

**PERANCANGAN DAN ANALISIS ALAT PENGINGAT
MINUM OBAT BERBASIS *INTERNET OF THINGS* (IOT)
MELALUI TELEGRAM DENGAN INTEGRASI SENSOR
ULTRASONIK**

*Design And Analysis Of Internet Of Things (IoT) Based Medicine Reminder
Device Via Telegram With Ultrasonic Sensor Integration*

PROYEK AKHIR

**Disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh Gelar Ahli Madya pada
Program Studi Diploma 3 Teknologi Telekomunikasi Fakultas Ilmu Terapan
Universitas Telkom Purwokerto**

oleh:

ANGEL SYAHARANI BUTAR BUTAR

2211201008



**D3 TEKNOLOGI TELEKOMUNIKASI
DIREKTORAT KAMPUS PURWOKERTO
UNIVERSITAS TELKOM**

2025

LEMBAR PENGESAHAN

Proposal Proyek Akhir dengan judul:

PERANCANGAN DAN ANALISIS ALAT PENGINGAT MINUM OBAT BERBASIS *INTERNET OF THINGS* (IOT) MELALUI TELEGRAM DENGAN INTEGRASI SENSOR ULTRASONIK

*Design And Analysis Of Internet Of Things (IoT) Based Medicine Reminder
Device Via Telegram With Ultrasonic Sensor Integration*

oleh:

ANGEL SYAHARANI BUTAR BUTAR

2211201008

Telah diperiksa dan disetujui untuk diajukan sebagai syarat mengambil
Mata Kuliah Proyek Akhir
pada Program Studi D3 Teknologi telekomunikasi Universitas Telkom

Purwokerto, 07 Juli 2025

Menyetujui,

Pembimbing I

Pembimbing II

Danny Kurnianto, S.T., M.Eng
NIDN. 0619048201

Fikra Titan Syifa, .T., M.Eng
NIDN. 0619028701

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini, Penulis :

Nama : Angel Syaharani Butar Butar
NIM : 2211201008
Alamat : JL. Pisang Gang Bersama No 68, Kelurahan Pardamean,
Kecamatan Siantar Marihat, Kota Pematangsiantar
No. : 089671003826
Tlp/HP
Email : angelsyaharani@gmail.com

Menyatakan bahwa Proyek Akhir dengan judul:

PERANCANGAN DAN ANALISIS ALAT PENGINGAT MINUM OBAT BERBASIS *INTERNET OF THINGS* (IOT) MELALUI TELEGRAM DENGAN INTEGRASI SENSOR ULTRASONIK

*Design And Analysis Of Internet Of Things (IoT) Based Medicine Reminder
Device Via Telegram With Ultrasonic Sensor Integration*

merupakan karya orisinal penulis sendiri dan atas pernyataan ini, penulis siap menanggung resiko/sanksi yang dijatuhkan kepada penulis apabila kemudian ditemukan adanya pelanggaran terhadap kejujuran akademik atau etika keilmuan dalam karya ini, atau ditemukan bukti yang menunjukkan ketidakaslian karya ini.



Purwokerto, Juli 2025

Angel Syaharani
2211201008

IDENTITAS BUKU

Nama Penulis	:	Angel Syaharani Butar Butar
Tahun Pengesahan	:	2025
Pembimbing 1	:	Danny Kurnianto, S.T., M.Eng
Afiliasi Pembimbing 1	:	D3 Teknik Telekomunikasi Universitas Telkom Purwokerto
Pembimbing 2	:	Fikra Titan Syifa, S.T., M.Eng
Afiliasi Pembimbing 2	:	PA Telk D3 Teknik Telekomunikasi Universitas Telkom Purwokerto
Program Studi	:	D3 Teknik Telekomunikasi
Fakultas	:	Direktorat Kampus Purwokerto
Jenis Buku	:	Laporan Proyek Akhir
Subjek Buku	:	<i>Internet Of Things</i>

ABSTRAK

Penelitian ini merancang dan menguji sebuah sistem pintar pengingat minum obat yang terhubung melalui *Internet of Things* (IoT) dan menggunakan aplikasi Telegram sebagai media notifikasi. Alat ini juga dilengkapi dengan sensor ultrasonik untuk mendeteksi apakah pengguna telah mengambil obat, serta motor servo yang secara otomatis membuka wadah obat pada waktu yang telah dijadwalkan. Pengujian sensor ultrasonik dilakukan sebanyak 10 kali dan menghasilkan akurasi sebesar $\pm 98\%$ dalam mendeteksi pengambilan obat dengan jarak maksimal 10 cm. Sementara itu, motor servo juga diuji 10 kali untuk membuka wadah hingga sudut 90 derajat, dengan tingkat keberhasilan mencapai 99%. Hasil ini menunjukkan bahwa sistem mampu bekerja secara konsisten dan responsif, serta berpotensi membantu pengguna agar tidak melewatkan jadwal minum obat, terutama dalam skenario pemantauan jarak jauh.

Kata Kunci: RTC, Telegram, Pengingat Obat, Sensor Ultrasonik, Motor Servo.

ABSTRACT

This study designs and tests a smart medication reminder system connected via the Internet of Things (IoT) and uses the Telegram application as a notification medium. This tool is also equipped with an ultrasonic sensor to detect whether the user has taken the medicine, as well as a servo motor that automatically opens the medicine container at the scheduled time. Ultrasonic sensor testing was carried out 10 times and produced an accuracy of $\pm 98\%$ in detecting medication taking with a maximum distance of 10 cm. Meanwhile, the servo motor was also tested 10 times to open the container to a 90-degree angle, with a success rate of 99%. These results indicate that the system is able to work consistently and responsively, and has the potential to help users not miss their medication schedule, especially in remote monitoring scenarios.

Keywords: *RTC, Telegram, Medication Reminder, Ultrasonic Sensor, Servo Motor.*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas limpahan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Proyek Akhir berjudul “Perancangan Dan Analisis Alat Peningkat Minum Obat Berbasis *Internet Of Things* (Iot) Melalui Telegram Dengan Integrasi Sensor Ultrasonik” tepat waktu. Proyek ini disusun sebagai salah satu syarat kelulusan pada Program Studi Diploma III Teknik Telekomunikasi.

Kesadaran untuk mengonsumsi obat secara teratur menjadi kunci penting dalam proses penyembuhan dan pengelolaan berbagai penyakit. Sayangnya, banyak pengguna yang sering lupa jadwal minum obat. Oleh karena itu, penulis merancang sebuah alat pengingat minum obat berbasis teknologi *Internet of Things* (IoT) yang menggabungkan aplikasi Telegram, sensor ultrasonik, motor servo, dan *buzzer* sebagai satu sistem yang saling terhubung. Melalui Telegram, pengguna dan keluarga dapat menerima notifikasi otomatis saat waktu minum obat tiba. *Buzzer* berfungsi sebagai alarm tambahan untuk mengingatkan pengguna secara langsung. Sensor ultrasonik mendeteksi pergerakan tangan saat pengambilan obat dan memantau sisa obat dalam wadah. Selain itu, motor servo dirancang untuk membuka kotak obat secara otomatis ketika jadwal konsumsi tiba, memberikan kemudahan bagi pengguna tanpa perlu interaksi manual.

