, tapi cukup ada obat dari situ kan. Oh, harus minum obat."*

### **Responden 3: Ibu Umi Romlah (60 tahun)**

- Status kesehatan: Tidak mengonsumsi obat rutin (sehat)
- Pengalaman: Mengenal kerabat dengan kondisi medis yang memerlukan obat rutin

Ibu Umi menyatakan kondisi kesehatannya: *"Sekarang ya sekarang tidak ada, Alhamdulillah sehat. Sebelum-sebelumnya belum pernah. Saya itu batuk-batuk itu saja cuma tak kasih air hanget sama garam itu kok mas. Saya gak minum obat."*

Namun, beliau memiliki pemahaman tentang kebutuhan orang lain: *"Iya, Dari teman-temannya kalau dari keluar saudara ada. Itu anaknya kakak saya, asma. Itu kalau dingin segala macam bentuk dingin, entah itu dingin karena mandi, dingin minuman dingin suhu udara suhu itu kambuh, capek itu karena memang ya ya ya asma, dia punya asma itu."*

Mengenai konsep dispenser, Ibu Umi memberikan pandangan positif: *"Ya baik saja, tidak cuma cukup. Kalau saya kalau bagi mereka yang memang harus sudah memakai apa itu namanya? alat penyimpan obat tadi ya justru membantu toh itu malahan membantu di situ sudah ada macam-macam obatnya wis sudah diingatkan berapa kali seharusnya sudah ada di situ. Iya bagus kalau menurut saya."*

Terkait kemampuan teknologi, beliau menyatakan: *"Ya ada saja namanya sudah tua. Ya bisa, bisa insyaallah. Tinggal aplikasine Mas iki lak yo biasane tinggal lanjut-lanjut ng ae toh mas."*

Terkait kekhawatiran teknis, beliau menanyakan: *"Oh langsung terhubung di situ. Berarti nek umpomo dilalah listrik mati piye, Mas?"* dan menyarankan sistem backup: *"Ya perlu, siapa tahu nanti HP-nya ketinggal di mana. Dispensernya kan di rumah, HP-nya ketinggal di mana atau mungkin hilang kan masih bisa menggunakan dispensernya masih bisa kita gunakan."*

## **Responden Tenaga Kesehatan**

### **Responden: Mbak Rasfia Wandzi (Apoteker)**

- Profesi: Apoteker di Rumah Sakit Umum Daerah Dori Silpanus Palangkaraya, Kalimantan Tengah
- Pengalaman: Melayani pasien usia lanjut dengan berbagai kondisi medis

Mbak Rasfia memperkenalkan diri: *"Selamat siang. Nama saya Rasfia Wandzi. Saya apoteker berpraktiknya di rumah sakit bekerjanya di Rumah Sakit Umum Daerah Dori Silpanus Palangkaraya, Kalimantan Tengah. Ya, pernah pernah melayani pasien usia lanjut"*

Beliau menjelaskan tantangan utama dalam pengelolaan obat untuk lansia: *"Oh, kalau lansia kan namanya aja lanjut usia ya. Untuk kognitif pasien lansia itu kan biasanya sudah"*

*berkurang. Kebanyakan itu kan seringnya lupa gitu kan ya kalau minum obat. Sedangkan untuk minum obat itu ee obat itu itu kan perlunya waktu yang tepat untuk minum obat. Jadi misalkan ee sekali sehari ya per 24 jam, untuk dua kali sehari per 12 jam, untuk 3 kali sehari per 8 jam."*

Beliau menekankan pentingnya ketepatan waktu konsumsi obat, khususnya antibiotik: *"Apalagi khusus untuk antibiotik yang biasanya memerlukan waktu yang tepat karena itu kan ee berhubungan sama resistensi ee antibiotik itu. kalau untuk lansia memang beberapa masalahnya ini sering lupa pasiennya."*

Terkait masalah spesifik yang dihadapi lansia, Mbak Rasvia mengungkapkan: *"Misalnya sudah minum pagi ingatnya belum minum terus minum lagi malam gitu kan. Itu kan yang bisa bikin bahaya untuk pasien lansia itu sendiri atau pasiennya lupa minum obat. Jadi pada hari ini harusnya minum obat terus lupa. Makanya perlunya adanya pendamping minum obat biasanya yang dibantu sama keluarga keluarga pasien itu sendiri."*

Mengenai konsep dispenser obat otomatis, beliau memberikan respons positif: *"Ya untuk minum kalau untuk jadwal minum obat ya lebih ke sebenarnya sama seperti pasien pada umumnya untuk dewasa, muda bukan cuman untuk lansia memang harus tepat minum obatnya harus tepat gitu mungkin. Dan yang ini tadi Masnya kan rencananya mau penelitiannya tentang dispenser obat gitu ya. Jadi kayak biar membantu pasien untuk tepat waktu untuk minum obat gitu ya. Ya ini sih bisa, bisa membantu karena kan dengan pasien tempat minum obat atau minum obat kan harapannya kan eh quality of life pasien kan juga membaik gitu kan. Untuk keluhan gejala pasien yang dialami juga lebih baik gitu kalau misalnya waktu minum obatnya tepat ee patuh gitu."*

Untuk aspek desain interface, Mbak Rasvia memberikan saran teknis: *"Kalau lansia kan biasanya itu yang ini kan apa namanya untuk penglihatannya kan sudah berkurang kan ya. Kalau kecil-kecil kan susah. Heeh. Mungkin kalau nya. Kalau dari saya sih mungkin font-nya lebih gede yang mudah dibaca. Jadi font-nya juga enggak usah yang terlalu berapa berkelok-kelok lah gitu kan. Yang penting jelas tulisannya jelas terus ukurannya lebih gede gitu."*

Beliau juga menyarankan fitur notifikasi multimodal: *"Terus mungkin apa namanya apa memar gitu ya. Mungkin ada bunyi ee selain ada bunyi ada kayak misalnya ee kalau ada notifikasinya ada bergetar gitu. Jadi kayaknya notice ya kan notice gitu."*

Terkait pengaturan jadwal minum obat, Mbak Rasvia menjelaskan: *"Terus mungkin biar apa namanya kalau, kalau minum obat kan ada yang sebelum makan, ada yang setelah makan. Nanti mungkin adik-adik kayak masukin gitu di aplikasinya kayak obat ini tuh sebelum makan dimasukin di apa namanya di aplikasi yang ini untuk sebelum makan ada yang setelah makan"*

gitu. Jadi kalau sebelum makan itu kan biasanya Obat itu 30 menit sebelum makan. Jadi mungkin nanti disetting-nya kayak pasien biasanya makannya jam berapa? Misalnya makannya jam 06.00 pagi gitu ya. Kalau misalnya obatnya sebelum makan kan berarti nanti settingnya setengah jam sebelum makan ya. Apa bunyi bunyi apa notifikasi. Untuk obat A gitu ya, misalnya obat lambung gitu harus minum obat."

Terkait informasi obat yang ditampilkan, beliau menyarankan: "Enggak cuman kayak obatnya aja. Jadi kayak obat nama obatnya terus satu tablet gitu setengah tablet gitu. Jadi biar ditulis biar misalnya satu sendok kayak gitu sih. Kalau kalau harapannya sih ya lebih jadi kayak kalau misalnya dia pasiennya baca tuh, oh itu aku harus minum obat A ini satu tablet gitu. Jadi jumlahnya dikasih tahu juga. Jadi biar biar nggak mikir-mikir lagi gitu. Oh ini yang obat ini berapa ya? Jangan-jangan nanti lupa lagi. Harusnya satu jadi tengah gitu kan."

Untuk desain aplikasi, Mbak Rasvia memberikan saran: "Terus, itu sih kalau kalau ini kalau saya jadi yang penting tuh kalau lensnya sama ini yang mudah untuk aplikasinya tuh yang mudah untuk diakses sama warnanya mungkin yang ini ya. yang eye catching ya kan namanya juga biar nanti di handphone si pasiennya itu ng gitu, oh ini tuh untuk aplikasi buat dispenser obat gitu. Jadi jangan yang warnanya jangan yang kayaknya yang harus terang deh. Jadi biar notice gitu."

Beliau juga menekankan kemudahan penggunaan: "Jadi biar yang Bapak atau Ibu yang lansianya itu mbah-mbahnya itu apa mudah nyarinya sama jangan yang sulit kalau misalnya jangan yang ribet gitu loh kalau masuknya loginnya gitu."

Untuk aspek penyimpanan obat, Mbak Rasvia memberikan peringatan penting: "Obat itu kan dia sudah dibuat sesuai dengan apa di sudah dimasukkan supaya stabil gitu ya. Paling sih sarannya berarti obatnya jangan dibuka dari ininya ya, jangan dibuka dari kemasannya kan dipotong kecil-kecil gitu dimasukin ke dispensernya gitu berarti ya. Jadi dia kemasan primernya itu loh yang kayak tahu kan B kayak obat parasetamol yang masih stripnya itu. Mungkin nanti kayak misalnya dipotong-potong aja, dipotong-potong per satu persatu-satu biji itu misalkan ya ditaruhin di tabung-tabungnya itu sih boleh sih tapi kalau jangan dibuka dari kemasan primernya itu soalnya kan obat kan sensitif jadi kalau dia rusak itu nanti jadinya nggak ada manfaatnya."

Mengenai portabilitas alat, beliau menyarankan: "kalau misalnya itu kalau misalnya bisa dibawa lebih di bisa maksudnya lebih fleksibel untuk dibawa sih lebih bagus sih kalau menurut saya. Soalnya kan kalau cuman di rumah kan gini misalnya dia ikut anaknya yang satu yang mana jadinya kan kalau cuman ditinggal di rumah kan ee mungkin manfaatnya kur orang ya

*nggak sih? Jadi kayak kita bikin dia, kecil enggak banget kecil, gede juga enggak gede. Tapi itu bisa dibawa gitu. Jadi kayak kotak obatnya hijau lah gitu kan. Tapi si kotak obatnya ini tuh otomatis dia bisa keluar sendiri gitu. Jadi ee sudah otomatis sama terhubung sama aplikasinya gitu. Tapi ee kalau mau dibawa bisa, mau ditaruh di rumah juga bisa. Itu sih kalau kalau dispensernya ya kayaknya lebih bermanfaat kalau bisa dibawa. berpergian."*

### **Analisis Temuan Wawancara**

Berdasarkan hasil wawancara pengguna, peneliti mengungkapkan bahwa pengguna memiliki tantangan dalam mengingat jadwal serta ketepatan waktu konsumsi obat. Meskipun ada pengguna seperti Ibu Muslimah yang sudah mandiri dalam mengonsumsi obat diabetes selama 12 tahun lebih, namun masih menghadapi kesulitan dalam mengelola obat untuk pasangannya yang sering "malas-malasan minum obat harus harus di siap siap minumlah ibaratnya anak kecil". Pengguna lain seperti Ibu Sumiati masih bergantung pada keluarga untuk pengingat, dimana "anakku itu" yang mengingatkan saat batuk untuk minum obat, namun "kalau dia enggak ada yau minum sendiri". Hal ini menunjukkan kerentanan terjadi keterlambatan atau kelewatan konsumsi obat ketika keluarga tidak berada di sekitar mereka. Seluruh partisipan belum pernah menggunakan alat pengingat minum obat seperti dispenser obat, yang menunjukkan adanya celah antara kebutuhan yang ada dengan solusi teknologi yang tersedia.

Berdasarkan hasil wawancara tenaga kesehatan yang dilakukan dengan apoteker, peneliti memperoleh insight terkait pengembangan alat. Apoteker menekankan bahwa tantangan utama dalam pengelolaan obat adalah aspek kognitif dimana pasien "*seringnya lupa*" dan pentingnya "waktu yang tepat untuk minum obat sesuai dengan frekuensi konsumsi. Mereka menyarankan desain interface yang mudah dibaca dengan "*font-nya lebih gede*" dan sistem notifikasi multimodal yang dilengkapi "*bunyi*" dan "*bergerak*". Untuk aspek penyimpanan, ditekankan pentingnya menjaga stabilitas obat dengan tidak membuka "kemasan primernya" dan sistem harus dilengkapi fitur pemantauan konsumsi obat secara real-time disertai pencatatan riwayat penggunaan. Dengan adanya fitur ini, keluarga hingga tenaga kesehatan dapat memantau ketepatan waktu konsumsi obat oleh pengguna, serta menjadikannya sebagai data pendukung dalam proses evaluasi kepatuhan dan konsultasi medis yang lebih akurat.

### **Identifikasi Kebutuhan Utama**

Berdasarkan hasil temuan tersebut, peneliti mengidentifikasi empat kebutuhan utama dispenser pil obat otomatis, yaitu:

1. **Sistem Peningat Konsumsi Obat:** Dibutuhkan fitur pengingat dengan efektivitas tinggi yang mengintegrasikan antara dispenser dengan aplikasi mobile secara real-time. Sistem harus memberikan notifikasi secara personal melalui audio dan visual yang efektif terutama bagi pengguna yang memiliki jadwal minum obat lebih dari sekali dalam sehari.
2. **Manajemen Obat & Dispenser:** Sistem penyimpanan obat harus dirancang sederhana untuk mempermudah pengisian ulang obat ke dalam tabung, memastikan jumlah dan jenis obat yang dikeluarkan sesuai dengan yang ditentukan, serta mekanisme pengeluaran obat yang dapat meminimalkan resiko kesalahan dosis.
3. **Manajemen Jadwal Konsumsi:** Alur pengaturan jadwal minum obat harus sederhana, mudah dipahami, sehingga memungkinkan pengguna mengatur jadwal secara fleksibel. Sistem pengaturan ini harus sinkron dan terintegrasi secara real-time.
4. **Pemantauan Kepatuhan:** Diperlukan sistem pencatatan otomatis yang menyimpan riwayat konsumsi obat pengguna secara real-time. Data ini disimpan di Firebase dan dapat digunakan sebagai bahan evaluasi mandiri atau konsultasi dengan tenaga medis.

*Insight* dari tahap *inspiration* ini menjadi bagian penting dari proses wawancara awal dan digunakan sebagai landasan dalam perancangan sistem dispenser pada tahap berikutnya. Dengan memperhatikan rekomendasi yang sesuai dengan kebutuhan medis dan memahami tantangan yang dihadapi pengguna dari berbagai kelompok usia, sistem tidak hanya relevan dengan kebutuhan pengguna, tetapi juga mendukung keamanan dan efektivitas pengobatan dalam praktik pelayanan kesehatan sehari-hari. Hasil temuan ini menjadi dasar yang kokoh untuk pengembangan konsep desain yang benar-benar sesuai dengan kebutuhan dan ekspektasi pengguna.

## 4.2 Transformasi Kebutuhan Pengguna Menjadi Rancangan Sistem

Berdasarkan hasil temuan dari tahap *inspiration* dan proses *ideation* yang telah dilakukan, peneliti mentransformasikan *insight* utama yang diperoleh dari pengguna menjadi fitur-fitur sesuai dalam sistem dispenser obat pil otomatis. Transformasi ini dilakukan dengan mempertimbangkan kebutuhan spesifik pengguna, keterbatasan teknis, dan kemudahan implementasi.