Dengan pendekatan ini, diharapkan sistem dapat membantu meningkatkan kepatuhan pengguna dalam mengonsumsi obat secara tepat waktu, baik secara mandiri maupun dengan bantuan orang terdekat. Penulis menyadari bahwa masih terdapat kekurangan dan keterbatasan dalam proyek ini. Oleh karena itu, penulis terbuka terhadap kritik dan saran yang membangun dari dosen pembimbing, penguji, maupun pihak lainnya, agar sistem ini dapat terus disempurnakan dan dikembangkan ke depannya.

Purwokerto, 10 Juli 2025



Angel Syaharani Butar Butar

UCAPAN TERIMAKASIH

Dalam mengerjakan Proyek Akhir ini, tentu saja merupakan hal yang tidak mungkin apabila penulis berjalan sendiri tanpa berhubungan dengan pihak – pihak yang telah dengan ikhlas memberikan bimbingan, bantuan, dukungan, dan pengarahan baik dalam bentuk materil maupun moril. Karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Tuhan Yesus atas berkat Rahmat dan Anugerah-Nya, penulis diberikan kesehatan dan kelancaran dalam melaksanakan setiap proses demi proses dalam pengerjaan Proyek Akhir ini.
2. Papah Dolianus Butar Butar dan Mama Renata Nurcahaya Simangunsong selaku kedua orang tua yang telah memberikan doa dan dukungan yang sangat besar sehingga penulis termotivasi untuk menyelesaikan Proyek Akhir ini.
3. Bapak Danny Kurnianto, S.T., M.Eng selaku pembimbing I yang telah memberikan arahan dan motivasi kepada penulis agar dapat mengerjakan Proyek Akhir ini dengan terencana dan sesuai dengan target.
4. Bapak Fikra Titan Syifa, S.T., M.Eng selaku pembimbing II yang telah memberikan dukungan dan bimbingan dalam penyelesaian Proyek Akhir
5. Seluruh dosen D3 Teknik Telekomunikasi selaku pengajar dan pendidik bagi penulis, karena berkat bantuan dan ilmu yang diberikan, sehingga penulis dapat menyelesaikan Proyek Akhir tepat waktu.
6. Terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Maulana Ihsan Rohim, yang selalu hadir sebagai penyemangat, pendengar setia, dan tempat bersandar di tengah proses yang melelahkan ini. Dukunganmu berarti lebih dari yang bisa diungkapkan dengan kata-kata.

Kesempurnaan hanya milik Tuhan Yesus. Oleh karena itu, penulis memohon maaf sebesar-besarnya apabila masih terdapat kekurangan serta kesalahan dalam penyelesaian Proyek Akhir ini. Semoga dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Purwokerto, 10 Juli 2025



Angel Syaharani Butar Butar

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
IDENTITAS BUKU	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
UCAPAN TERIMAKASIH.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR ISTILAH	xiii
DAFTAR SINGKATAN.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Dan Manfaat.....	4
1.3 Rumusan Masalah	4
1.4 Batasan Masalah.....	5
1.5 Metodologi	5
1.6 Sistematika Penulisan.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	9
2.1 Kajian Pustaka	9
2.2 Mikrokontroler Esp32	24
2.3 Sensor Ultrasonik	25
2.3.1 Prinsip Kerja Sensor Ultrasonik.....	25
2.3.2 Aplikasi Sensor Ultrasonik dalam Sistem Otomatisasi.....	26
2.4 Motor Servo.....	26
2.4.1 Komponen Motor Servo.....	26
2.4.2 Prinsip Kerja Motor Servo	27
2.5 <i>Real - time Clock</i>	28
2.5.1 Komponen RTC	28

2.5.2	Prinsip Kerja RTC.....	28
2.6	<i>Buzzer</i> Elektronika	30
2.6.1	Cara Kerja <i>Buzzer</i>	30
2.6.2	Aplikasi <i>Buzzer</i> sebagai Alat Peningat	30
2.7	<i>Platform</i> Telegram	31
2.7.1	Telegram Bot API	31
2.7.2	Implementasi Bot Telegram sebagai Peningat Minum Obat	32
BAB III METODE PENELITIAN		33
3.1	Alat Dan Bahan	33
3.1.1	<i>Hardware</i>	33
3.2	Alur Penelitian.....	37
3.2.1	<i>Flowchart</i> Penelitian	37
3.3	Perancangan Sistem.....	39
3.3.1	Blok Diagram.....	39
3.4	<i>Flowchart</i> Sistem	43
3.5	Skematik Sistem.....	46
BAB IV ANALISIS SIMULASI PERANCANGAN.....		48
4.1	Deskripsi Simulasi Perancangan Alat	48
4.2	Hasil Pengujian Alat Peningat Minum Obat	50
4.2.1	Data Pengujian Sensor Ultrasonik	50
4.2.2	Data Pengujian Sistem	52
4.2.3	Data Monitoring Harian	55
4.2.4	Pengujian QoS.....	60
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		65
5.1	Kesimpulan.....	65
5.2	Saran	65
DAFTAR PUSTAKA		66
LAMPIRAN.....		70
LAMPIRAN A TAMPILAN <i>BOT</i> TELEGRAM.....		71
LAMPIRAN B TAMPILAN SISTEM & PERINTAH <i>MEDMINDER BOT</i> .		72
LAMPIRAN C <i>PACKET LOSS TESTING</i>		73
LAMPIRAN D <i>DELAY TESTING</i>.....		74

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 ESP 32	24
Gambar 2.2 Sensor Ultrasonik	26
Gambar 2.3 Motor Servo.....	28
Gambar 2.4 <i>Real time clock</i>	30
Gambar 2.5 <i>Buzzer</i> Elektronika	31
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> Penelitian	37
Gambar 3.2 Diagram Blok	39
Gambar 3.3 <i>Flowchart</i> Sistem	45
Gambar 3.4 Skematik Sistem.....	46
Gambar 4.1 <i>Uploading</i> Program.....	49

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Spesifikasi Sensor Ultrasonic HCSR04	33
Tabel 3.2 Spesifikasi Motor Servo	34
Tabel 3.3 Spesifikasi <i>Buzzer</i>	35
Tabel 3.4 Spesifikasi <i>Real time clock</i>	36
Tabel 3.5 Spesifikasi ESP32	36
Tabel 4.1 Hasil Perbandingan Jarak Sebenarnya dan Pembacaan Sensor Ultrasonik Beserta Nilai Errornya.....	51
Tabel 4.2 Pembacaan Sensor Ultrasonik terhadap Jumlah Sisa Obat	52
Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Kekuatan Sinyal Wi-Fi ESP32 Berdasarkan Jarak....	52
Tabel 4.4 <i>Perfomance Bot MedMinder</i>	53
Tabel 4.5 Data Monitoring Hari 1	55
Tabel 4.6 Data Monitoring Hari 2.....	56
Tabel 4.7 Data Monitoring Hari 3.....	57
Tabel 4.8 Pengujian <i>Delay</i> Melalui <i>Test Ultrasonic</i>	61
Tabel 4.9 Pengujian <i>Packet Loss</i>	63

DAFTAR ISTILAH

- Smartphone* : Perangkat telepon genggam cerdas yang memiliki fungsi komputasi dan koneksi internet, mendukung aplikasi dan komunikasi *multimedia*.
- Platform* : Sistem atau lingkungan digital tempat aplikasi berjalan, seperti Telegram, *Android*, atau *cloud service*.
- Bot* : Program otomatis yang menjalankan tugas tertentu, seperti mengirim pesan pengingat secara otomatis di Telegram.
- Real-Time* : Proses atau sistem yang memberikan respons atau data secara langsung saat kejadian berlangsung, tanpa jeda berarti.
- Delay* : Keterlambatan waktu dalam sistem atau transmisi data antara proses *input* dan *output*.
- Buzzer* : Komponen elektronik yang menghasilkan suara sebagai bentuk notifikasi atau peringatan.
- Flowchart* : Diagram alur yang menggambarkan urutan proses atau logika dalam sistem secara visual.
- Hardware* : Komponen fisik dari perangkat elektronik, seperti sensor, mikrokontroler, dan aktuator.
- Gateway* : Titik penghubung antara dua jaringan berbeda, contohnya antara perangkat IoT dengan jaringan internet.
- Quasi Experimental* : Metode penelitian yang menyerupai eksperimen, tetapi tidak sepenuhnya acak dalam penentuan kelompok uji.

<i>Non-Randomized Control Group Pretest</i>	:	Sebuah nama yang diberikan pada sebuah projek dan <i>Third Generation Partnership Project</i> (3GPP) untuk memperbaiki standar <i>mobile phone</i> generasi ke-3 (3G) yaitu UMTS WCDMA.
<i>Infrared</i>	:	Gelombang cahaya tak tampak yang digunakan untuk komunikasi atau sensor jarak.
<i>Prototype</i>	:	Model awal dari sistem atau alat yang dikembangkan untuk pengujian dan penyempurnaan.
<i>Broadcast</i>	:	Proses penyebaran pesan atau data secara simultan ke banyak penerima.
<i>Black Box Testing</i>	:	Metode pengujian perangkat lunak tanpa mengetahui struktur internalnya, hanya berdasarkan <i>input</i> dan <i>output</i> .
<i>Bluetooth</i>	:	Teknologi nirkabel jarak pendek untuk pertukaran data antar perangkat.
<i>Wi-Fi</i>	:	Teknologi nirkabel yang memungkinkan perangkat terhubung ke internet melalui jaringan lokal.
<i>Dual-Core</i>	:	Jenis prosesor dengan dua inti pemrosesan, memungkinkan multitasking lebih baik.
<i>Internet of Things (IoT)</i>	:	Konsep konektivitas antar perangkat fisik ke internet untuk saling bertukar data.
<i>Encoder</i>	:	Komponen yang mengubah data (seperti posisi atau sinyal analog) menjadi bentuk digital.
<i>Shaft</i>	:	Poros atau batang mekanis yang biasa berputar dan terhubung dengan motor atau sensor.

<i>Counter RTC (Real-Time Clock)</i>	:	Modul atau fungsi penghitung waktu aktual yang berjalan terus-menerus untuk mencatat waktu sistem.
<i>Uptime System</i>	:	Waktu di mana sistem atau perangkat berjalan dan beroperasi tanpa gangguan.
<i>System on Chip (SoC)</i>	:	Satu chip terpadu yang menggabungkan berbagai komponen seperti CPU, memori, dan <i>input/output</i> dalam satu paket.
<i>Flash Memory</i>	:	Jenis media penyimpanan non-volatile yang dapat dihapus dan ditulis ulang, umum digunakan dalam mikrokontroler.
<i>Firmware</i>	:	Perangkat lunak yang tertanam langsung di perangkat keras dan mengatur fungsi dasar alat tersebut.
<i>Server</i>	:	Komputer atau sistem yang menyediakan layanan dan sumber daya untuk perangkat lain dalam jaringan.
<i>Success Rate</i>	:	Tingkat keberhasilan suatu sistem atau proses, biasanya dinyatakan dalam persentase.
<i>Monitoring</i>	:	Proses pengamatan dan pencatatan kondisi sistem atau perangkat secara berkala atau <i>real - time</i> .
<i>Ultrasound</i>	:	Gelombang suara frekuensi tinggi yang digunakan dalam sensor jarak, seperti sensor ultrasonik.
<i>Byte</i>	:	Unit dasar penyimpanan data digital, biasanya terdiri dari 8 bit.
<i>Cloud</i>	:	Layanan komputasi berbasis internet yang menyediakan penyimpanan dan pemrosesan data secara daring.

- Software* : Program dan aplikasi yang berjalan di perangkat elektronik untuk menjalankan fungsi tertentu.
- Gear* : Roda gigi yang digunakan dalam sistem mekanik untuk mentransmisikan daya atau gerakan.

DAFTAR SINGKATAN

IDF	: <i>International Diabetes Federation</i>
RTC	: <i>Real-Time Clock</i>
MARS	: <i>Medication Adherence Report Scale</i>
LCD	: <i>Liquid Crystal Display</i>
MMAS	: <i>Morisky Medication Adherence Scale</i>
SUS	: <i>System Usability Scale</i>
ADC	: <i>Analog to Digital Converter</i>
DAC	: <i>Digital to Analog Converter</i>
SCL	: <i>Serial Clock Line</i>
PWM	: <i>Pulse Width Modulation</i>
IoT	: <i>Internet of Things</i>
SDA	: <i>Serial Data Line</i>
HTTP	: <i>HyperText Transfer Protocol</i>
API	: <i>Application Programming Interface</i>
I2C	: <i>Inter-Integrated Circuit</i>
SoC	: <i>System on Chip</i>
WLAN	: <i>Wireless Local Area Network</i>
QoS	: <i>Quality of Service</i>

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kepatuhan untuk mengonsumsi obat secara teratur dan tepat waktu sangat penting untuk pengobatan berbagai penyakit kronis. Studi menunjukkan bahwa tidak mematuhi pengobatan dapat menyebabkan hasil kesehatan yang buruk. Hasil klinis yang lebih baik dalam manajemen penyakit kronis dan mortalitas yang lebih rendah terkait dengan kepatuhan terhadap obat yang diresepkan, menurut data dari *Centers for Disease Control and Prevention* (CDC). Masalah ini menjadi semakin serius karena hanya sekitar 50% dari pasien tidak mengikuti regimen pengobatan mereka dengan benar, yang berarti separuh dari pasien tidak mengikutinya. Tidak hanya individu pasien yang terkena dampak ketidakpatuhan ini, tetapi juga sistem kesehatan secara keseluruhan, karena dapat menyebabkan tingkat rawat inap yang lebih tinggi, hasil kesehatan yang kurang baik, dan peningkatan morbiditas. Pada akhirnya, ketidakpatuhan ini menyebabkan peningkatan biaya perawatan kesehatan [1].