#### 4.2.1 Identifikasi Insight dan Permasalahan Pengguna

Berdasarkan hasil wawancara dengan pengguna potensial dari berbagai kalangan usia dan tenaga kesehatan, peneliti mengidentifikasi kebutuhan utama yang kemudian ditransformasikan menjadi konsep desain berupa fitur-fitur sesuai dalam sistem dispenser obat pil otomatis.

Tabel 4.1 Transformasi Insight Menjadi Fitur.

| Insight atau Kebutuhan Pengguna                                                                                                                     | Fitur atau Solusi                                                                                                                                                      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Sistem Peningat Konsumsi Obat</b>                                                                                                                |                                                                                                                                                                        |
| Pengguna dari berbagai kelompok usia (lansia, dewasa, remaja) memiliki tantangan serupa dalam mengingat jadwal dan ketepatan waktu konsumsi obat    | Sistem notifikasi yang terdiri dari alarm suara, lampu LED berkedip sebagai indikator visual, dan tampilan informasi obat pada layar LCD                               |
| Pengguna masih bergantung pada keluarga untuk mengingatkan jadwal konsumsi obat, sehingga rentan terjadi keterlambatan atau kelewatan konsumsi obat | Sistem pengingat otomatis yang terintegrasi dengan aplikasi mobile untuk memberikan notifikasi personal secara <i>real-time</i> tanpa ketergantungan pada keluarga     |
| Diperlukan efektivitas tinggi dalam pengingat, terutama bagi pengguna dengan jadwal minum obat lebih dari sekali dalam sehari                       | Sistem penjadwalan fleksibel yang dapat mengatur <i>multiple reminder</i> per hari dengan interval waktu yang dapat dikustomisasi sesuai jadwal konsumsi obat pengguna |
| <b>Manajemen Obat &amp; Dispenser</b>                                                                                                               |                                                                                                                                                                        |
| Tenaga kesehatan menekankan pentingnya desain tempat penyimpanan obat yang sederhana dan ringkas untuk memudahkan pengguna                          | Tabung penyimpanan obat dengan tutup yang dapat dilepas dan mudah diisi ulang tanpa membongkar seluruh perangkat                                                       |
| Diperlukan mekanisme yang memastikan jumlah dan jenis obat yang dikeluarkan sesuai dengan yang ditentukan                                           | Mekanisme dispensing otomatis menggunakan motor servo yang mengontrol pengeluaran obat                                                                                 |

|                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                     | dengan akurasi tinggi untuk memastikan dosis yang tepat                                                                                                  |
| <b>Manajemen Jadwal Konsumsi</b>                                                                                                                    |                                                                                                                                                          |
| Alur pengaturan jadwal minum obat harus sederhana dan mudah dipahami oleh pengguna dari berbagai kelompok usia                                      | Antarmuka aplikasi mobile dengan desain intuitif dan navigasi yang mudah dipahami untuk mengatur jadwal konsumsi obat                                    |
| Pengguna memerlukan fleksibilitas dalam mengatur jadwal konsumsi obat sesuai dengan rutinitas harian                                                | Sistem pengaturan jadwal yang memungkinkan pengguna mengatur waktu konsumsi secara fleksibel dengan opsi pengulangan yang dapat di custom                |
| Sistem pengaturan harus sinkron dan terintegrasi secara real-time                                                                                   | Koneksi Wi-Fi yang memungkinkan sinkronisasi antara aplikasi mobile dengan perangkat dispenser secara <i>real-time</i>                                   |
| <b>Pemantauan Kepatuhan</b>                                                                                                                         |                                                                                                                                                          |
| Tenaga kesehatan menyarankan adanya fitur pemantauan konsumsi obat secara <i>real-time</i> untuk evaluasi kepatuhan pasien                          | Sistem yang mencatat waktu, jenis obat, dan status pengambilan obat secara <i>real-time</i> ke <i>database</i> Firebase                                  |
| Diperlukan pencatatan riwayat penggunaan yang dapat digunakan sebagai data pendukung dalam konsultasi medis                                         | Dashboard monitoring pada aplikasi mobile yang menyediakan laporan konsumsi, dan riwayat penggunaan dalam format yang mudah dipahami                     |
| Seluruh partisipan belum pernah menggunakan alat pengingat minum obat, menunjukkan adanya celah antara kebutuhan dan solusi teknologi yang tersedia | Pengembangan sistem terintegrasi sederhana yang menggabungkan perangkat IoT dispenser dengan aplikasi mobile untuk menjembatani celah teknologi yang ada |

Selain melalui analisis kebutuhan umum, validasi terhadap sistem notifikasi (suara, visual, dan tampilan LCD) dilakukan melalui wawancara langsung dengan responden.

Tanggapan ini menunjukkan bagaimana fitur notifikasi dapat membantu pengguna dengan kondisi sensorik dan kognitif yang berbeda.

- **Ibu Muslimah (71 tahun) dan Bapak Muslimin (76 tahun):**

*"Kalau mbah Putri (Muslimah), mengingat beliau sakit diabet tapi tidak ada permasalahan pada pendengaran + visual, fitur lampu kedip + layar LCD + suara alam tentu sangat membantu man.*

*Tapi kalau untuk mbah kakung (Mualim), beliau kalau ga pakai alat bantu dengar (biasanya dicopot kalau di rumah), ga bisa denger sama sekali. Untuk penglihatan nya juga udah berkurang kalau ga pakai kaca mata.*

*Tapi kan ini scenario nya ada orang yang membantu mengingatkan mbah kakung (mbah Putri), nah fitur terbaru membantu banget jadi reminder nenekku buat ngingetin mbah kakung minum obat.*

*Sangat membantu man. Dulu waktu awal2 mbah kakung treatment gagal ginjalnya, obat e banyak banget dan kadang ada bbrp yg memang kelupaan untuk diminum ataupun minum obat nya telat.*

*Plus jagain biar obat yang sama ga dikonsumsi 2x, benefit e banyak banget alatmu."*

- **Ibu Sumiati (72 tahun) dan Mas Akbar (22 tahun):**

*"Untuk notifikasi visual berupa lampu berkedip dan suara alarm sudah membantu sebagai pengingat jadwal obat, untuk visual layer lcd sebenarnya sudah cukup untuk awalan namun masih perlu di kembangkan lagi agar dapat terlihat lebih jelas untuk pengguna."*

- **Mbak Rasfia Wandzi (Apoteker):**

*"Iya sudah cukup membantu."*

Pada pengembangan sistem dispenser obat pil otomatis berbasis IoT, peneliti melakukan pendekatan secara komperhensif, di mana seluruh fitur dirancang untuk bekerja secara terintegrasi dalam satu ekosistem yang saling mendukung. Perangkat IoT berperan sebagai perangkat fisik yang dilengkapi dengan sistem notifikasi, mencakup notifikasi suara, visual (LED), dan tampilan informasi pada layar LCD. Adanya notifikasi ini bertujuan untuk memastikan bahwa pengguna menerima pengingat konsumsi obat secara jelas, terutama bagi kelompok pengguna dengan kebutuhan khusus seperti lansia atau individu dengan keterbatasan sensorik.

Sementara itu, aplikasi mobile yang terhubung melalui internet berfungsi sebagai antarmuka pusat kontrol dan monitoring. Aplikasi ini memungkinkan pengguna maupun anggota keluarga untuk mengatur jadwal konsumsi obat, memantau histori konsumsi, serta menerima notifikasi apabila terjadi ketidaksesuaian jadwal atau keterlambatan konsumsi. Dengan integrasi ini, sistem tidak hanya meningkatkan kenyamanan pengguna dalam pengelolaan obat, tetapi juga memperkuat aspek pengawasan dan dukungan dari pihak keluarga atau tenaga medis.

Setiap fitur yang dikembangkan telah melalui proses validasi konsep secara sistematis. Validasi ini dilakukan melalui umpan balik dari pengguna yang dikumpulkan pada tahap *inspiration*, serta memastikan bahwa setiap fitur memenuhi aspek kelayakan teknis dan standar keamanan yang berlaku. Pendekatan ini menjamin bahwa integrasi antara *hardware* dan *software* tidak hanya berfungsi secara teknis, tetapi juga mampu memberikan pengalaman penggunaan yang andal dalam mendukung kepatuhan konsumsi obat, dengan tetap mengutamakan kenyamanan dan kemudahan bagi pengguna dari berbagai latar belakang.

#### 4.2.2 Perumusan Solusi Berdasarkan Kebutuhan Pengguna

Berdasarkan hasil Rancangan Arsitektur Sistem pada tahap *inspiration*, peneliti merancang sistem dispenser obat pil otomatis dengan menghubungkan *hardware* dan *software* secara *real-time*. Pada tahap ini, pengembangan sistem juga difokuskan untuk mentransformasikan hasil wawancara (*insight* pengguna) menjadi fitur-fitur yang relevan dalam sistem. Dengan kata lain, setiap keputusan desain dan fitur yang ditambahkan merupakan bentuk validasi dari kebutuhan nyata pengguna, sehingga sistem yang dibangun tidak hanya berfungsi secara teknis, tetapi juga benar-benar menjawab masalah yang ditemukan pada tahap awal penelitian. Selain itu, desain sistem juga mempertimbangkan keterbatasan pengguna dengan gangguan kognitif maupun motorik ringan, sehingga fitur yang dikembangkan tetap mudah diakses, dipahami, dan dioperasikan oleh berbagai kelompok pengguna, termasuk lansia.

Komunikasi antara ESP32 dan aplikasi mobile Android dilakukan melalui Firebase yang berfungsi sebagai *real-time database*. Firebase tidak hanya menyimpan data jadwal konsumsi obat, tetapi juga mencatat riwayat penggunaan.

Pemilihan ESP32 sebagai *microcontroller* utama didasarkan pada kemampuannya yang mendukung multitasking, yang memungkinkan melakukan beberapa tugas secara paralel. Dalam konteks dispenser obat, *microcontroller* harus mampu menangani pembacaan jadwal,

pengontrolan servo motor, sistem notifikasi (buzzer, LED, dan LCD), serta input dari *pushbutton* secara bersamaan. Selain itu, ESP32 memiliki efisiensi daya dengan kemampuan untuk mengaktifkan mode hemat daya ketika sistem berada dalam kondisi *standby* atau menunggu jadwal berikutnya. Hal ini sangat membantu dalam mengurangi konsumsi daya, terutama jika dispenser digunakan dalam jangka waktu panjang tanpa perlu sering mengisi ulang atau mengganti sumber daya. Konektivitas Wi-Fi dan Bluetooth yang telah terintegrasi juga memungkinkan komunikasi nirkabel secara langsung tanpa memerlukan modul tambahan. Dalam sistem ini, fitur tersebut sangat penting karena ESP32 harus terhubung secara *real-time* dengan Firebase untuk membaca jadwal konsumsi obat serta mengirimkan data riwayat konsumsi.

Di sisi lain, kebutuhan akan komunikasi data yang cepat, stabil, dan secara *real-time* menjadi aspek krusial dalam sistem ini, mengingat pentingnya sinkronisasi antara aplikasi mobile dan perangkat ESP32. Oleh karena itu, Firebase dipilih sebagai platform penyimpanan dan manajemen data karena menawarkan berbagai keunggulan yang sangat mendukung kebutuhan dispenser obat pil otomatis ini. Salah satu keunggulan utamanya adalah kemampuan Firebase dalam menyinkronkan data secara *real-time* antar perangkat. Jadwal konsumsi yang diatur oleh pengguna melalui aplikasi Android akan langsung tersimpan di Firebase dan dapat segera diakses oleh ESP32. Sebaliknya, data riwayat konsumsi yang dikirimkan dari ESP32 juga akan langsung tampil di aplikasi pengguna tanpa jeda. Hal ini membuat sistem dapat bekerja secara responsif dan dinamis, memberikan notifikasi secara tepat waktu, serta memastikan seluruh aktivitas tercatat secara akurat. Firebase juga menawarkan kemudahan integrasi dengan aplikasi Android melalui SDK resmi dari Google, sehingga proses pengembangan aplikasi dapat dilakukan lebih cepat tanpa perlu membangun backend secara manual. Selain itu, Firebase menggunakan format data JSON yang kompatibel dengan pemrograman ESP32, menjadikannya fleksibel dan sesuai untuk kebutuhan proyek IoT seperti ini.

Aspek keamanan juga menjadi pertimbangan penting. Firebase menyediakan fitur autentikasi untuk mengelola akses pengguna secara aman, sehingga hanya pengguna tertentu yang dapat mengatur jadwal atau melihat riwayat konsumsi obat. Selain itu, fitur *security rules* memungkinkan pengaturan hak akses secara terkontrol demi menjaga privasi dan keamanan data pengguna. Karena berbasis cloud, Firebase tidak memerlukan server fisik untuk menyimpan dan mengelola data, membuat sistem menjadi lebih ringan, mudah dikelola, dan dapat diakses kapan saja selama terhubung dengan internet. Firebase juga mendukung

skalabilitas yang tinggi, sehingga sistem dapat dikembangkan lebih lanjut untuk melayani lebih banyak pengguna tanpa perlu adanya migrasi ke platform lain. Dari sisi efisiensi biaya, Firebase menyediakan paket gratis (*Spark Plan*) yang sudah sangat memadai untuk mendukung pengembangan dan pengujian sistem ini. Dengan fitur yang lengkap serta kemudahan integrasi yang ditawarkan, Firebase menjadi pilihan tepat untuk mempercepat pengembangan sekaligus menghemat sumber daya. Sebagai implementasi dari hasil temuan pada tahap *Inspiration*, sistem ini dibangun agar dapat mengikuti perilaku pengguna, memberikan notifikasi secara tepat waktu, serta mencatat seluruh aktivitas konsumsi obat secara *real-time*. Aplikasi mobile berperan sebagai pusat pengaturan, sementara ESP32 menjalankan eksekusi fisik berdasarkan data dari Firebase. Proses integratif ini menjadikan sistem bekerja secara sinergis, efisien, dan andal dalam mendukung kepatuhan konsumsi obat pengguna.

Pada Gambar 3.2, peneliti telah menyusun sebuah diagram *swimlane* yang menggambarkan urutan logika dari sistem dispenser obat pil otomatis berbasis IoT. Diagram tersebut menjelaskan alur kerja sistem secara menyeluruh, dari sisi interaksi pengguna hingga aksi fisik perangkat. Berikut penjabaran detail dari setiap tahapan proses dalam diagram *swimlane*:

#### **1. Pengaturan Jadwal oleh Pengguna**

- Pengguna mengatur jadwal konsumsi obat melalui aplikasi Android berupa nama obat, tanggal, dan waktu konsumsi obat.
- Jadwal yang diinput akan langsung tersimpan ke Firebase sebagai data referensi utama.

#### **2. ESP32 Membaca Data Jadwal dari Firebase**

- ESP32 akan membaca data jadwal secara berkala dari Firebase.
- Jika jadwal tidak ditemukan, sistem menampilkan pesan "No Schedule Found" pada LCD dan masuk ke mode standby.

#### **3. Pengecekan Waktu Konsumsi**

- Jika jadwal ditemukan, sistem akan memeriksa apakah waktu konsumsi sudah sesuai.
- Jika belum waktunya, ESP32 tetap standby menunggu sampai masuk waktu yang ditentukan.

#### **4. Aktivasi Notifikasi**

- Saat waktu konsumsi obat tiba, sistem mengaktifkan notifikasi melalui LED, piezon buzzer, dan tulisan pada layar LCD untuk mengingatkan pengguna.

#### 5. **Pushbutton Ditekan dalam 30 Menit**

- Jika pengguna menekan tombol dalam waktu 30 menit, servo motor berputar untuk mengeluarkan obat dari tabung penyimpanan.
- Status konsumsi dicatat sebagai “Dikonsumsi” dan dikirim ke Firebase.
- Status “Dikonsumsi” menandakan jika pengguna mengonsumsi obat secara tepat waktu.

#### 6. **Pushbutton Ditekan setelah 30 Menit**

- Jika tombol ditekan lebih dari 30 menit setelah notifikasi aktif, obat tetap dikeluarkan oleh servo motor.
- Namun, status dicatat sebagai “Terlambat Dikonsumsi” dan disimpan ke Firebase.
- Status “Terlambat Dikonsumsi” menandakan jika pengguna mengonsumsi obat secara terlambat.

#### 7. **Pushbutton Tidak Ditekan**

- Bila tidak ada respon sama sekali dari pengguna dalam jangka waktu tertentu, sistem akan mematikan notifikasi secara otomatis.
- Sistem kemudian memeriksa apakah masih terdapat jadwal berikutnya. Jika ada, status dicatat sebagai “Tidak Dikonsumsi” dan dikirim ke Firebase, kemudian sistem kembali standby menunggu waktu berikutnya. Jika tidak ada, status dicatat sebagai “Tidak Dikonsumsi” dan dikirim ke Firebase.

#### 8. **Kembali ke Mode Standby**

- Setelah proses selesai dan belum ada jadwal yang diatur oleh pengguna, ESP32 kembali ke kondisi awal dan menunggu jadwal konsumsi selanjutnya.

Dengan alur ini, sistem tidak hanya mampu menjalankan tugasnya secara otomatis, tetapi juga dapat mencatat semua interaksi pengguna secara akurat. Flowchart ini membantu memperjelas logika yang digunakan sistem dalam mengambil keputusan, serta menunjukkan bagaimana desain teknologi ini benar-benar mengutamakan kenyamanan, kepatuhan, dan kebutuhan pengguna sebagai bagian dari pendekatan *human-centered*.

### 4.2.3 Integrasi Fitur dalam Rancangan Sistem IoT Terpadu

Sebagai kelanjutan dari proses *Inspiration* dan *Ideation* dalam metode *Human-Centered Design*. Pada bagian ini, peneliti menguraikan hasil dari proses perancangan teknis sistem, khususnya pada aspek rangkaian *hardware* berbasis IoT. Rancangan ini dikembangkan berdasarkan kebutuhan pengguna yang telah diidentifikasi sebelumnya dan dirancang ke dalam konsep sistem yang mempertimbangkan efisiensi daya, kestabilan koneksi, serta kemudahan interaksi antara pengguna dan perangkat. Tujuan utama dari rancangan ini adalah menciptakan sistem dispenser obat pil otomatis yang andal, presisi, dan ramah pengguna.

Adapun komponen-komponen utama dalam sistem dirancang secara integratif sebagai berikut:

#### 1. Microcontroller ESP32

ESP32 menjadi pusat kendali sistem karena memiliki sejumlah keunggulan penting. *Microcontroller* ini mendukung konektivitas Wi-Fi dan Bluetooth, yang memungkinkan komunikasi langsung dengan Firebase tanpa memerlukan modul tambahan. Selain itu, ESP32 memiliki jumlah pin I/O yang cukup banyak dan kemampuan pemrosesan tinggi, sehingga ideal untuk sistem *real-time* seperti dispenser obat ini. Dalam rangkaian, ESP32 mengatur logika kerja serta menjadi penghubung antara input (seperti RTC dan pushbutton) dan output (seperti LCD, buzzer, LED, dan servo).

#### 2. Modul RTC DS3231

Modul RTC DS3231 dipilih untuk memastikan akurasi waktu sistem, hal ini sangat penting dalam mengatur jadwal pengeluaran obat. Modul ini dilengkapi dengan baterai cadangan internal sehingga waktu tetap terjaga meskipun perangkat utama dimatikan. RTC terhubung ke ESP32 melalui jalur komunikasi I2C menggunakan pin GPIO21 (SDA) dan GPIO22 (SCL), yang sama digunakan oleh LCD untuk efisiensi penggunaan pin.

#### 3. Layar LCD I2C 16x2

LCD berfungsi sebagai antarmuka visual bagi pengguna. Komponen ini menampilkan informasi penting seperti waktu, status jadwal, atau pesan notifikasi lainnya. Menggunakan protokol I2C, LCD hanya membutuhkan dua pin komunikasi, yaitu GPIO21 dan GPIO22. Keputusan ini didasarkan pada efisiensi penggunaan pin dan kemudahan integrasi dalam rangkaian.

#### 4. Servo Motor ES08MA II

Servo motor analog ES08MA II digunakan untuk mekanisme fisik pengeluaran obat. Motor ini dikontrol melalui pin GPIO18 pada ESP32 dan mendapatkan suplai daya dari baterai eksternal 6V, guna menghindari beban berlebih pada ESP32. Ground motor disatukan dengan GND ESP32 untuk menciptakan common ground yang stabil. Pemilihan servo ini mempertimbangkan kemampuannya untuk bergerak dengan sudut presisi dan daya torsi yang cukup.

#### 5. Piezo Buzzer

Buzzer digunakan untuk memberikan notifikasi suara yang mudah dikenali, khususnya bagi pengguna lansia. Terhubung ke GPIO27 dan GND, komponen ini berfungsi saat waktu konsumsi obat tiba. Selain hemat daya, bunyi khas buzzer mampu memberi isyarat yang jelas dan efektif secara auditori.

#### 6. Lampu LED

Lampu LED memberikan notifikasi visual saat sistem aktif atau ketika notifikasi pengingat aktif. Komponen ini dipasang pada GPIO0 dan diberi resistor 220 ohm sebagai pembatas arus. Kehadiran indikator visual ini mendukung inklusivitas, terutama bagi pengguna yang memiliki gangguan pendengaran.

#### 7. Pushbutton

*Pushbutton* digunakan sebagai input manual pengguna untuk mengonfirmasi dan mencatat bahwa obat telah dikonsumsi. Dihubungkan ke GPIO4 dan GND, tombol ini juga dilengkapi resistor *pull-down* sebesar 10k ohm untuk menjaga kestabilan logika LOW saat tombol tidak ditekan.

#### 8. Baterai 6V

Baterai 6V digunakan untuk menyuplai daya kepada servo motor secara terpisah dari sistem utama, sehingga memastikan tidak ada gangguan daya pada ESP32 saat motor bekerja. Pendekatan ini meningkatkan stabilitas keseluruhan rangkaian.

#### 9. Manajemen Ground (GND)

Seluruh komponen dihubungkan pada satu titik ground yang sama dengan ESP32 untuk menciptakan *common ground*. Hal ini sangat penting agar komunikasi antar komponen berjalan dengan stabil dan bebas dari gangguan sinyal atau *electric noise*.

Visualisasi rangkaian secara keseluruhan dapat dilihat pada Gambar 3.3, sedangkan konfigurasi detail tiap pin tersedia dalam Tabel 3.3. Rancangan ini telah disusun secara

modular dan sistematis untuk mempermudah tahap perakitan prototipe dan pengujian fungsi pada prototipe alat. Sebagai catatan penting, keseluruhan rancangan ini tidak hanya berfokus pada aspek teknis dan efisiensi, tetapi juga selaras dengan prinsip HCD.

Sistem ini dirancang agar dapat diakses dengan mudah oleh pengguna dari berbagai latar belakang usia dan kondisi sensorik, melalui perpaduan antara antarmuka visual dan audio yang intuitif. Rangkaian ini menjadi landasan utama yang akan diimplementasikan ke tahap *implementation*, di mana seluruh sistem akan dikembangkan menjadi prototipe fungsional dan diuji langsung pada pengguna untuk memastikan performa teknis maupun kesesuaian dengan kebutuhan pengguna yang sesungguhnya.

### **4.3 Implementasi Prototipe dan Integrasi Sistem**

Tahap ini merupakan bagian dari tahap *implementation*, yaitu tahap terakhir dalam metode *Human-Centered Design* (HCD) yang berfokus pada penerapan seluruh rancangan yang telah dikembangkan pada tahap *ideation* ke dalam bentuk prototipe fungsional. Pada tahap ini, peneliti merealisasikan rancangan dispenser obat pil otomatis melalui proses perakitan komponen *hardware*, pengembangan *software*, serta integrasi sistem dengan Firebase dan aplikasi mobile.

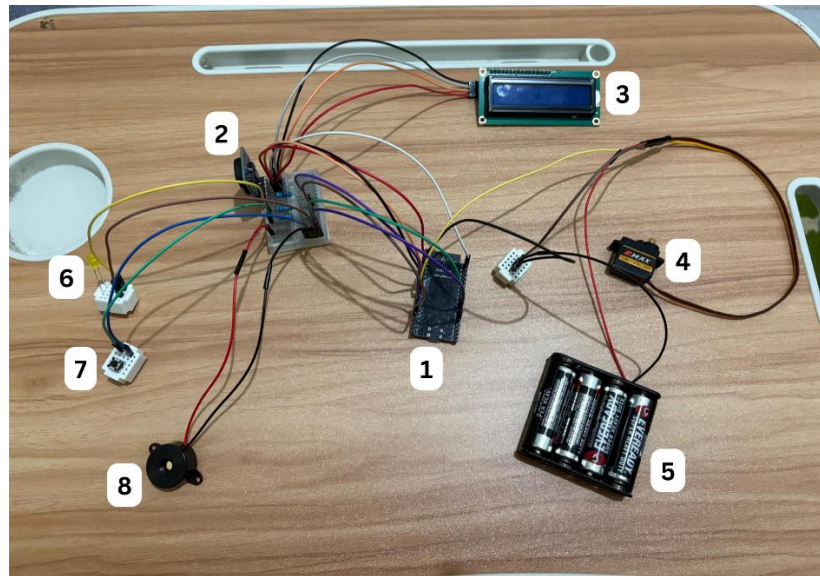
#### **4.3.1 Perakitan Prototipe**

Pengembangan prototipe dimulai dengan proses perakitan komponen *hardware* yang meliputi *microcontroller* ESP32, modul RTC DS3231, layar LCD I2C 16x2, lampu LED, Lampu LED, *Pushbutton*, Servo Motor ES08MA II, serta Baterai 6V. Setiap komponen diintegrasikan secara sistematis mengikuti skema rangkaian yang telah dirancang sebelumnya. Prototipe yang dihasilkan memiliki desain yang praktis dengan mempertimbangkan kemudahan penggunaan oleh berbagai kelompok usia.



Gambar 4.1 Prototipe Fungsional Dispenser Obat.

Gambar 4.1 memperlihatkan bentuk fisik dari prototipe fungsional dispenser obat pil otomatis berbasis IoT yang telah dirakit. Sistem ini dirancang sebagai solusi terintegrasi dalam manajemen konsumsi obat harian secara *real-time*. Prototipe ini terdiri dari dua bagian utama, yakni tabung penyimpanan obat di bagian atas dan kompartemen elektronik di bagian bawah, yang dirakit presisi dalam wadah daur ulang berbahan plastik *food-grade* demi menjamin keamanan dan higienitas. Tabung penyimpanan pada bagian atas berfungsi menampung berbagai jenis dan ukuran pil, dilengkapi dengan piringan bersekat menyerupai kipas, di mana tiap sekat dapat diisi satu atau lebih dosis obat. Proses pengeluaran obat dilakukan secara otomatis oleh motor servo yang memutar piringan sesuai jadwal konsumsi yang telah ditentukan. Ketika waktu yang dijadwalkan tiba dan pengguna menekan tombol, piringan akan berputar dan menjatuhkan dosis obat ke tempat keluaran.



Gambar 4.2 Rangkaian Perangkat Hardware.

**Keterangan:**

- |                          |                      |
|--------------------------|----------------------|
| 1: Microcontroller ESP32 | 5: Baterai 6V        |
| 2: Modul RTC DS3231      | 6: Lampu LED         |
| 3: Layar LCD I2C 16x2    | 7: <i>Pushbutton</i> |
| 4: Servo Motor ES08MA II | 8: Piezo Buzzer      |

Bagian bawah prototipe berfungsi sebagai pusat kendali sistem yang menampung seluruh komponen elektronik utama, seperti *microcontroller* ESP32, modul RTC DS3231 untuk menjaga akurasi waktu, layar LCD I2C 16x2, buzzer, *pushbutton*, serta servo motor ES08MA II. Seluruh komponen ini dirangkai menggunakan *breadboard* dan kabel jumper untuk mempermudah proses pengujian awal. ESP32 menjadi otak dari sistem yang mengatur alur kerja perangkat dan berkomunikasi dengan modul RTC melalui koneksi I2C guna mendapatkan data waktu yang akurat. Informasi seperti waktu dan jenis obat ditampilkan secara *real-time* melalui layar LCD, sementara notifikasi diberikan dalam bentuk suara melalui buzzer dan visual melalui lampu LED yang berkedip saat waktu minum obat tiba. Pengguna juga dapat memberikan konfirmasi manual dengan menekan tombol. Motor servo yang mendapatkan daya dari baterai eksternal 6V dikendalikan oleh ESP32 menggunakan sinyal PWM untuk memutar piringan penyalur obat di dalam tabung. Untuk menjaga sinkronisasi sistem, *ground* baterai servo disambungkan ke *ground* ESP32 sebagai *common ground*. Seluruh rangkaian ini ditempatkan dalam wadah tertutup untuk menjaga keamanan sistem, sekaligus dirancang agar mudah dirawat dan fleksibel untuk pengembangan lebih lanjut.

Integrasi antara perangkat keras dan perangkat lunak ini mendukung terciptanya sistem yang responsif, aman, dan mudah digunakan.

#### 4.3.2 Integrasi Prototipe dan Aplikasi Mobile

Untuk mendukung proses integrasi antara prototipe dan aplikasi mobile, peneliti memanfaatkan Firebase sebagai platform penyimpanan data yang memungkinkan sinkronisasi jadwal serta status konsumsi obat secara *real-time*. Dalam sistem dispenser obat pil otomatis berbasis IoT yang dikembangkan, aplikasi mobile berperan penting dalam menunjang fungsionalitas perangkat secara keseluruhan. Integrasi antara prototipe dan aplikasi mobile ditujukan untuk memberikan pengalaman pengguna yang menyeluruh mulai dari pengelolaan stok obat, penjadwalan konsumsi, hingga pemantauan riwayat penggunaan obat. Seluruh proses komunikasi antar komponen dimediasi oleh Firebase Realtime Database yang berfungsi sebagai jembatan penghubung guna memastikan sinkronisasi data secara waktu nyata.