Salah satu solusi pintar untuk masalah pasien yang sering lupa atau tidak patuh terhadap jadwal minum obat mereka adalah pengembangan alat pengingat minum obat yang berbasis *Internet of Things* (IoT). Perangkat pintar seperti dispenser obat pintar dapat meningkatkan kepatuhan, mengurangi risiko salah dosis, dan memudahkan pemantauan dari jarak jauh oleh keluarga dan tenaga medis. Untuk ilustrasi, sistem yang menggunakan ESP32 dan sensor inframerah (IR) dapat secara otomatis menjadwalkan waktu minum obat dan mendeteksi saat obat diambil secara *real-time*. Teknologi seperti ini terbukti meningkatkan efisiensi pengobatan sekaligus mengurangi kemungkinan kesalahan atau overdosis [2].

Peluang baru dalam pengobatan penyakit telah muncul sebagai hasil dari kemajuan dalam teknologi informasi dan komunikasi. Penggunaan aplikasi berbasis *smartphone* dan *platform* pesan instan seperti Telegram dapat membantu pasien mematuhi jadwal minum obat mereka. Fitur *Bot* Telegram

memungkinkan pengembangan sistem pengingat yang mudah diakses oleh pasien [3].

Sensor ultrasonik dapat mendeteksi pengambilan obat dalam wadahnya dengan lebih akurat dengan mengukur jarak antara tangan pengguna dan sensor. Hal ini memungkinkan sistem pengingat untuk mengirimkan notifikasi yang lebih akurat. Sensor ultrasonik yang dimasukkan ke dalam sistem pengingat Telegram akan meningkatkan kinerja dan keandalan alat tersebut. Sistem pengingat minum obat yang menggunakan sensor ultrasonik menawarkan nilai tambahan, seperti kemampuan untuk memantau ketersediaan obat secara *Real-Time*. Teknologi sensor ultrasonik dipilih karena tingkat akurasi yang tinggi dalam pengukuran jarak atau level, harganya terjangkau, dan mudah digunakan [4].

Ada banyak keuntungan dari sistem pengingat minum obat Telegram yang memanfaatkan sensor ultrasonik. Sistem ini tidak hanya dapat meningkatkan kepatuhan pengguna, tetapi juga dapat mengurangi tugas tenaga medis untuk memantau kepatuhan pengguna. Melalui aplikasi populer dan mudah digunakan Telegram, pengguna dapat menerima notifikasi secara *Real - time* dan memantau jadwal minum obat mereka.

Penelitian telah menunjukkan bahwa penggunaan teknologi digital dapat meningkatkan kepatuhan pengguna terhadap jadwal minum obat mereka. Penelitian Safaruddin dan Henny Permatasari, misalnya, menunjukkan bahwa penggunaan teknologi kesehatan digital dapat meningkatkan kepatuhan minum obat. Prototipe kotak pengingat minum obat yang dilengkapi dengan alarm juga telah terbukti membantu dalam menjalankan kebiasaan minum obat [5].

Menggabungkan berbagai komponen teknologi seperti *Internet of Things*, notifikasi instan melalui Telegram, sensor ultrasonik, *buzzer*, dan motor servo memberikan pendekatan yang lebih komprehensif untuk pengembangan sistem pengingat obat modern. Sensor ultrasonik berfungsi sebagai komponen utama, yang dapat mendeteksi pengambilan obat dan memantau jumlah sisa dalam wadah dengan mengukur jarak menggunakan gelombang suara berfrekuensi tinggi. Motor servo, di sisi lain, berfungsi sebagai pengingat obat

secara otomatis. *Buzzer* sebagai alarm audial sangat bermanfaat untuk memberikan peringatan lokal, terutama bagi mereka yang mungkin tidak selalu dapat mengakses smartphone mereka atau dalam situasi di mana notifikasi digital tidak cukup. Penggunaan Telegram sebagai media notifikasi menawarkan keuntungan dalam hal kemudahan akses dan keamanan komunikasi *end to end*. Dengan memberikan notifikasi kepada pasien dan anggota keluarga secara *real - time*, sistem terintegrasi ini memastikan transparansi informasi dan memungkinkan pemantauan yang lebih baik atas proses pengobatan. Kombinasi teknologi ini memungkinkan redundansi positif dalam sistem pengingat. Ini berarti bahwa satu komponen dapat berfungsi sebagai backup jika yang lain gagal memberikan notifikasi. Alat pengingat obat yang dikembangkan diharapkan menjadi solusi yang praktis dan mudah digunakan oleh beragam kelompok pengguna, baik secara mandiri maupun dengan dukungan keluarga. Pendekatan multi-layer notification system ini menggabungkan alarm audial (*buzzer*), notifikasi digital (telegram), dan akses fisik yang terkontrol (motor servo). Motor servo terintegrasi dengan sistem scheduling memungkinkan akses terkontrol terhadap pintu kotak obat.

1.2 Tujuan dan Manfaat

Adapun tujuan dari penulisan Proyek Akhir ini, sebagai berikut.

1. Merancang dan menerapkan sensor ultrasonik untuk mengidentifikasi tangan pengguna dalam pengambilan obat secara akurat sesuai dengan jadwal yang telah ditentukan.
2. Merancang sistem pengingat minum obat otomatis yang dapat memberikan notifikasi *real - time* kepada pengguna melalui *platform* Telegram sebagai media komunikasi yang praktis.
3. Menerapkan motor servo sebagai mekanisme otomatis untuk membuka kotak obat pada waktu yang telah dijadwalkan, sehingga meningkatkan aksesibilitas dan kenyamanan pengguna.
4. Menambahkan *buzzer* sebagai alarm lokal, untuk memberikan peringatan langsung kepada pengguna saat waktu minum obat tiba sebagai bentuk notifikasi tambahan.

Manfaat dari penulisan Proyek Akhir ini, sebagai berikut.

1. Memberikan solusi yang akurat dan responsif dalam mendeteksi pengambilan obat oleh pengguna, sehingga sistem dapat memantau aktivitas konsumsi obat secara *real-time* dan membantu memastikan jadwal pengobatan dipatuhi.
2. Penggunaan aplikasi Telegram memungkinkan pengguna untuk menerima pengingat dan informasi secara langsung dan mudah diakses.
3. Meningkatkan kenyamanan dan efisiensi penggunaan alat, karena pengguna tidak perlu membuka kotak obat secara manual. Sistem ini juga membantu memastikan akses ke obat hanya tersedia pada waktu yang telah dijadwalkan.
4. Melalui alat ini memberikan solusi praktis bagi pengguna dalam mengatur dan memantau pengobatan mereka sehari-hari.