##### Konfigurasi Dasar Firebase:

```
// Firebase configuration
#define FIREBASE_HOST "penelitian-2b613-default-rtdb.firebaseio.com"
#define FIREBASE_AUTH "9rh2IGweYrEZJz4UGXfeRRB3L6JLOtzzrxeEetFZQ"

// Firebase objects
FirebaseData firebaseData;
FirebaseConfig config;
FirebaseAuth auth;

// Inisialisasi koneksi Firebase

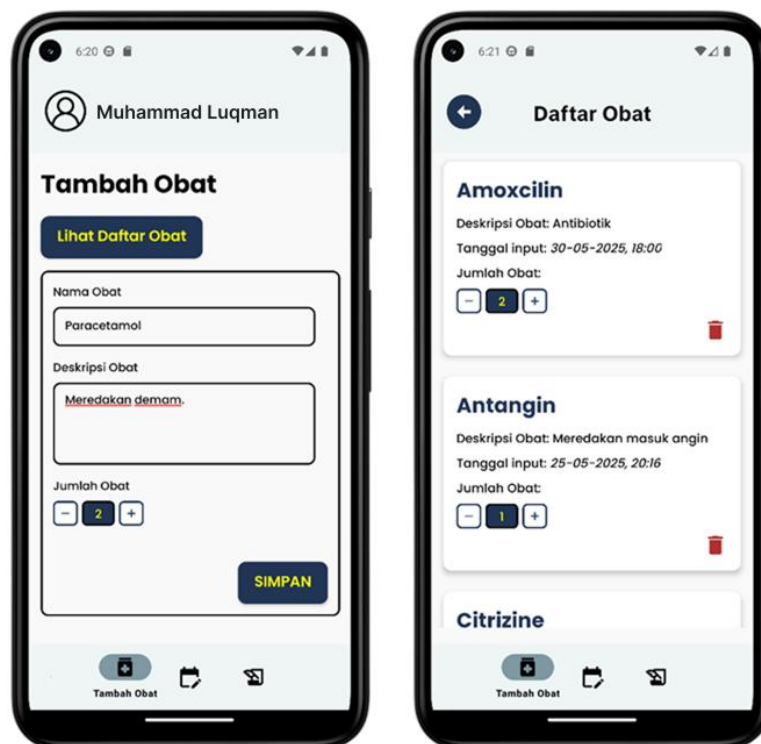
void initializeFirebase() {
    Serial.println("DEBUG: Initializing Firebase...");

    config.host = FIREBASE_HOST;
    config.signer.tokens.legacy_token = FIREBASE_AUTH;

    Firebase.begin(&config, &auth);
    Firebase.reconnectWiFi(true);
```

```
if (Firebase.ready()) {  
  Serial.println("DEBUG: Firebase initialized successfully");  
  lcd.clear();  
  lcd.setCursor(0, 0);  
  lcd.print("Firebase Ready");  
  delay(1000);  
} else {  
  Serial.println("ERROR: Firebase initialization failed");  
  lcd.clear();  
  lcd.setCursor(0, 0);  
  lcd.print("Firebase Error");  
}  
}
```

Fungsi ini merupakan inisialisasi koneksi Firebase dengan mengkonfigurasi *host database* dan token autentikasi. Fungsi ini memastikan ESP32 dapat terhubung ke Firebase Realtime Database dan serta menampilkan status melalui LCD serta monitoring melalui Serial Monitor pada Arduino IDE untuk memudahkan proses debugging saat pengembangan sistem.



Gambar 4.3 Halaman Tambah Obat dan Daftar Obat.

Pada aplikasi mobile, halaman Tambah Obat memungkinkan pengguna untuk menginput nama obat, deskripsi kegunaan, serta jumlah obat yang akan disimpan pada dispenser. Fitur ini terintegrasi langsung dengan mekanisme fisik perangkat, khususnya bagian tabung penyimpanan obat yang berada di sisi atas prototipe. Data obat yang ditambahkan melalui aplikasi mobile akan langsung tersimpan ke dalam *database* Firebase dengan struktur path `/JadwalKonsumsi/{userId}`.

Tabel 4.2 ESP32 Mengambil Data Pengguna Aktif.

```
// Mendapatkan daftar user aktif dari Firebase
void getActiveUsers() {
  Serial.println("DEBUG: Getting active users from Firebase...");

  if (!Firebase.ready()) {
    Serial.println("ERROR: Firebase not ready");
    return;
  }
}
```

```

    }

    String path = "/JadwalKonsumsi";

    if (Firebase.getJSON(firebaseData, path)) {
        Serial.println("DEBUG: Successfully retrieved users data");

        DynamicJsonDocument doc(8192);
        deserializeJson(doc, firebaseData.jsonString());

        JsonObject users = doc.as<JsonObject>();
        activeUserCount = 0;

        for (JsonPair user : users) {
            if (activeUserCount < 10) {
                activeUsers[activeUserCount] = user.key().c_str();
                Serial.print("DEBUG: Found active user: ");
                Serial.println(activeUsers[activeUserCount]);
                activeUserCount++;
            }
        }

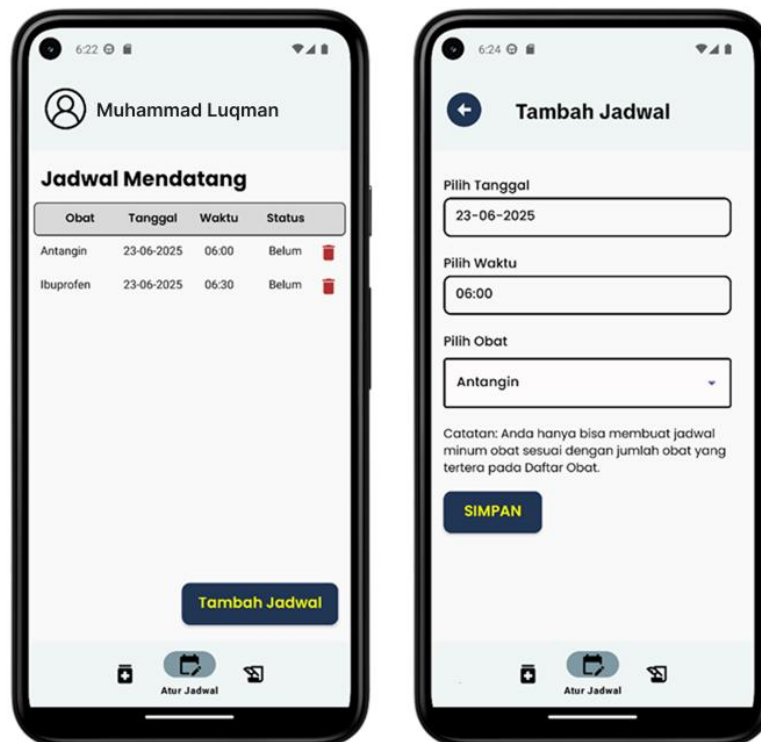
        Serial.print("DEBUG: Total active users found: ");
        Serial.println(activeUserCount);

        if (activeUserCount == 0) {
            Serial.println("WARNING: No active users found");
            lcd.clear();
            lcd.setCursor(0, 0);
            lcd.print("No Users Found");
            lcd.setCursor(0, 1);
            lcd.print("Waiting...");
        }
    }

```

```
    } else {  
        Serial.print("ERROR: Failed to get users data: ");  
        Serial.println(firebaseData.errorReason());  
    }  
}
```

Fungsi ini bertugas untuk mengambil dan memproses daftar pengguna yang memiliki jadwal konsumsi obat aktif dari Firebase. Implementasi fungsi ini digunakan dalam tahap pengembangan untuk menguji potensi skalabilitas sistem ketika harus membaca data lebih dari satu pengguna. Namun, dalam penelitian ini fungsi tersebut tidak digunakan pada skenario penggunaan utama, karena sistem difokuskan untuk personal use (satu pasien per perangkat). Dengan demikian, walaupun arsitektur Firebase mendukung *multi-user*, rancangan implementasi diarahkan agar lebih sederhana dan aman bagi pengguna. Dalam konteks keluarga, *caregiver* tetap dapat menggunakan aplikasi untuk mengatur jadwal obat pengguna lansia serta memantau riwayat konsumsi obatnya.



Gambar 4.4 Halaman Atur Jadwal dan Tambah Jadwal.

Selanjutnya, halaman Atur Jadwal memberikan keleluasaan bagi pengguna untuk mengatur jadwal konsumsi obat dengan akurat, sesuai dengan anjuran medis. Pengguna dapat memilih tanggal, jam, serta obat yang ingin dikonsumsi dari daftar yang telah tersimpan. Data jadwal ini kemudian diproses oleh *microcontroller* ESP32 yang terhubung dengan modul RTC DS3231 untuk menjaga akurasi waktu. Ketika jadwal tiba, sistem akan mengaktifkan motor servo untuk memutar piringan sesuai posisi obat yang dijadwalkan, dan buzzer akan memberikan notifikasi suara sebagai pengingat. ESP32 secara berkala melakukan pengecekan ke Firebase setiap 5 detik untuk mengambil data jadwal terbaru.

Tabel 4. 3 Mengecek Jadwal Secara Berkala.

```
// Loop utama program yang berjalan berkala
void loop() {
    // Handle button press
    handleButtonPress();
```

```
// Check Firebase for schedules periodically with higher frequency for better timing
if (millis() - lastFirebaseCheck >= FIREBASE_CHECK_INTERVAL) {
    checkAllUsersSchedules();
    lastFirebaseCheck = millis();
}

// Handle active notifications
if (notificationActive) {
    handleNotification();
}

// Update display with current time
if (!notificationActive && millis() % 5000 < 100) {
    displayCurrentTime();
}

delay(50); // Reduced delay for better responsiveness
}

// Mengecek jadwal obat untuk semua user aktif
void checkAllUsersSchedules() {
    if (activeUserCount == 0) {
        getActiveUsers();
        return;
    }

    // Check schedules for each active user
    for (int i = 0; i < activeUserCount; i++) {
        checkMedicineSchedulesForUser(activeUsers[i]);
    }
}
```

Fungsi ini merupakan loop utama sistem yang mengatur semua aktivitas perangkat secara periodik. Fungsi ini menangani *input* tombol, melakukan pengecekan jadwal ke Firebase secara berkala setiap 5 detik, mengelola notifikasi aktif, dan memperbarui tampilan waktu. Desain ini memastikan sistem responsif terhadap input pengguna sambil tetap memantau jadwal konsumsi obat secara *real-time*.

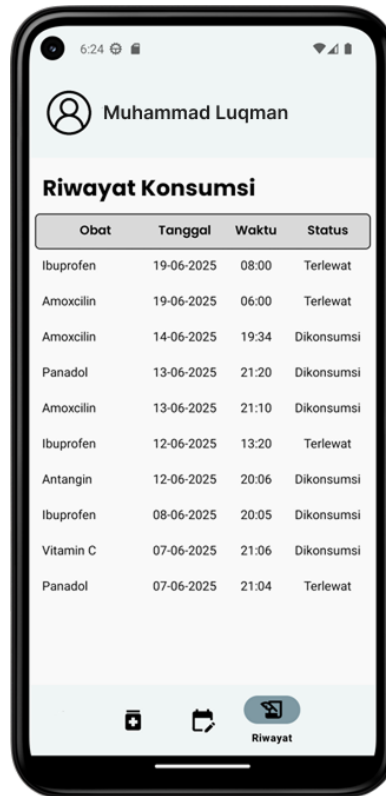
Tabel 4.4 Mendeteksi Keselarasan antara Waktu RTC dengan Jadwal di Firebase.

```
// Check if schedule matches current time exactly
    if (scheduledDate == currentDate && scheduledTime == currentTime && !taken &&
!notificationActive) {
        Serial.println("DEBUG: Schedule matched! Activating notification...");
        Serial.print("DEBUG: Current time: ");
        Serial.println(currentTime);
        Serial.print("DEBUG: Scheduled time: ");
        Serial.println(scheduledTime);

        userId = checkUserId;
        currentScheduleId = scheduleId;
        currentMedicine = medicine;
        lastCheckedTime = currentTimeKey;

        // Start notification immediately without dispensing
        startNotification();
        return;
    }
```

Fungsi bertugas menyelaraskan waktu RTC dengan jadwal obat yang tersimpan di Firebase. Sistem membandingkan tanggal dan waktu saat ini dengan setiap jadwal yang belum dikonsumsi, dan ketika ditemukan kecocokan, akan mengaktifkan notifikasi. Mekanisme pencegahan duplikasi notifikasi juga diterapkan untuk menghindari notifikasi berulang pada waktu yang sama.



Gambar 4.5 Halaman Riwayat Konsumsi.

Adapun halaman Riwayat Konsumsi menampilkan data lengkap riwayat konsumsi pengguna pengguna, berupa waktu dan status obat yang telah dikonsumsi maupun yang terlewat. Fitur ini terintegrasi langsung dengan interaksi pengguna ketika menekan tombol fisik pada perangkat untuk mengeluarkan obat sesuai jadwal. Setiap pengguna menekan tombol sesuai jadwal, data akan secara otomatis dikirim dan disimpan ke dalam sistem *database* serta ESP32 akan menjalankan fungsi `updateMedicineStatus()` yang secara otomatis mengubah *field* “taken”, lalu riwayat akan ditampilkan pada aplikasi.

Tabel 4.5 Update Status Obat di Firebase.

```
// Mengupdate status obat di Firebase (sudah diminum atau belum)
void updateMedicineStatus(bool taken) {
    Serial.println("DEBUG: Updating medicine status...");
    Serial.print("DEBUG: Schedule ID: ");
    Serial.println(currentScheduleId);
    Serial.print("DEBUG: Taken: ");
    Serial.println(taken ? "true" : "false");
}
```

```
if (!Firebase.ready()) {
    Serial.println("ERROR: Firebase not ready");
    return;
}

// Only update the 'taken' field, not the 'status'
String takenPath = "/JadwalKonsumsi/" + userId + "/" + currentScheduleId + "/taken";

if (Firebase.setBool(firebaseData, takenPath, taken)) {
    Serial.println("DEBUG: Successfully updated 'taken' status");

    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0, 0);
    if (taken) {
        lcd.print("Medicine Taken");
        lcd.setCursor(0, 1);
        lcd.print("Thank you!");
    } else {
        lcd.print("Medicine Missed");
        lcd.setCursor(0, 1);
        lcd.print("Next time!");
    }

    delay(3000);
    showNextSchedule();

} else {
    Serial.print("ERROR: Failed to update taken status: ");
    Serial.println(firebaseData.errorReason());
}
}
```

Fungsi ini bertugas memperbarui status konsumsi obat di Firebase Database dengan mengubah field 'taken' menjadi true atau false sesuai dengan kondisi aktual. Sistem memberikan feedback visual yang berbeda melalui LCD tergantung apakah obat berhasil dikonsumsi atau terlewat, kemudian secara otomatis menampilkan jadwal obat berikutnya untuk membantu pengguna tetap mengikuti regimen pengobatan.

Secara keseluruhan, integrasi antara aplikasi dengan prototipe mampu menghadirkan solusi manajemen konsumsi obat yang tidak hanya otomatis dan *real-time*, tetapi juga ramah pengguna, mudah digunakan oleh berbagai kelompok usia, tetap higienis, serta aman dari akses yang tidak diinginkan. Sistem ini difokuskan untuk penggunaan personal (*single-user*), di mana untuk pengguna lansia yang membutuhkan *caregiver* dapat membantu mengatur jadwal melalui aplikasi dan pengguna lansia hanya perlu mengambil obat sesuai jadwal dari dispenser. Dengan adanya catatan waktu dan status konsumsi obat yang tercatat di aplikasi, keluarga maupun tenaga kesehatan dapat dengan mudah memantau kepatuhan pengguna, mengetahui apakah obat telah diminum sesuai jadwal atau terlewat, sehingga pengawasan menjadi lebih praktis dan akurat. Dukungan *multi-user* penuh (multi-pasien dalam satu perangkat) tidak termasuk dalam ruang lingkup penelitian ini, namun menjadi potensi pengembangan di masa depan.

#### **4.4 Uji Coba dan Evaluasi Hasil Pengujian Sistem**

##### **4.4.1 Pengujian Kinerja Prototipe**

Tahap pengujian sistem prototipe dilakukan untuk memastikan bahwa seluruh fungsi utama dari dispenser obat pil otomatis berbasis IoT dapat berfungsi dengan baik dan sesuai dengan rancangan sistem. Uji coba ini dilaksanakan secara menyeluruh untuk mengamati performa perangkat dalam setiap tahapan, dimulai dari inisialisasi sistem hingga interaksi antara perangkat dengan pengguna melalui Firebase dan aplikasi mobile.

```
DEBUG: LCD initialized successfully  
DEBUG: Initializing RTC...  
DEBUG: RTC initialized successfully  
DEBUG: Initializing servo...  
DEBUG: Servo initialized successfully  
DEBUG: Connecting to WiFi...
```

Gambar 4.6 Inisiasi Perangkat.

Langkah awal pengujian dimulai dengan proses inisialisasi *hardware*, yaitu ESP32, modul RTC DS3231, LCD I2C 16x2, serta motor servo. Ketika perangkat pertama kali dinyalakan, sistem melakukan proses pengecekan dan aktivasi masing-masing komponen tersebut secara berurutan. Proses ini memastikan bahwa semua komponen siap untuk digunakan sebelum melanjutkan ke proses berikutnya.

```
DEBUG: WiFi connected successfully  
DEBUG: IP address: 172.20.10.5
```

Gambar 4.7 Koneksi WiFi.

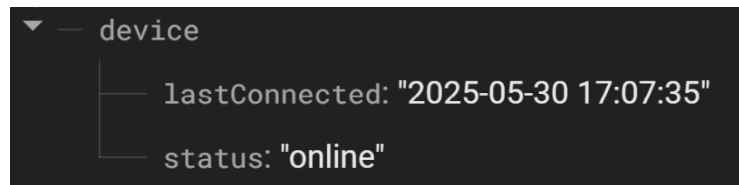
```
DEBUG: Syncing RTC with NTP...  
DEBUG: RTC synced with NTP successfully  
DEBUG: Current time: 2025-06-24T13:31:16
```

Gambar 4.8 Sinkronisasi Waktu.

Setelah proses inisialisasi berhasil dilakukan, sistem akan mencoba untuk menghubungkan perangkat ke jaringan WiFi. Keberhasilan koneksi WiFi menjadi penentu utama untuk dapat terhubung dengan Firebase sebagai basis data yang digunakan. Gambar 4.10 menunjukkan status ketika koneksi ke WiFi berhasil dilakukan, yang dilanjutkan dengan proses sinkronisasi waktu menggunakan protokol NTP (Network Time Protocol). Sinkronisasi ini penting untuk memastikan bahwa waktu yang digunakan sistem akurat dan sinkron. Waktu hasil sinkronisasi ini kemudian disimpan ke dalam modul RTC agar perangkat tetap dapat menjaga akurasi waktu meskipun sewaktu-waktu kehilangan koneksi internet.

```
DEBUG: Initializing Firebase...  
DEBUG: Firebase initialized successfully
```

Gambar 4.12 Inisiasi Firebase.



Gambar 4.9 Alat Terkoneksi dengan Firebase.

Setelah sinkronisasi waktu selesai dan waktu berhasil disimpan ke dalam RTC, sistem melanjutkan ke proses inisialisasi Firebase. Firebase Realtime Database digunakan untuk menyimpan data jadwal konsumsi obat, status pengambilan obat, serta riwayat konsumsi. Gambar 4.12 memperlihatkan kondisi saat sistem berhasil terhubung ke Firebase.

```

DEBUG: Getting active users from Firebase...
DEBUG: Successfully retrieved users data
DEBUG: Found active user: D9kfMhhhtiPfger9eHMl0JizgZI3
DEBUG: Total active users found: 1
=== System Ready ===
  
```

Gambar 4.10 Mencari User dan User Ditemukan.

```

DEBUG: Getting active users from Firebase...
ERROR: Failed to get users data: path not exist
  
```

Gambar 4.11 Mencari User dan User Tidak Ditemukan.

Setelah berhasil terhubung, perangkat mulai mengakses Firebase untuk mencari data pengguna aktif. Sistem membaca data berdasarkan ID pengguna yang telah ditentukan sebelumnya dan akan menampilkan informasi apakah pengguna ditemukan atau tidak. Gambar 4.14 memperlihatkan kondisi ketika sistem berhasil menemukan data pengguna, sedangkan Gambar 4.15 menampilkan kondisi ketika pengguna tidak ditemukan dalam *database*.

```
DEBUG: Schedule matched! Activating notification...  
DEBUG: Current time: 13:36  
DEBUG: Scheduled time: 13:36  
DEBUG: Starting notification...
```

Gambar 4.12 Terdapat Jadwal dan Mengaktifkan Notifikasi.

```
DEBUG: Getting active users from Firebase...  
DEBUG: Successfully retrieved users data  
DEBUG: Total active users found: 0
```

Gambar 4.13 Tidak Terdapat Jadwal.

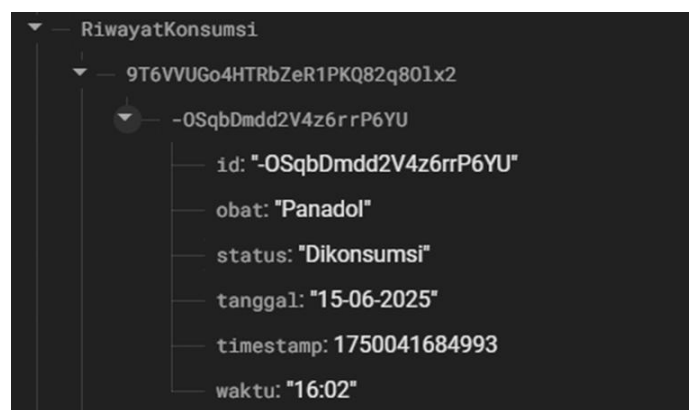
Langkah selanjutnya yaitu pengecekan terhadap jadwal konsumsi obat. Sistem akan mencari apakah terdapat jadwal konsumsi obat yang sesuai dengan waktu saat ini. Jika ditemukan jadwal aktif yang waktunya sudah mendekati waktu konsumsi, maka sistem akan mengaktifkan notifikasi berupa suara melalui buzzer dan lampu dari LED. Gambar 4.16 menunjukkan ketika jadwal ditemukan, sedangkan Gambar 4.17 menunjukkan kondisi saat tidak ada jadwal yang ditemukan.

```

DEBUG: Notification started - Press button to dispense and confirm
DEBUG: Button pressed
DEBUG: Dispensing medicine and updating status
DEBUG: Stopping notification...
DEBUG: Notification stopped
DEBUG: Dispensing medicine...
DEBUG: Medicine dispensed successfully
DEBUG: Updating medicine status...
DEBUG: Schedule ID: -OTVdM1f_pHek4jocn3v
DEBUG: Taken: true
DEBUG: Successfully updated 'taken' status

```

Gambar 4.14 Mekanisme Pencatatan.



Gambar 4.15 RiwayatKonsumsi saat taken = true pada Firebase Realtime Database.



Gambar 4.16 RiwayatKonsumsi saat taken = false pada Firebase Realtime Database.

Ketika pengguna merespons notifikasi dengan menekan tombol konfirmasi pada perangkat, sistem akan menghentikan notifikasi dan menjalankan motor servo untuk mengeluarkan obat. Pada saat yang sama, status jadwal di Firebase akan diperbarui: *taken* = true, dan jadwal tersebut akan dipindahkan dari koleksi JadwalKonsumsi ke RiwayatKonsumsi dengan status “Dikonsumsi”. Seluruh detail, seperti nama obat, waktu konsumsi, dan

*timestamp*, akan dicatat secara otomatis. Gambar 4.19 memperlihatkan kondisi data ketika jadwal telah dikonsumsi. Sebaliknya, jika dalam waktu 30 menit setelah notifikasi aktif pengguna tidak menekan tombol konfirmasi, maka *taken* = false dan jadwal akan tetap dipindahkan ke RiwayatKonsumsi dengan status “Terlewat” dan nilai *taken* tetap seperti pada Gambar 4.20. Dalam kondisi ini, sistem tidak akan mengurangi jumlah stok obat.

```
DEBUG: Showing next schedule...
DEBUG: Next medicine: Panadol at 16:00
```

Gambar 4.17 Membaca Jadwal Selanjutnya.

Setelah satu siklus jadwal konsumsi selesai dijalankan, sistem secara otomatis akan mencari jadwal selanjutnya yang tersimpan dalam Firebase. Proses ini dilakukan secara berkala untuk memastikan bahwa pengguna mendapatkan notifikasi konsumsi obat sesuai waktu yang telah ditentukan. Gambar 4.21 menunjukkan saat sistem membaca dan mempersiapkan jadwal berikutnya.

Keseluruhan hasil uji coba menunjukkan bahwa perangkat berhasil menjalankan setiap tahap fungsional secara berurutan dan stabil tanpa kendala berarti. Integrasi antara perangkat IoT, Firebase, dan aplikasi mobile dapat bekerja secara sinergis dan *real-time*. Hal ini menandakan bahwa prototipe telah siap untuk digunakan dalam skenario penggunaan oleh pengguna dari berbagai kelompok usia.

#### 4.4.2 Pengujian dengan Pengguna

Pada tahap ini pengujian dilakukan dengan peneliti memperagakan cara dan alur penggunaan dispenser obat, mulai dari mengatur jadwal konsumsi obat, menyusun obat ke dalam tabung dispenser, notifikasi pengingat, hingga pengambilan obat saat waktu yang ditentukan tiba. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem secara umum dapat berfungsi dengan baik dan fitur-fitur berjalan sesuai alur yang telah dirancang. Namun, ditemukan beberapa kendala dan kekurangan, terutama pada calon pengguna lansia. Meskipun mereka mampu mengoperasikan alat dengan baik, namun beberapa di antaranya masih mengalami kesulitan dalam menyusun obat sesuai urutan jadwal, serta kendala dalam mengatur jadwal konsumsi melalui aplikasi karena keterbatasan pemahaman penggunaan *smartphone*. Temuan ini menjadi masukan penting untuk penyempurnaan antarmuka aplikasi dan desain alat agar lebih ramah bagi pengguna dengan keterbatasan tertentu.

##### 1) Responden 1: Bapak Rahmat Setya Prabu (64 Tahun)

- **Tampilan Dispenser Obat:** Responden menilai alat ini mudah digunakan karena kesederhanaannya. "Namanya orang tua ya udah ketinggalan pakai teknologi sekarang, tapi selama itu simple dan gak banyak pencet-pencet atau banyak menu ya masih bisa. Nah seperti alat ini gampang simple jadi saya rasa masih gampang untuk seumur saya." Beliau juga menekankan kemudahan penggunaan bagi orang awam: "jadi orang awam sekalipun pasti mengerti menggunakan alat dan aplikasi ini."
- **Notifikasi:** "Alarm dan pengingatnya paling membantu di alat ini." Responden menyarankan fitur kustomisasi suara: "Kalau bisa suaranya bisa custom atau bisa dari rekaman orang itu sendiri."
- **Masukan dan Saran:** Responden mengusulkan perbaikan portabilitas dan daya tahan: "Kalau saya, alatnya bisa diperkecil lagi jadi bisa dikantongin, baterainya kurang besar karena harus disambungin." Secara keseluruhan: "Pada intinya prototipe ini sudah bagus, tadi dilihat sudah berfungsi dengan baik. Sangat persis dengan aplikasinya sama."

## 2) Responden 2: Ibu Elvin Meriyanti (55 Tahun)

- **Riwayat Konsumsi Obat:** "Pernah mengkonsumsi obat rutin, tapi kalau minum amoxicilin obat antibiotik waktunya sering kelewat atau ibu suka ketiduran. Sering terlewat jadwal minum obat, terutama malam atau menjelang tidur."
- **Tampilan Dispenser Obat:**  
"Tidak ada kendala menggunakan hp, tapi kalau alat elektronik ya asal mencet-mencet. Kalau alat ini masih gampang apalagi kalau ter-connect sama aplikasi jadi lebih simple." Responden menunjukkan antusiasme: "Penggunaan alat ini gak rumit, justru saya senang banget kalau alat ini diproduksi karena saya sangat butuh."
- **Notifikasi:**  
"Alarm obat dan notifikasi paling membantu pada alat ini."
- **Masukan dan Saran:**  
"Mungkin alatnya masih bisa diperkecil atau bisa dimasukkan ke tas." Responden juga menyarankan sistem baterai yang lebih baik: "Setidaknya alat ini misal tidak pakai saklar, misal di tempat umum kita cuma nunggu aja kita udah bisa nyala

alatnya jadi gak ribet nyari alatnya, jadi ya baterainya mesti besar sama dikecilin alatnya lagi."

3) **Responden 3:** Mbah Muslimah (71 tahun) dan Mas Wildan (24 Tahun)

- **Tampilan Dispenser Obat:**

"Kalau tinggal pakai aja ya mudah tapi kalau buat aplikasinya mbah ya gak bisa."

Fitur alat dinilai membantu: "Fiturnya ya cukup mudah membantu karena saatnya minum obat pasti sudah harus minum saat itu juga."

- **Notifikasi:**

Responden mengalami kendala pendengaran: "Pengingatnya kurang bisa didengar jadi kalau bisa ada pengingat lain selain suara karena mbah kurang bisa mendengar." Saran yang diberikan: "Mungkin ada catatan aja untuk alatnya ditaruh di tempat yang lebih kelihatan atau dibuat alat getar."

- **Masukan dan Saran:**

"Tambahannya ini untuk obat sirup mungkin bisa ditambah fitur obat sirup di aplikasinya jadi ada alarm atau pengingat untuk waktunya minum karena ada obat keras dan obat cair itu."

4) **Responden 4:** Mbah Sumiati (72 Tahun) dan Mas Akbar (22 Tahun)

- **Tampilan Dispenser Obat:**

"Alatnya bagus ya bisa mendeteksi waktu jadwal dan terintegrasi dengan aplikasinya dan ada tanda notifikasi jadi memudahkan orang untuk minum dan ada alarm juga sehingga lumayan memberikan informasi dan mengingatkan waktu minum obat."