1.3 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari Proyek Akhir ini, sebagai berikut.

1. Bagaimana mengintegrasikan sensor ultrasonik untuk mendeteksi tangan pengguna dalam pengambilan obat secara akurat?

2. Bagaimana sistem notifikasi melalui Telegram dapat diimplementasikan untuk memberikan pengingat waktu dan dosis obat kepada pasien?
3. Apakah terdapat hubungan antara responsivitas dan integrasi *platform* Telegram dalam alat pengingat minum obat dengan peningkatan kepatuhan pengguna terhadap jadwal minum obat mereka?
4. Seberapa efektif alarm suara dalam meningkatkan perhatian pengguna terhadap pengingat yang dikirimkan oleh alat?

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dari Proyek Akhir ini, sebagai berikut.

1. Alat ini hanya dapat digunakan di area dengan jaringan *internet* yang stabil.
2. Fungsi pengingat hanya berjalan jika pasien memiliki aplikasi Telegram dan aktif menggunakannya.
3. Sensor ultrasonik hanya mengidentifikasi keberadaan tangan diluar kotak obat. Mereka tidak dapat mengidentifikasi jenis atau jumlah obat yang diambil.
4. Servo motor yang digunakan hanya dapat membuka dan menutup kotak obat dengan *delay* selama lima detik setelah obat diambil.
5. Jarak maksimal objek pada sensor ultrasonik sebesar 10 cm.
6. Jumlah obat yang dapat ditampung pada kotak obat sebanyak 30 butir.
7. Penelitian ini lebih fokus pada aspek teknis perancangan alat, tidak mencakup aspek psikologis atau sosial dari kepatuhan pasien.

1.5 Metodologi

Adapun metodologi pada penelitian Proyek Akhir ini, sebagai berikut.

1. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan dengan meninjau literatur yang relevan tentang diabetes mellitus, kepatuhan dalam pengobatan, teknologi pengingat obat, sensor ultrasonik, motor servo, RTC, dan pengembangan *Bot* Telegram. Selain itu, meninjau penelitian sebelumnya tentang pengembangan perangkat untuk mengingatkan orang untuk minum obat.

2. Perancangan Sistem

Pada metodologi ini dilakukan dengan merancang blok diagram sistem alat pengingat minum obat; merancang skematik rangkaian elektronik untuk memasukkan ESP32, sensor ultrasonik, motor servo, RTC, dan *buzzer*; dan merancang kotak obat yang tepat untuk menerapkan sistem. Merancang algoritma dan *flowchart* untuk program yang akan menggunakan ESP32 dan merancang protokol komunikasi antara *platform* Telegram dan ESP32.

3. Implementasi Sistem

Implementasi Sistem dilakukan dengan berbagai tahapan seperti berikut :

- 1) Mengimplementasikan rancangan *hardware* sistem alat pengingat minum obat
- 2) Mengembangkan *Bot* Telegram yang akan berinteraksi dengan sistem alat pengingat minum obat.
- 3) Mengintegrasikan semua komponen menjadi sistem yang utuh.

4. Pengujian

- 1) Melakukan pengujian terhadap kinerja sensor ultrasonik dalam mendeteksi pengambilan obat.
- 2) Menguji efektivitas motor servo dalam mekanisme membuka dan menutup pintu kotak obat.
- 3) Menguji akurasi waktu pemberian pengingat menggunakan RTC dan *buzzer*.
- 4) Menguji komunikasi antara ESP32 dan *platform* Telegram.
- 5) Melakukan pengujian sistem secara keseluruhan.

5. Analisis dan Evaluasi

Analisis perencanaan dilakukan dengan cara menganalisa data hasil pengujian untuk mengevaluasi kinerja sistem, menemukan kekuatan dan kelemahan sistem, dan memberikan saran untuk pengembangan tambahan.

1.6 Sistematika Penulisan

Dalam penulisan Proyek Akhir terdiri atas lima bab, dengan keterangan sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini berisi latar belakang, rumusan masalah, tujuan dan manfaat, batasan masalah, metodologi penelitian, serta sistematika penulisan.

BAB II DASAR TEORI

Banyak topik yang mendasari penelitian dibahas dalam bab ini. Bab ini membahas teknologi pengingat obat yang sudah ada dan manfaatnya. Selain itu, terdapat penjelasan tentang bagaimana sensor ultrasonik dan motor servo berfungsi untuk membuka dan menutup pintu kotak obat. *Buzzer* juga disebut sebagai alat untuk mengingatkan orang untuk minum obat dengan suara. Dilanjutkan dengan penjelasan tentang alasan Telegram dipilih sebagai *platform* untuk pengembangan *Bot*, mulai dari daftar fitur dan keuntungan yang ditawarkannya. Terakhir, ada penjelasan tentang cara modul *Real time clock* (RTC) bekerja untuk mengatur dengan akurat waktu pengingat. Adapun penambahan penjelasan QoS pada bab ini.

BAB III METODE PENELITIAN

Detail alat yang digunakan dalam penelitian dibahas dalam bab ini. Bagian awal memberikan penjelasan tentang alur penelitian secara keseluruhan, dimulai dengan diagram *flowchart* yang menggambarkan prosesnya. Selanjutnya, perancangan sistem dibahas. Ini juga mencakup blok diagram dan *flowchart system* untuk menunjukkan cara alat ini bekerja secara keseluruhan. Bab ini juga membahas metode pengujian untuk memastikan bahwa semua komponen berfungsi dengan baik. Ini mencakup pengujian sensor ultrasonik, motor servo, dan komponen lainnya.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini membahas hasil dari perancangan sistem, metode yang digunakan untuk menguji sistem, dan bagaimana kinerjanya secara keseluruhan. Di sini juga dijelaskan apakah alat bekerja

sesuai harapan, seberapa akurat dan andalnya, dan dilakukan analisis menyeluruh terhadap performa sistem.

BAB V PENUTUP

Pada bab ini membahas tentang kesimpulan dari pengerjaan Proyek Akhir dan saran untuk pembaca yang akan mengambil penelitian dengan topik yang sama.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 KAJIAN PUSTAKA

Banyak riset sebelumnya telah meneliti topik alat pengingat minum obat berbasis IOT. Riset ini menggunakan riset sebelumnya sebagai dasar dan mengacu pada referensi berikut sebagai pedoman dalam menjalankan penelitian. Berikut penelitian terdahulu yang menurut penulis mempunyai keterkaitan dengan penelitian yang akan dilakukan.