- **Masukan dan Saran:**

"Karena masih prototipe ya ini sudah cukup tapi kalau mau dibuat lebih lagi misal dari notifikasi obat misal ada orang yang bisa mendengar alarm dari jauh sehingga bisa menginformasikan atau mungkin alatnya bisa diperbesar karena ada obat yang ada bungkusannya karena alatnya terlalu kecil." Responden juga menyarankan fitur tambahan: "Bagus kalau bisa custom alarm atau mungkin mau lebih ya bisa meng-sensor obat bisa langsung menambah otomatis waktunya."

5) **Responden 5:** Bu Umi Romlah (60 Tahun)

- **Simpan Obat pada Tabung:**

"Kalau untuk pemakaiannya mudah, tapi untuk alatnya masih belum sesuai dengan peraturan minum obat ya belum praktis, misal ini kolomnya banyak kalau sehari bisa minum banyak obat pagi siang sore, terus pagi saya lupa minum obat terus saya minum obat siang hari yang keluar obat pagi hari dan obat untuk siang diambil manual sehingga pengaturan obat masih belum sesuai."

- **Pengambilan Obat:**

"Obatnya beda jenis, beda waktu minum, kalau lupa gimana, mau aplikasikan disini gimana untuk tambahannya. Kalau lupa minum gimana dibuang apa gimana takutnya keminum 2 kali."

- **Masukan dan Saran:**

"Ya disesuaikan buat macam-macam obat supaya buat jaga kalau gak minum. Penggunaanya mudah cuma mengaplikasikan kalau minum obatnya lupa karena fungsi alat ini kan untuk mengatasi lupanya gimana."

#### 6) **Responden 6:** Mas Agung (22 Tahun)

- **Tampilan Dispenser Obat:**

"Aplikasinya cukup mudah dan alatnya juga mudah untuk dioperasikan. Alatnya sudah cukup bagus, untuk mengeluarkan obatnya juga sudah bagus."

- **Notifikasi:**

"Untuk jadwal dari alatnya sudah sesuai banget, alarm sama indikator lampunya sudah membantu untuk mengingatkan."

- **Masukan dan Saran:**

"Alatnya bisa di tambahkan label di atasnya ditulis untuk orang yang tidak mengerti obatnya harus ditekan agar alarmnya dapat mati. Untuk alatnya di label obatnya, slot-slot obatnya juga diberikan nama atau tanda."

#### 7) **Responden 7:** Mas Octaviano (22 Tahun)

- **Riwayat Konsumsi Obat:**

"Saya pernah mengonsumsi obat rutin, namun saat ini saya hanya mengonsumsi vitamin secara rutin... Saya tidak pernah menggunakan aplikasi atau alat yang membantu saya mengingat mengonsumsi obat."

- **Tampilan Dispenser Obat:**

"Menurut saya untuk bentuk dari alat itu sendiri sudah cukup compact dan padat, sudah cukup kecil dan praktis menurut saya dan untuk menggunakannya pun

intuitif sekali." Namun ada kendala: "saya ada sedikit kesulitan tentang apa yang saya lakukan saat alarm berbunyi, karena tidak ada petunjuk."

- **Pengambilan Obat:**

"Saat alarm berbunyi kita harus menekan tombol tersebut dan tombol tersebut saya kira tidak intuitif, tidak insting kita untuk menekan tombol itu."

- **Masukan dan Saran:**

"Saran saya untuk ke depannya karena prototipe ini tembus pandang. Jadi saya bisa melihat komponen-komponen isi dalamnya... menurut saya itu membuat kegunaan alat tersebut sedikit membingungkan."

#### 8) Responden 8: Ibu Yulin (Perawat)

- **Tampilan Dispenser Obat:**

"Alat yang tadi sudah disimulasikan sebenarnya itu membantu untuk mengingatkan... Sempel sih alatnya sempel, jadi hanya sebagai pengingat aja. Ya, bagus untuk pengingat sempel dan bisa digunakan untuk orang awam ya."

- **Simpan Obat pada Tabung:**

"Mungkin ya tadi obat yang dimasukkan mungkin perlu dilihat berapa lama masukkan obatnya itu supaya tidak terlalu lama dalam kondisi terbuka... sebaiknya sih langsung diminum supaya tidak terlalu lama terkontaminasi dengan udara luar ya."

- **Notifikasi:**

"Mungkin lebih dinyaringkan kali ya jadi biar volumenya di lebih naik volumenya" untuk pengguna lansia.

- **Masukan dan Saran:**

"Perlu dipikirkan juga mungkin pasien kan obatnya bisa lebih dari satu obat, ada yang langsung 10 obat. Ada sekali minum itu banyak biji... berapa kotak-kotakannya itu? Kira-kira memungkinkan enggak dengan obat yang dia minum sekaligus."

#### 9) Responden 9: Mbak Rasfia (Apoteker)

- **Tampilan Dispenser Obat:**

"Kalau menurut saya pribadi ini adalah hal yang baru... bagus juga karena ini kan tujuannya untuk agar pasien bisa tepat minum obatnya. Untuk alatnya sendiri ini

sudah bagus karena dia dispenser obat tidak terlalu besar, sehingga bisa dibawa ke mana-mana."

- **Simpan Obat pada Tabung:**

"Obat ini kan dia benda yang sensitif yang harus kita jaga... stabilitas obat itu yang harus dijaga biasanya adalah suhu, kelembaban dan tidak terkena sinar matahari... harapannya tempat penyimpanan obatnya itu yang pasti kering, tidak basah, tidak lembab, kemudian tidak tembus sinar cahaya matahari langsung."

- **Pengambilan Obat:**

"Bagus sih mas, kayak ada dikasih tombol. Jadi ketika udah waktunya alarm berbunyi... tombolnya dipencet nanti obatnya keluar itu juga bagus. Jadi biar pasien maksudnya obat itu tidak di luar lama."

- **Notifikasi:**

"Udah bagus sih mas, kayak dia kan memberikan informasi bahwa obat yang keluar ini tuh obat apa... Alarmnya juga tadi udah berfungsi baik terdengar. Kemudian lampu ini juga udah bagus."

- **Masukan dan Saran:**

"Mungkin nanti kalau misalnya memang mau dibuat lebih kecil lagi itu lebih bagus... ada kolom-kolom untuk naruh obatnya ya. Mungkin ada ditulis kayak ini kolom satu, kolom dua gitu."

#### 10) Responden 10: Ibu Widianti (Perawat)

- **Tampilan Dispenser Obat:**

"Iya, tidak ada kesulitan. Kita tinggal mencet dan obatnya akan keluar. Menurut saya itu sudah mudah... Saya mudah sih, Mas, ya, untuk kita tinggal sesuaikan dengan jadwal dari dokter obatnya."

- **Simpan Obat pada Tabung:**

"Yang penting di sini adalah ketika kita meletakkan obat itu sebaiknya dalam kondisi masih di dalam kemasan... menurut saya penyimpanannya sudah efektif mas. Sudah efektif ya, tidak menyulitkan."

- **Notifikasi:**

"Sudah efektif karena kan kita jadi tahu ya waktu pemberian obat serta obat apa yang harus kita kasihkan, sudah terlihat di layar... Kalau tulisannya saya rasa sudah jelas, mungkin volumenya bisa disesuaikan."

- **Pengambilan Obat:**

"Menurut saya sudah efektif, tidak susah, jadi memang kita ketika kita mau menggunakan baru kita pencet obatnya untuk mengeluarkan obat ini."

- **Masukan dan Saran:**

"Iya mungkin lebih ke yang putarannya itu terlalu jauh, itu aja mas. Kalau untuk penyimpanannya mungkin saya rasa sudah cukup."

#### 4.4.3 Perbaikan dan Evaluasi

Prototipe dispenser obat pil otomatis berbasis IoT yang dikembangkan dengan pendekatan *Human-Centered Design* (HCD) menunjukkan tingkat kesesuaian fungsi yang baik terhadap kebutuhan pengguna. Sistem IoT yang terintegrasi tidak hanya mampu mengatur pengingat jadwal konsumsi obat secara otomatis, tetapi juga pemantauan konsumsi obat secara real-time. Hal ini sejalan dengan tujuan utama penelitian, yakni menciptakan sistem yang mendukung pengingat konsumsi obat yang efektif. Beberapa fitur utama seperti pengaturan jadwal minum obat, notifikasi pengingat, serta pemantauan kepatuhan telah berfungsi dengan optimal dan terbukti membantu pengguna dalam meningkatkan ketepatan waktu konsumsi. Integrasi antara perangkat fisik dengan aplikasi mobile turut memperkuat manfaat sistem, di mana pengguna dapat mengakses riwayat konsumsi obat secara digital. Fitur ini tidak hanya memberikan kemudahan dalam pelacakan penggunaan obat, tetapi juga berkontribusi pada peningkatan kesadaran serta kepatuhan pengguna terhadap jadwal pengobatan yang telah ditentukan.

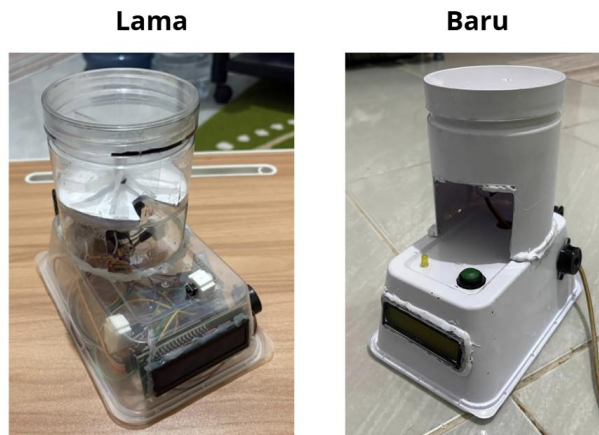
#### Proses Iteratif Human-Centered Design (HCD)

Pengembangan dispenser obat ini mengikuti proses iteratif HCD dengan melakukan beberapa tahap revisi berdasarkan *feedback* pengguna dan evaluasi teknis. Dari prototipe awal, telah dilakukan serangkaian perbaikan untuk menghasilkan versi yang lebih sesuai dengan kebutuhan pengguna.

- **Revisi Pertama: Perbaikan Aspek Keamanan dan Kualitas Obat**

Berdasarkan evaluasi awal, ditemukan bahwa tabung penyimpanan yang transparan pada prototipe pertama berpotensi menyebabkan paparan cahaya langsung pada obat, yang dapat mengurangi kualitasnya. Hal ini juga didukung oleh masukan dari tenaga kesehatan yang merekomendasikan agar tempat penyimpanan dirancang tidak tembus cahaya untuk menjaga stabilitas obat. Menanggapi temuan ini, dilakukan revisi dengan mengganti desain tabung

penyimpanan menjadi tidak transparan, sehingga dapat melindungi obat dari paparan cahaya dan menjaga kualitas obat yang disimpan.



Selain itu, mekanisme pengeluaran obat juga direvisi dari sistem yang otomatis mengeluarkan obat ketika jadwal tiba menjadi sistem manual yang mengharuskan pengguna menekan *pushbutton* terlebih dahulu. Perubahan ini dilakukan untuk menjaga obat tidak terpapar udara dari luar tabung penyimpanan terlalu lama, sekaligus memberikan kontrol lebih kepada pengguna dalam proses pengambilan obat.

- **Revisi Kedua: Peningkatan User Interface dan Pengalaman Pengguna**

Evaluasi *usability* menunjukkan adanya kendala pada tampilan LCD yang kontras dengan tulisan karena berwarna biru dengan tulisan hitam, menyulitkan pembacaan terutama bagi pengguna lanjut usia. Berdasarkan feedback ini, dilakukan perbaikan dengan mengganti layar LCD menjadi berwarna kuning dengan tulisan hitam agar tidak kontras dan tulisan dapat terlihat dengan jelas.



Untuk meningkatkan kemudahan penggunaan, ditambahkan label di dekat *pushbutton* agar pengguna tidak bingung ketika mengambil obat. Sekat penyimpanan obat juga diganti dengan

yang berwarna untuk memudahkan pengguna ketika menyusun obat berdasarkan jadwal yang berbeda.



- **Revisi Ketiga: Optimalisasi Sistem Notifikasi dan Mekanis**

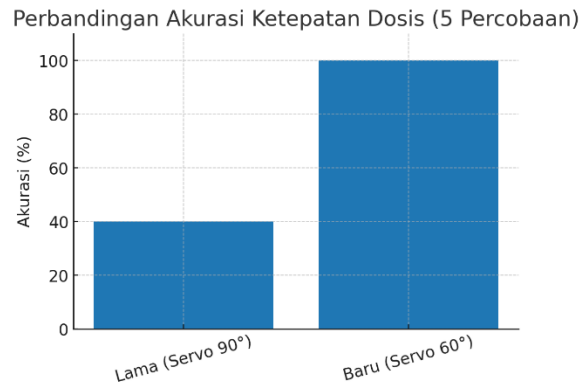
Sistem notifikasi pada versi awal mengalami beberapa masalah, di antaranya notifikasi yang berbunyi terlalu lama hingga jadwal obat selanjutnya, yang dinilai mengganggu pengguna. Perbaikan dilakukan dengan menyesuaikan durasi notifikasi menjadi hanya 15 menit, namun lampu LED tetap berkedip hingga jadwal selanjutnya sebagai pengingat visual. Interval waktu buzzer sound juga disesuaikan dari jeda 1 detik menjadi 0,5 detik untuk memberikan pengingat yang lebih responsif namun tidak terlalu mengganggu. Perubahan ini berdasarkan masukan pengguna yang menginginkan sistem alarm yang lebih fleksibel.

| Versi Dispenser       | Jumlah Percobaan | Durasi Notifikasi                  | Rata-rata (Menit) | Keterangan                                                                                   |
|-----------------------|------------------|------------------------------------|-------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| Lama (Sebelum Revisi) | 3                | 40 Menit,<br>40 Menit,<br>40 Menit | 40 Menit          | Notifikasi aktif cukup lama, hingga jadwal selanjutnya tiba. Sehingga Boros daya             |
| Baru (Setelah Revisi) | 3                | 15 Menit,<br>15 Menit,<br>15 Menit | 15 Menit          | Notifikasi aktif hanya $\pm$ 15 menit. Namun, LED tetap aktif hingga jadwal selanjutnya tiba |

- **Revisi Keempat: Perbaikan Mekanisme Teknis**

Salah satu permasalahan utama yang ditemukan adalah pada mekanisme putaran tabung penyimpanan obat. Motor servo menghasilkan rotasi yang terlalu jauh ( $90^\circ$ ), sehingga dalam satu kali putaran, dua dosis obat keluar sekaligus. Hal ini menimbulkan risiko terhadap ketepatan dosis yang diterima pengguna. Menanggapi temuan tersebut, dilakukan penyesuaian pada konfigurasi rotasi servo menjadi hanya  $60^\circ$  agar obat yang keluar sesuai dengan dosis yang dimasukkan sebelumnya pada satu jadwal tersebut. Selain itu, terdapat jeda waktu dalam aktivasi notifikasi suara yang muncul pada dispenser obat hingga 40 detik. Perbaikan dilakukan melalui pengoptimalan modul *buzzer sound*. Setelah dilakukan penyesuaian, performa notifikasi menjadi lebih tepat waktu dan responsif.

| Versi Dispenser          | Total Percobaan | Benar | Salah (Ganda) | Salah (Tidak Keluar) | Salah (Lainnya) | Akurasi (%) |
|--------------------------|-----------------|-------|---------------|----------------------|-----------------|-------------|
| Lama (Servo $90^\circ$ ) | 5               | 2     | 3             | 0                    | 0               | 40%         |
| Baru (Servo $60^\circ$ ) | 5               | 5     | 0             | 0                    | 0               | 100%        |



Masukan dari pengguna juga memperkuat temuan teknis ini. Beberapa pengguna mengusulkan agar jadwal konsumsi obat dapat diatur langsung melalui perangkat tanpa harus melalui aplikasi mobile, terutama untuk pengguna lanjut usia yang kurang familier dengan penggunaan *smartphone*. Selain itu, ukuran prototipe yang cukup besar dinilai belum memenuhi aspek portabilitas, sehingga versi selanjutnya perlu mempertimbangkan desain yang lebih ringkas. Kapasitas ruang penyimpanan juga diharapkan lebih besar agar dapat menampung lebih banyak jenis atau dosis obat. Detail teknis lainnya yang menjadi catatan penting meliputi desain lubang pengeluaran obat yang terlalu kecil dan menyulitkan proses pengambilan, serta kurangnya petunjuk atau label arah putaran tabung. Hal ini menjadi tantangan tersendiri, terutama bagi pengguna lansia yang memerlukan kejelasan visual dan kemudahan dalam penggunaan. Sistem alarm yang tidak dapat dikustomisasi juga dinilai membatasi fleksibilitas pengguna dalam menyesuaikan pengingat sesuai kebutuhan personal mereka.

Dari sisi tampilan fisik, penggunaan tabung penyimpanan yang transparan berpotensi menyebabkan paparan cahaya langsung pada obat, yang dapat mengurangi kualitasnya. Hal ini juga sejalan dengan evaluasi dari tenaga kesehatan, yang merekomendasikan agar tempat penyimpanan dirancang tidak tembus cahaya, tertutup rapat, serta anti-lembap untuk menjaga stabilitas obat. Desain alat yang higienis, aman, dan menarik secara visual juga menjadi aspek penting yang perlu diperhatikan untuk meningkatkan penerimaan pengguna. Terakhir, penggunaan dua sumber daya (listrik dan baterai) secara bersamaan dianggap kurang efisien. Sistem idealnya cukup menggunakan satu sumber energi yang dapat diandalkan, seperti baterai isi ulang dengan kapasitas besar, agar lebih praktis sekaligus meningkatkan efisiensi daya.

Secara keseluruhan, temuan-temuan ini memberikan gambaran yang menyeluruh terhadap kekuatan dan kelemahan sistem, sekaligus membentuk dasar yang kuat untuk

pengembangan lebih lanjut. Perbaikan pada aspek teknis, desain fisik, hingga pengalaman pengguna akan menjadi fokus dalam tahap pengembangan berikutnya. Hal ini sejalan dengan prinsip HCD yang menempatkan kebutuhan, kenyamanan, dan keamanan pengguna sebagai prioritas utama dalam merancang solusi teknologi kesehatan.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem dispenser obat pil otomatis berbasis *Internet of Things* (IoT) dengan pendekatan *Human-Centered Design* (HCD), guna meningkatkan kepatuhan konsumsi obat pada pengguna dewasa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pendekatan HCD secara efektif mampu mengidentifikasi kebutuhan riil pengguna dari berbagai kelompok usia serta mentransformasikannya ke dalam rancangan sistem yang terintegrasi, fungsional, dan mudah digunakan.

Prototipe sistem yang dibangun berhasil menggabungkan komponen *hardware* (ESP32, RTC DS3231, motor servo, LCD, LED, buzzer, dan tombol input) dengan aplikasi mobile berbasis Android yang terhubung melalui Firebase Realtime Database. Sistem ini mampu melakukan fungsi utama secara andal, yaitu memberikan pengingat konsumsi obat secara otomatis, mengeluarkan dosis obat tepat waktu, serta mencatat dan menampilkan riwayat konsumsi secara *real-time*. Evaluasi terhadap sepuluh responden dari kelompok usia lansia, dewasa, dan remaja menunjukkan bahwa sistem memiliki kemudahan penggunaan yang tinggi, khususnya pada aspek pengingat dan pengambilan obat. Namun, beberapa kendala masih ditemukan, terutama dalam pengoperasian aplikasi oleh lansia serta kebutuhan akan portabilitas perangkat yang lebih baik.

Secara keseluruhan, sistem ini telah berhasil menjawab permasalahan rendahnya kepatuhan konsumsi obat yang disebabkan oleh keterbatasan daya ingat, kerumitan jadwal pengobatan, dan kurangnya sistem pemantauan. Integrasi pendekatan HCD dalam setiap tahapan pengembangan turut memastikan bahwa sistem yang dihasilkan tidak hanya fungsional secara teknis, tetapi juga responsif terhadap preferensi dan keterbatasan pengguna, sehingga layak dikembangkan lebih lanjut sebagai solusi teknologi kesehatan digital.

#### 5.2 Keterbatasan Penelitian

Dalam pelaksanaannya, penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan yang perlu diperhatikan:

1. **Fokus pada Obat Padat:** Sistem hanya dirancang untuk menangani obat berbentuk pil atau tablet, sehingga belum mendukung pengelolaan obat cair atau bentuk lain yang umum dikonsumsi.
2. **Keterbatasan Uji Coba:** Pengujian prototipe dilakukan pada skala kecil dengan jumlah responden terbatas dan belum melibatkan pasien dengan latar belakang medis yang kompleks atau kondisi kesehatan kronis jangka panjang secara langsung.
3. **Portabilitas dan Desain Fisik:** Dimensi dan desain *hardware* prototipe masih bersifat eksperimental dan belum sepenuhnya mendukung penggunaan portabel atau penggunaan di luar rumah.
4. **Keterbatasan Sistem:** Walaupun arsitektur Firebase memungkinkan *multi-user*, implementasi prototipe dalam penelitian ini secara sadar difokuskan untuk penggunaan personal (*single-user*). Fungsi teknis seperti `getActiveUsers()` hanya digunakan untuk uji potensi, bukan skenario nyata. Dengan demikian, sistem belum diuji pada kondisi keluarga dengan lebih dari satu pasien, dan fitur pendukung *multi-user* baik di aplikasi maupun perangkat belum tersedia pada tahap ini.
5. **Ketergantungan Sistem pada Koneksi Internet:** Sistem belum mendukung mode *offline*. Dispenser tidak dapat menjalankan fungsi penuh tanpa koneksi internet karena jadwal sepenuhnya tersimpan di Firebase. Jika internet terputus, perangkat hanya masuk ke mode *standby* dan tidak mengeksekusi jadwal baru. Namun, ketika koneksi internet kembali tersedia, ESP32 akan otomatis melakukan sinkronisasi ulang dengan Firebase yang tetap konsisten dengan waktu aktual berkat dukungan RTC DS3231. Perbaikan di masa mendatang dapat berupa implementasi penyimpanan jadwal secara lokal di ESP32 agar sistem tetap dapat beroperasi sementara waktu meskipun internet terputus.

### 5.3 Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan evaluasi dari berbagai kalangan responden, termasuk pengguna dari kelompok usia berbeda serta tenaga kesehatan, terdapat sejumlah saran yang dapat dijadikan acuan untuk pengembangan sistem lebih lanjut agar semakin sesuai dengan kebutuhan pengguna:

1. **Peningkatan Portabilitas dan Desain Fisik Perangkat**
  - Beberapa responden menilai ukuran perangkat masih terlalu besar atau belum sepenuhnya praktis untuk dibawa bepergian. Oleh karena itu, perlu dilakukan

penyempurnaan pada desain fisik agar lebih kompak, ringan, dan mudah dibawa, misalnya dengan membuat dimensi alat lebih ramping dan menggunakan bahan yang ringan namun kokoh.

- Disarankan untuk menghindari penggunaan bahan bening/transparan pada wadah penyimpanan obat guna mencegah paparan sinar matahari langsung yang dapat memengaruhi stabilitas obat. Tabung penyimpanan sebaiknya dirancang kedap udara dan tahan kelembaban untuk menjaga kualitas obat.

## **2. Penyesuaian Daya dan Sistem Pengisian**

- Sistem daya dinilai belum cukup praktis. Perangkat diharapkan dapat menggunakan baterai isi ulang (rechargeable) yang lebih fleksibel, sehingga tidak bergantung pada sumber listrik langsung, terutama untuk keperluan mobilitas.

## **3. Pengembangan Sistem Notifikasi**

- Mayoritas pengguna menyatakan bahwa notifikasi alarm sangat membantu, namun beberapa merasa suara alarm terlalu mengejutkan atau kurang fleksibel. Oleh karena itu, disarankan untuk:
  - Menambahkan pengaturan volume alarm.
  - Menyediakan opsi personalisasi suara notifikasi, seperti suara orang terdekat atau nada pilihan pengguna.
  - Menambahkan fitur snooze agar alarm dapat berbunyi kembali jika tidak segera direspons.
  - Menambahkan notifikasi tambahan di smartphone, seperti getaran, push notification, atau lampu LED, untuk mendukung lansia atau pengguna dengan gangguan sensorik.
  - Mengatur agar durasi notifikasi tidak terlalu lama (cukup 10–15 menit) guna menghemat daya.

## **4. Penyempurnaan Antarmuka Aplikasi dan Sistem Jadwal**

- Beberapa responden lansia mengalami kesulitan dalam menggunakan aplikasi untuk mengatur jadwal. Oleh karena itu, disarankan agar:
  - Antarmuka aplikasi lebih intuitif dan dilengkapi panduan visual atau suara.
  - Ditambahkan fitur pengaturan jadwal langsung dari perangkat (*standalone setting*) tanpa harus membuka aplikasi.

- Menyediakan opsi pengaturan untuk caregiver, sehingga anggota keluarga atau tenaga kesehatan dapat membantu mengelola jadwal dan memantau kepatuhan.

## 5. Optimalisasi Mekanisme Pengeluaran dan Penyimpanan Obat

- Disarankan untuk:
  - Menambahkan label petunjuk arah putaran dan pemisah antar jadwal pada tabung penyimpanan obat untuk mempermudah penataan dosis sesuai waktu konsumsi.
  - Memperbesar ukuran lubang pengeluaran obat, agar tidak tersangkut saat mengeluarkan pil berukuran besar.
  - Memungkinkan penyimpanan obat tanpa membuka kemasannya secara langsung, terutama untuk menjaga kebersihan dan mempermudah identifikasi obat.

## 6. Perluasan Dukungan Jenis Obat

- Disarankan agar sistem dapat dikembangkan untuk mendukung jenis obat lain seperti kapsul besar, suplemen, hingga cairan, dengan mekanisme dan desain penyimpanan yang lebih fleksibel.

## 7. Mekanisme Penanganan Obat yang Terlewat

- Disarankan agar sistem memiliki logika penanganan untuk jadwal obat yang terlewat, misalnya dengan menampilkan notifikasi khusus atau menyediakan tombol konfirmasi untuk konsumsi obat setelah waktu yang telah ditentukan.

## 8. Pengembangan Multi-User sebagai Arah Lanjutan

- Meskipun penelitian ini difokuskan pada single-user, sistem dapat dikembangkan lebih lanjut untuk mendukung skenario *multi-user*. Hal ini dapat dilakukan dengan:
  - Menambahkan manajemen akun *multi-user* pada aplikasi (misalnya caregiver mode dengan beberapa pasien).
  - Menghubungkan perangkat dengan beberapa profil pengguna di Firebase secara lebih terstruktur.
  - Menambahkan mekanisme identifikasi pengguna agar obat yang dikeluarkan sesuai dengan pasien yang dimaksud.
- Dengan cara ini, perangkat tidak hanya melayani satu pasien lansia, tetapi juga berpotensi digunakan dalam konteks keluarga dengan lebih dari satu pasien, tanpa mengurangi keamanan distribusi obat.

Dengan mengakomodasi berbagai masukan di atas, pengembangan sistem ke depan diharapkan tidak hanya meningkatkan efisiensi teknis dan pengalaman pengguna, tetapi juga memperluas jangkauan penggunaan, baik di lingkungan rumah, klinik, maupun komunitas yang memiliki kebutuhan pengingat konsumsi obat secara sistematis dan inklusif.

## DAFTAR PUSTAKA

- Achammal, R. S., Sudarmani, R., Prashanti, S., Harshitha, J., Rajakumari, K., Harshetha, V., Jenita, A. A., & Sanofia, T. S. (2024). Development of smart automatic drug dispenser for elderly and disabled people. *2024 International Conference on Science Technology Engineering and Management (ICSTEM)*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/ICSTEM61137.2024.10560887>
- Al Rasyid, N. H. S., Febriani, N., Nurdin, O. F. T., Putri, S. A., Dewi, S. C., & Paramita, S. (2022). Tingkat kepatuhan minum obat pasien hipertensi di Puskesmas Lempake Samarinda. *Jurnal Kedokteran Mulawarman*, 9(2), 55–63.
- Alsahi, Q. N., & Marhoon, A. F. (2020). Design Health care system using Raspberry Pi and ESP32. *International Journal of Computer Applications*, 177(36), 33–38.
- Arini, H. D., Putri, A. A. A. D., & Yuliawati, A. N. (2023). Hubungan tingkat pendidikan dengan kepatuhan minum obat antidiabetes oral pada pasien diabetes melitus tipe 2. *JIM: Jurnal Ilmiah Mahaganesha*, 2(2), 29–36.
- Aung, M. M., Maneetham, D., & Chawaphan, P. (2023). Automatic pill dispenser for pharmacy. *International Journal of Engineering Trends and Technology*, 71(12), 61–68. <https://doi.org/10.14445/22315381/IJETT-V71I12P207>
- Batool, A., Loke, S. W., Fernando, N., & Kua, J. (2022). Towards a policy development methodology for human-centred IoT collectives. *Sensors*, 22(19), 7401. <https://doi.org/10.3390/s22197401>
- Faisal, S., Samoth, D., Aslam, Y., Patel, H., Park, S., Baby, B., & Patel, T. (2023). Key features of smart medication adherence products: Updated scoping review. *JMIR Aging*, 6, e50990. <https://doi.org/10.2196/50990>
- Falah, M., Lismayanti, L., Sari, N. P., Setiawan, A., Restiana, N., Sasyari, U., ... & Munirah, M. (2022). Effectiveness of application of daily medicine boxes to compliance with anti-tuberculosis drug consumption in Indonesian tuberculosis patients. *South East Asia Nursing Research*, 4(4), 25–32. <https://doi.org/10.26714/seanr.4.4.2022.25-32>
- Fandinata, S. S., & Darmawan, R. (2020). Pengaruh kepatuhan minum obat oral anti diabetik terhadap kadar gula darah pada pasien diabetes mellitus tipe II. *Jurnal Bidang Ilmu Kesehatan*, 10(1), 23–31.