Penelitian lainnya, membahas pada pengembangan sistem yang dapat membantu pasien geriatri mengelola pengobatan mereka secara lebih efektif. Pasien geriatri sering mengalami kesulitan untuk mengingat waktu dan dosis obat yang harus mereka minum, yang dapat menyebabkan ketidakpatuhan dalam pengobatan. Penelitian ini diharapkan bahwa sistem TOBAT akan membantu pasien mengonsumsi obat mereka sesuai jadwal dengan memberikan pengingat dan notifikasi. Untuk mengumpulkan data, kuesioner digunakan untuk mengukur tingkat kepatuhan pasien sebelum dan setelah penerapan sistem. Peneliti juga melakukan observasi untuk menilai seberapa baik sistem memberikan pengingat dan notifikasi. Data dianalisis menggunakan statistik deskriptif dan inferensial untuk mengetahui seberapa berbeda tingkat kepatuhan sebelum dan sesudah intervensi. Untuk komponen utama pada sistem TOBAT ini adalah sensor *infrared* yang mengidentifikasi gerakan pasien dan modul komunikasi yang mengirimkan notifikasi melalui aplikasi Telegram [6].

Parameter *Quality of Service* (QoS) adalah beberapa komponen teknis penting dalam sistem jaringan, terutama yang berbasis *Internet of Things*. Parameter-parameter ini termasuk *bandwidth*, latensi (waktu tunda), jitter (variasi waktu tunda), kehilangan data (kehilangan paket), dan tingkat kesalahan. Semua parameter ini berkontribusi pada kualitas kinerja sistem secara keseluruhan. Parameter seperti latensi, ketersediaan jaringan (*availability*), dan kecepatan transmisi data (*throughput*) menjadi sangat penting dalam dunia kesehatan, khususnya sistem berbasis *Internet of Things*.

Data yang dikirim adalah informasi medis yang dapat memengaruhi keselamatan pasien [7].

Misalnya, agar alat pengingat minum obat berbasis IoT dapat diterima pasien dengan cepat, sistem harus memiliki latensi yang rendah. Pasien dapat melewatkan waktu minum obatnya jika terlalu lambat. Selain itu, ketersediaan sistem harus selalu aktif dan dapat diandalkan karena setiap keterlambatan atau kegagalan dapat memengaruhi jadwal pengobatan yang sudah diatur. Oleh karena itu, menjaga kualitas layanan (QoS) melibatkan aspek keselamatan dan kenyamanan pengguna selain aspek teknis [8].

Sistem pengingat minum obat berbasis *Internet of Things* (IoT) sangat bergantung pada *Quality of Service* (QoS) untuk memastikan bahwa sistem itu andal dan efektif secara keseluruhan. Agar data yang dihasilkan oleh sensor ultrasonik dapat dikirim dengan aman dari perangkat ke *platform cloud* dan diteruskan ke aplikasi Telegram untuk menghasilkan notifikasi secara *real-time*, diperlukan parameter QoS yang dikelola dengan baik. Untuk mendukung pengiriman data yang konsisten dan memastikan sistem dapat beroperasi secara konsisten selama 24 jam penuh tanpa gangguan, beberapa parameter penting seperti throughput yang stabil, latensi rendah, dan tingkat ketersediaan yang tinggi sangat penting. Sebuah penelitian menunjukkan bahwa pengelolaan QoS yang lebih khusus dan fleksibel diperlukan untuk sistem IoT di sektor kesehatan untuk menjaga operasi sistem dalam kondisi terbaik [9].

No	Judul	Penulis	Tahun	Masalah	Metode	Hasil
1	Prototipe Kotak Peningat Minum Obat	Sulis Irjayanto, Anna Nur Nazillah Chamim	2015	Tingkat kepatuhan pasien untuk terapi jangka 11esehat untuk penyakit kronis sangat rendah, terutama di negara berkembang. Rata-rata, kepatuhan pasien hanya mencapai 50% di negara maju, dan bahkan lebih rendah di negara berkembang. Kesibukan pasien yang menyebabkan mereka sering lupa untuk mengonsumsi obat tepat waktu.	Studi literatur	Menunjukkan bahwa kotak peningat minum obat prototipe dibuat dengan baik dan bekerja dengan baik. Alat ini dapat membantu pasien lebih sering mengonsumsi obat, khususnya mereka yang menderita penyakit jangka Kesehatan yang membutuhkan terapi jangka kesehatan. Bagi pasien yang sering lupa atau kesulitan mengatur jadwal minum obat mereka, inovasi sederhana namun cerdas ini

						memberikan kesehatan praktis.
2	Desain Sistem Peningat Berbasis SMS untuk Meningkatkan Kepatuhan Pengobatan Pasien Diabetes Melitus	Ismil Khairi Lubis1, Agus Harjoko, Fatwa Sari Tetra Dewi	2016	Salah satu masalah yang dihadapi saat menjalankan sistem adalah kesulitan operator untuk memasukkan data awal. SMS yang diterima terlambat karena masalah teknis seperti nomor <i>handphone</i> yang tidak aktif dan gangguan sinyal. Kadang-kadang, SMS <i>broadcast</i> tertunda. Konten tentang kesehatan harus diperbarui secara berkala. Sistem masih memerlukan fitur yang memungkinkan	Metode <i>action research</i>	Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa 81,3% pasien kesehatan ke klinik setelah menerima SMS pengingat. Dari total pasien, 68,8% kesehatan sesuai jadwal, dan 12,5 persen kesehatan tidak sesuai jadwal. Sistem yang berhasil memudahkan administrasi 12esehata klinik. Grafik kadar gula darah pasien memungkinkan dokter untuk memantau kondisi kesehatan pasien mereka. Dinilai bahwa antarmuka sistem sederhana dan

				konsultasi langsung dengan dokter.		mudah digunakan oleh pengguna.
3	Analisis Pemberian Medication Aids terhadap Ketaatan Pasien Diabetes Melitus Tipe 2 di Beberapa Puskesmas Kota Pekanbaru	Fina Aryani, Welny Noverianti, Septi Muharni	2019	Rendahnya ketaatan pasien yang disebabkan oleh faktor usia dan penurunan fungsi kognitif. Ketidaktaatan juga disebabkan oleh kurangnya keinginan untuk menjaga kesehatan, khususnya pada pasien berusia di atas 45 tahun. Selain itu, komplikasi dan prosedur pengobatan yang rumit mengurangi ketaatan. Kelupaan adalah penyebab utama	Metode eksperimen semu (<i>quasi experiment</i>)	Pada kelompok kontrol, hasil <i>pretest</i> menunjukkan ketaatan tinggi 2%, sedang 48%, dan rendah 50%. Hasil <i>posttest</i> menunjukkan perubahan yang tidak signifikan dengan ketaatan tinggi 4%, sedang 40%, dan rendah 56%. Pada kelompok perlakuan terjadi peningkatan signifikan dari ketaatan sedang 22% menjadi 88%. Hasil uji Mann-Whitney menunjukkan nilai $p=0,000$ yang berarti

				ketidaktaatan, dengan prevalensi 30%.		terdapat pengaruh signifikan pemberian Medication Aids terhadap ketaatan pasien.
4	Pengaruh Konseling dan Alat Bantu Peningat Pengobatan terhadap Kepatuhan Minum Obat dan Outcome Klinik Pasien Diabetes Melitus dan Hipertensi	Much Ilham Novalisa Aji Wibowo, Didik Setiawan, Nindya Dwi Ikhwaniati, Fitria Amalia Sukma	2020	Keterbatasan jumlah sampel yang 14esehata kecil. Selain itu, penelitian ini tidak memperhitungkan faktor eksternal yang mungkin mempengaruhi kepatuhan pasien, seperti dukungan keluarga dan kondisi ekonomi.	Desain <i>pretest-posttest</i>	Terdapat peningkatan signifikan dalam kepatuhan minum obat setelah intervensi. Dalam kelompok pasien diabetes, persentase kepatuhan meningkat dari 36,4% pada <i>pretest</i> menjadi 100% pada <i>posttest</i> , dalam kelompok pasien hipertensi, persentase kepatuhan meningkat dari 44,4% menjadi 80,6%. Ini menunjukkan bahwa kombinasi konseling dan alat bantu pengingat

						efektif dalam meningkatkan kepatuhan pasien terhadap pengobatan.
5	Aplikasi <i>Reminder</i> Pengobatan Pasien Penyakit Diabetes Berbasis SMS <i>Gateway</i> di Puskesmas Kampung Bali Kota Bengkulu	Andiko Halim Utama, Siswanto, Eko Prasetyo Rohmawan	2021	Keterbatasan jangkauan teknologi, yang berarti beberapa pasien tidak dapat menggunakan layanan SMS dengan baik, terutama di daerah dengan infrastruktur telekomunikasi yang kurang.	Observasi, studi kesehatan, dan wawancara.	Penelitian menunjukkan bahwa aplikasi <i>Reminder</i> Pengobatan Pasien Penyakit Diabetes yang berbasis SMS <i>Gateway</i> dapat meningkatkan kepatuhan pasien dalam menjalani pengobatan. Aplikasi ini berhasil mengirimkan pengingat SMS kepada pasien pada waktu yang tepat, memberi pasien lebih banyak informasi tentang jadwal pengobatan mereka. Melalui penelitian ini,

						Puskesmas Kampung Bali dapat memperoleh tingkat pelayanan kesehatan yang lebih baik berkat kemudahan aplikasi ini untuk mengelola data pasien dan jadwal pengobatan.
6	Pengaruh Peningkat Pesan Singkat (SMS) Terhadap Kepatuhan Minum Obat Pasien Diabetes Mellitus Tipe 2: Literatur review	Wanto Juli Silalahi	2021	Beberapa tantangan ditemui dalam implementasi sistem SMS <i>Reminder</i> ini. Keterbatasan akses teknologi pada kesehatan pasien menjadi kendala utama. Tingkat literasi digital yang beragam mempengaruhi efektivitas intervensi. Masalah teknis seperti	<i>Literature review</i>	Hasil analisis menunjukkan bahwa 16esehata puluh persen jurnal melaporkan bahwa SMS meningkatkan kepatuhan obat. <i>Reminder</i> SMS meningkatkan skor kepatuhan pengobatan. Kelompok intervensi SMS memiliki kadar HbA1c yang lebih rendah daripada kelompok 16esehat.

				perubahan nomor telepon dan gangguan jaringan menghambat kontinuitas layanan. Diperlukan dukungan infrastruktur yang memadai untuk menjamin keberlanjutan sistem. Biaya operasional juga perlu dipertimbangkan untuk implementasi skala besar.		Teknologi SMS telah terbukti efektif dalam mengurangi hambatan waktu dan kesehatan dalam pengawasan pengobatan. Selain itu, intervensi SMS membantu menciptakan hubungan yang lebih baik antara tenaga kesehatan dan pasien.
7	Teknologi Digital Untuk Meningkatkan Kepatuhan Pengobatan Pada Pasien Diabetes	Aeni Suciati, Sofa D. Alfian	2022	Variasi efektivitas teknologi, kemampuan pengguna untuk mengoperasikan aplikasi, dan aksesibilitas teknologi adalah beberapa tantangan yang	Studi literatur dengan pendekatan sistematis	Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebagian besar intervensi berbasis teknologi digital meningkatkan kepatuhan pasien diabetes melitus dengan pengobatan.

	Melitus: Review Artikel		<p>dihadapi. Beberapa aplikasi hanya dapat digunakan pada <i>platform</i> tertentu, seperti Ios, yang hanya tersedia untuk perangkat <i>Apple</i>. Untuk beberapa pasien, terutama yang lebih tua, mungkin sulit untuk menggunakan teknologi digital yang kompleks. Sebagian pengguna mungkin menganggap notifikasi dan pengingat terlalu sering. Selain itu, tidak semua teknologi digital meningkatkan kepatuhan pasien secara substansial pada semua kelompok pasien.</p>	<p>Teknologi digital telah meningkatkan kepatuhan minum obat, menurut beberapa studi yang dianalisis. Misalnya, data yang dikumpulkan dari penggunaan aplikasi Medisafe menunjukkan bahwa 90,9% partisipan menganggap aplikasi tersebut membantu mereka menjadi lebih patuh terhadap pengobatan. Selain itu, terbukti bahwa menggunakan <i>WhatsApp</i> sebagai media pengingat meningkatkan kepatuhan pengobatan. Hasil ini menunjukkan bahwa teknologi informasi dapat</p>
--	-------------------------	--	--	--

						menjadi solusi yang menjanjikan untuk pengobatan diabetes melitus.
8	Rancang Bangun Sistem Persediaan Obat Berbasis Website (Studi Kasus: Apotek X)	Rudy Sofian, Fahmi Reza Ferdiansyah, Risma Putri Anggraeni	2023	Salah satu masalah yang dihadapi selama implementasi awal adalah keterbatasan infrastruktur teknologi dan kebutuhan untuk menyesuaikan desain sistem dengan kebutuhan operasional khusus dari Apotek X. Sangat penting untuk melatih pengguna sistem untuk memastikan mereka dapat memanfaatkan semua fitur dengan maksimal. Selain itu, ada	Metode prototipe & metode <i>black-box testing</i>	Sistem persediaan obat di Apotek X menunjukkan peningkatan efisiensi dan akurasi dalam pengelolaan stok. Proses manual yang lebih lama kini dapat diselesaikan lebih cepat berkat fitur otomatisasi. Sistem ini meningkatkan visibilitas stok secara keseluruhan dan mengurangi kesalahan <i>input</i> data. Selain itu, modul pencarian stok memudahkan apoteker untuk mengidentifikasi

				masalah dengan validasi data stok awal untuk menjamin transisi yang kesehatan dari sistem manual ke sistem berbasis web. Kesalahan data awal dapat mengganggu kinerja sistem.		kebutuhan obat mereka. Semua modul berfungsi sesuai ekspektasi, dan hasil pengujian sistem memuaskan.
9	Perbandingan Penggunaan Pesan Singkat <i>Whatsapp</i> Dan Kartu Peningat Terhadap Kepatuhan Minum Obat Dan Tekanan Darah Pasien Hipertensi Di Puskesmas Bogor Timur	Nhadira Nhestricia, Naufal Muharram Nurdin, Ade Lia Apriniawati	2023	Selama pelaksanaannya, penelitian ini menghadapi sejumlah masalah dan hambatan. Pandemi COVID-19 mempengaruhi ukuran sampel dan bagaimana data dikumpulkan. Jumlah sampel penelitian adalah kecil karena banyak calon partisipan	<i>Quasi Experimental</i>	Hasil penelitian menunjukkan hal-hal penting tentang seberapa efektif kedua metode intervensi. Kelompok pesan <i>WhatsApp</i> menunjukkan kepatuhan pengobatan yang lebih tinggi daripada kelompok kartu peningat, dan kelompok intervensi dan