- Firdaus, F. R., & Irianto, K. D. (2024). Sistem pemantauan terapi intravena (IV) berbasis IoT untuk perawatan lansia. *Technologia: Jurnal Ilmiah*, 15(4), 942–953. <https://doi.org/10.31602/tji.v15i4.16685>
- Fitriawan, H., Despa, D., & Kustiani, I. (2018). Potensi Internet of Things (IoT) dan ragam sensor untuk layanan kesehatan. *Prosiding Program Profesi Insinyur, Universitas Lampung*, Bandar Lampung.
- Goyal, Y. (2024). Comparative study of microcontroller: Arduino Uno, Raspberry Pi 4, ESP 32. *International Journal for Research in Applied Science & Engineering Technology (IJRASET)*, 12(7), 588–592. <https://doi.org/10.22214/ijraset.2024.63598>
- Kamimura, T., Ishiwata, R., & Inoue, T. (2012). Medication reminder device for the elderly patients with mild cognitive impairment. *American Journal of Alzheimer's Disease & Other Dementias*, 27(4), 238–242.
- Lindley, J., Coulton, P., & Sturdee, M. (2017). More-than human centred design: Considering other things. *The Design Journal*, 20(sup1), S2846–S2865. <https://doi.org/10.1080/14606925.2017.1352796>
- Massa, K., & Manafe, L. A. (2021). Kepatuhan minum obat hipertensi pada lansia. *Sam Ratulangi Journal of Public Health*, 2(2), 46–52.
- Nigade, M. M., Nate, S., Patki, R., & Rajankar, S. O. (2024). Automated medication dispenser with alert mechanism. *International Journal of Computer-Aided Manufacturing*, 10(1), 46–54. <https://doi.org/10.37591/IJCAM>
- Ntoa, S. (2025). Usability and User Experience Evaluation in Intelligent Environments: A Review and Reappraisal. *International Journal of Human–Computer Interaction*, 41(5), 2829–2858. <https://doi.org/10.1080/10447318.2024.2394724>
- Philip, J., Abraham, F. M., Giboy, K. K., Feslina, B. J., & Rajan, T. (2020). Automatic medicine dispenser using IoT. *International Journal of Engineering Research & Technology*, 9(8), 342–349.
- Pujianti, N., & Anggraini, L. (2020). Kepatuhan penggunaan antibiotika untuk terapi pneumonia. *Jurnal Publikasi Kesehatan Masyarakat Indonesia*, 7(1), 16–22.
- Ridha, M., Mariana, E. R., & Hammad. (2023). Gambaran tingkat kepatuhan masyarakat dalam penggunaan obat antibiotik di Puskesmas Rawat Inap. *Jurnal Keperawatan Merdeka (JKM)*, 3(2), 87–93.

- Triastuti, N., Irawati, D. N., Levani, Y., & Lestari, R. D. (2020). Faktor yang mempengaruhi tingkat kepatuhan konsumsi obat antidiabetes oral pada pasien diabetes melitus tipe 2 di RSUD Kabupaten Jombang. *Medica Arteriana*, 2(1), 27–37.
- Ulwan, A. (2021). Perancangan user interface aplikasi absensi berbasis Android menggunakan metode human centered design pada PT. Ofeq Inovasi. *Seminar Nasional Perbanas Institute: Towards Economic Recovery by Accelerating Human Capital and Digital Transformation*, 208–214.
- Ystgaard, K. F., Atzori, L., Palma, D., Heegaard, P. E., Bertheussen, L. E., Jensen, M. R., & Moor, K. D. (2023). Review of the theory, principles, and design requirements of human-centric Internet of Things (IoT). *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, 14, 2827–2859. <https://doi.org/10.1007/s12652-023-04539-3>
- Yulianto, M. I. A., Irianto, K. D., & Persada, A. G. (2024). Perancangan pengalaman pengguna aplikasi Mobat sebagai pengingat minum obat lansia. *INNOVATIVE: Journal of Social Science Research*, 4(6), 7149–7166.

## LAMPIRAN



- **Nama:** Bapak Sorani
- **Status Konsumsi Obat:** Konsumsi obat rutin
- **Kondisi Kesehatan:** Penyakit diabetes
- **Jadwal Konsumsi:** 3x1 sehari
- **Status Saat Ini:** Pernah konsumsi sekarang tidak

### Transkrip Wawancara:

**Penggunaan Peningkat Obat:** *"Diingatkan istri. Kalau saya ngingatnya dari jam. Biasanya minum obatnya kelewat atau molor gitu, atau kalau bepergian bisa tidak minum."*

**Kemampuan Teknologi:** *"Kalau mainan hp belum lancar tapi bisa. Tidak pernah pakai pengingat obat atau pakai alarm. Pengaturan pakai hp kalau saya susah, kalau bisa manual saja jadi mudah."*

**Kendala Penggunaan HP:** *"Kesusahan saya saat main HP tu karena saya jarang main HP jadi sering ditinggal di rumah HP nya."*

**Penilaian Alat:** *"Mudah saat pengambilan obatnya, cuma kesulitan mengatur obatnya."*

**Saran Perbaikan:** *"Peningkatnya sudah cukup, suara nya kalau bisa dikerasin lagi supaya kedengar jelas."*

**Portabilitas dan Ukuran:** *"Alatnya sudah cukup ukurannya menurut saya, kalau dibawa kemana-mana ya tidak ribet karena kebiasaan dibawa. Menurut saya ukurannya sudah cukup tapi bunyinya kurang."*



- **Nama:** Mas Ahsan
- **Status Konsumsi Obat:** Tidak mengonsumsi obat rutin
- **Kondisi Kesehatan:** Konsumsi obat batuk bila sakit
- **Jadwal Konsumsi:** Tidak rutin, hanya saat sakit

**Transkrip Wawancara:**

**Penggunaan Pengingat Obat:** *"Biasanya kalau saya sakit tidak ada pengingatnya, tapi kalau lagi sakit keras yang mengingatkan orang tua hampir tiap hari."*

**Penilaian terhadap Alat:** *"Saya merasa bagus sekali alatnya ini karena ada suaranya, ada lampu yang bisa dibilang cukup bisa membantu jadi tidak hanya, 'ayo minum obat.'"*

**Saran Perbaikan:** *"Mungkin dibagian notifikasinya bisa ditambahkan notifikasi lagi, jadi apabila telat bisa diingatkan kembali jadi gak cuma sekali aja notifikasinya."*

**Portabilitas:** *"Mungkin terkadang alatnya bisa dibawa kemana-mana karena terkadang saya diluar dan alatnya dirumah."*

**Kesimpulan:** *"Tidak ada masukan lagi."*



- **Nama:** Mas Maulana Saputra
- **Status Konsumsi Obat:** Konsumsi obat rutin
- **Kondisi Kesehatan:** Penyakit mimisan
- **Jadwal Konsumsi:** 1x1 sehari setelah makan (sesuai anjuran dokter)

#### **Transkrip Wawancara:**

**Penggunaan Pengingat Obat:** *"Mengingat obat pakai alarm karena sering lupa minum obat. Cukup mudah digunakan dan lebih efisien karena saya sering lupa minum obat."*

**Kemudahan Penggunaan:** *"Cukup mudah digunakan dan dipahami, saya tidak mengalami kendala saat menggunakan alatnya dari awal hingga akhir proses alat bekerja dan menurut saya sudah cukup baik."*

**Saran Perbaikan:** *"Menurut saya sudah cukup baik semua, tapi menurut saya di bagian alarmnya itu sedikit dibuat lebih nyaman suaranya karena terkadang saya agak terkejut."*

**Kesimpulan:** *"Kalau dari saya sudah cukup baik, tapi mungkin dibagian alarmnya dibuat sedikit lebih nyaman, selain itu tidak ada yang perlu saya tambahkan lagi."*

- **Nama:** Mas Fikri
- **Status Konsumsi Obat:** Tidak mengkonsumsi obat rutin

- **Riwayat Konsumsi:** Dulu pernah mengonsumsi obat rutin saat demam tinggi (bukan skala panjang, hanya beberapa hari)

**Transkrip Wawancara:**

**Pola Konsumsi Obat:** *"Mengonsumsi obat seingatnya saja tapi kadang kelewatan."*

**Pengalaman Aplikasi:** *"Belum pernah pakai aplikasi obat apapun selain ini."*

**Penilaian Kemudahan Penggunaan:** *"Kalau dari mekanisme atau pengoperasian alat ini tidak sulit, mudah dipahami karena menyesuaikan yang kita butuhkan, kalau untuk dari segi bentuk atau kapasitas kedepannya dari alat ini bisa dikembangkan jadi lebih praktis dan wadahnya bisa disesuaikan karena bisa saja dalam satu waktu ada beberapa obat."*

**Efektivitas Alat:** *"Karena alat ini digunakan dirumah ya alat ini dah cukup praktis, dari alarm juga sudah bisa membantu kalau kita mengingatnya kalau dirumah."*

**Saran Pengembangan:** *"Untuk mekanisme alat ini mudah karena alat ini bunyi karena tinggal pencet doang, mungkin kedepannya bisa dikembangkan misal sudah waktunya langsung otomatis keluar obatnya."*

- **Nama:** Mas Vahri
- **Status Konsumsi Obat:** Saat ini tidak mengonsumsi obat rutin
- **Riwayat Konsumsi:** Pernah mengonsumsi obat saat SMA (diare/sakit perut)

**Transkrip Wawancara:**

**Riwayat Penggunaan Peningkat:** *"Kalau dulu saya enggak pernah sih nyoba aplikasi kayak gitu peningkat obat. Tapi dulu saya paling diingatin orang tua tiap saat disuruh makan obat."*

**Ketepatan Waktu Konsumsi:** *"Kalau tepat waktu kadang enggak ya, tapi selalu saya konsumsi tapi, ya enggak ya itu enggak tepat waktu tapi dikonsumsi. Terlewat enggak pernah cuman waktunya aja molor-molor. Waktunya molor molor."*

**Penilaian Flow Penggunaan:** *"Untuk saya sendiri flownya oke sih, cukup dipahami. Saya kan masih muda kan, kecuali mungkin untuk orang tua mungkin perlu didampingi."*

**Saran Perbaikan Fitur:** *"Terus mungkin pas saat penambahan obat gitu, jadwal kan itu kan kita perlu nambahin satu-satu. Nah, itu misalkan kita mau nambahin misal kita perlu konsumsi obat tiga kali sehari. Nah, itu mungkin perlu diatur perlu ditambahin lah fiturnya agar kita tidak menambah satu persatu gitu."*

**Penilaian Prototype:** *"Menurut saya ya mungkin kalau untuk prototype okelah. Tapi untuk penggunaan jika ini sudah misal sudah official gitu ya, mungkin itu perlu ditingkatkan. Jadi*

tiap sekat itu kan harusnya kita mengatur sendiri kan jadwalnya. Misal ada label 1 2 3 4 5 6 7 itu kan sesuai dengan tabel yang sudah kita tambahkan di aplikasinya."

**Kekhawatiran Keamanan:** "Nah, itu misalkan kita ingin menambahkan obat baru, otomatis itu kan berubah lagi kan urutannya ya. Jadi mungkin perlu dioptimalin lagi alatnya supaya pengguna juga ngerasa aman gitu loh, enggak salah obat."

**Saran Notifikasi:** "Mungkin udah oke sih, tapi kalau bisa kasih saran ya. Itu notifikasinya juga muncul di aplikasi. Jadi si pengguna juga selain menerima notifikasi di obat juga nerima di HP. Jadi misalkan obatnya misal pengguna lagi di atas di lantai dua dan di lantai satu dan di kamar bisa jadi pengguna enggak dengar jadi mungkin bisa ditambahkan notifikasi juga di handphone supaya kedengar."

**Saran Fitur AI:** "Tadi udah saya jelasin ya beberapa poin, tapi mungkin kalau bisa tambahkan ini sebenarnya agak susah buat diaplikasikan, tapi mungkin bisa ditambahkan AI buat model AI untuk mengidentifikasi jenis obat. Terus di alatnya itu kan tadi ada sekat-sekat kan dan lubangnya cuma satu. Nah, itu menurut saya kurang optimal. Bisa jadi salah obat atau gimana. Nah, dengan mungkin nanti di setiap itu lubangnya bisa terbuka otomatis berdasarkan jadwal dan berdasarkan AI yang tadi diidentifikasi. Misal obat parasetamol dia identifikasi itu dan si jadwal menyesuaikan obat itu lalu keluar berdasarkan sekat yang diidentifikasi itu sih."

- **Nama:** Ibu Eni
- **Status Konsumsi Obat:** Konsumsi obat rutin baru dimulai
- **Durasi Konsumsi:** Sekitar 1,5 bulan
- **Jadwal Konsumsi:** Sehari sekali, sebaiknya di jam yang sama, setelah makan

### **Transkrip Wawancara:**

**Ketepatan Waktu Konsumsi:** "Bisa usahakan paling selisih kadang kalau terpasangnya selisih 5 sampai 10. Tapi enggak sampai 10 menit sih. Paling ya antara selisih 1 sampai 10 menit lah. Tapi jarang 10 menit itu jarang biasanya ya gini. Itulah sekarang minum jam 08.30 biasanya sampai 08.40, paling-paling pernah diusahakan ya 08.30 sampai ya sampai 08.40 di antara itu jadi masih aman ya, aman."

**Pengalaman Lupa Minum Obat:** "Pernah lupa sekali karena kemarin puasa saya lupa pas tidak minum. Iya, kan harusnya kan ditukar pas sahur ya. Saya lupa ingatnya udah sudah ada gitu. Iya, itu yang cuma kelewat sekali itu. Karena jamnya kan sebelum ya ini kan pas mau sahur itu lupa enggak nyeting gitu loh."

**Penggunaan Alarm HP:** *"Oh, pakai alarm HP. Oh, enggak, enggak. Belum pernah [pakai aplikasi pengingat obat]."*

**Penilaian Kemudahan Penggunaan:** *"Ini kan dipencet. Nah, ini kan akan gerak ya. Oke muter terus. Oh berarti ya udah praktis gitu. Bagus. Oh, baik. Sudah bagus."*

**Saran Perbaikan:** *"Cuma perlu aku lihat tulisan di sini ya. Kan agak kurang tulisannya. Kalau dia bisa geser sendiri kan lebih praktis kan bisa geser sendiri kan. Jangan sampai kan kita minum di sini nanti ini enggak gerak kita harus muter sini kan nanti repot, kalau dipencet sudah ditekan itu ya udah praktis sih."*

**Kemampuan Teknologi:** *"Kalau HP sih enggak ya, cuma kalau laptop sudah lama enggak mikir gitu ya kan misalnya anak-anak tolong dong main cepat aja."*

**Penilaian Efektivitas:** *"Tadi kalau udah ada gitu udah runtut sih. Kalau saya sih masih sudah efektif ya karena kan saya pakai alarm aja udah gitu loh. Tapi karena cuma satu obat ini kan karena banyak ya kembantu. Oh ini harus jam sekian nanti mungkin jam sekian beda lagi ya kan bagus sih cuma tulisannya aja lebih dicuma tulisannya."*