				<p>menolak untuk berpartisipasi selama penelitian. Selain itu, penelitian ini harus memasukkan berbagai Kesehatan yang mengganggu pengendalian tekanan darah, seperti gaya hidup, dan lainnya. Saat menafsirkan hasil dan merencanakan penelitian di masa depan, keterbatasan ini harus dipertimbangkan.</p>		<p>kontrol menunjukkan hasil yang lebih buruk. Intervensi meningkatkan kepatuhan sebanyak 81,3% pasien. Kedua kelompok intervensi menurunkan tekanan darah pasien. Hasil juga menunjukkan bahwa partisipan mengendalikan tekanan darah dengan lebih baik, yang menunjukkan bahwa pengobatan telah diterima dengan lebih baik. Pesan <i>WhatsApp</i> telah terbukti lebih efektif daripada kartu pengingat untuk mencapai hasil yang diinginkan.</p>
--	--	--	--	--	--	---

10	Sistem Peningat Konsumsi Obat Pasien Memanfaatkan Firebase Messaging	NOVIA ELISABETH SAMOSIR	2023	Salah satu masalah yang dihadapi dalam penelitian ini adalah bahwa aplikasi hanya dapat digunakan untuk pasien di RS Panti Waluyo Surakarta. Selain itu, penelitian ini tidak membahas aspek keamanan sistem, yang merupakan komponen penting dalam pembuatan aplikasi kesehatan.	Pendekatan <i>prototyping</i>	Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi yang mengingatkan pengguna tentang konsumsi obat dapat dibuat dan diuji coba pada pengguna. Tingkat kepuasan pengguna dan kemudahan penggunaan aplikasi diukur melalui metode <i>System Usability Scale</i> (SUS). Orang-orang yang mengikuti pengujian berusia antara 17 dan 40 tahun dan memiliki pengalaman menggunakan <i>smartphone</i> . Hasilnya menunjukkan bahwa meskipun aplikasi tidak sepenuhnya ditolak oleh
----	--	-------------------------	------	---	-------------------------------	---

						<p>pengguna, mereka juga tidak sangat menyukainya dan menganggapnya menengah. Ini menunjukkan bahwa usability aplikasi masih dapat diperbaiki.</p>
--	--	--	--	--	--	--

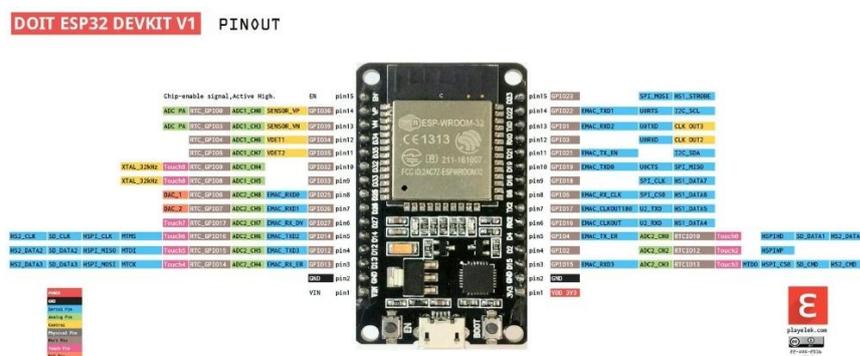
2.2 Mikrokontroler ESP32

ESP32 adalah seri mikrokontroler berbiaya rendah dan berdaya rendah dengan kemampuan Wi-Fi dan *Bluetooth* terintegrasi. ESP32 dikembangkan oleh *Espressif Systems*, sebuah perusahaan teknologi dari Shanghai, Tiongkok. ESP32 merupakan penerus dari ESP8266 dengan peningkatan signifikan pada kemampuan dan fitur [10].

Beberapa fitur utama ESP32 antara lain:

1. Prosesor Tensilica Xtensa LX6 *dual - core* dengan frekuensi hingga 240 MHz
2. RAM 520 KB
3. Wi-Fi 802.11 b/g/n (2.4 GHz)
4. *Bluetooth* v4.2 BR/EDR dan BLE (*Bluetooth Low Energy*)
5. 34 GPIO (*Input/Output* umum)
6. 12-bit ADC (*Analog to Digital Converter*) hingga 18 *channel*
7. 2 DAC (*Digital to Analog Converter*) 8-bit
8. 4 SPI, 2 I2S, 2 I2C, dan 3 UART
9. Pengendali PWM
10. Pengendali infra merah untuk semua pin [11]

Karena kemampuan konektivitasnya yang kuat dan penggunaan daya yang rendah, ESP32 cocok untuk berbagai aplikasi *Internet of Things* (IoT), termasuk sistem pengingat minum obat. Selain itu, ESP32 dapat terhubung ke *internet* melalui Wi-Fi untuk mengirim dan menerima data, dan juga dapat berkomunikasi dengan *platform* Telegram untuk memberikan notifikasi pengingat minum obat [12].



Gambar 2.1 ESP 32

2.3 Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonik mendeteksi keberadaan suatu objek atau benda tertentu di depan frekuensi kerja pada rentang 20 kHz–2 MHz.. Salah satu sensor ultrasonik yang umum digunakan adalah HC-SR04, yang berfungsi untuk mengukur jarak antara sensor dan suatu objek. Sensor ultrasonik mirip dengan sonar pada kelelawar: mereka mengirimkan gelombang suara ultrasonik dan menghitung berapa lama gelombang tersebut akan memantul kembali setelah mengenai objek [13].

2.3.1 Prinsip Kerja Sensor Ultrasonik

Cara kerja sensor *Ultrasonic* yaitu adalah:

1. Pulsa ultrasonik dihasilkan oleh transmitter.
2. Ketika gelombang mengenai objek, mereka memantul di udara.
3. Gelombang pantul dikirim ke penerima.
4. Sensor menghitung waktu tempuh gelombang mulai dari saat gelombang dikirim hingga saat gelombang diterima kembali.
5. Kecepatan suara di udara adalah sekitar 343 m/s pada 20 °C. Mikrokontroler menggunakan rumus berikut untuk mengubah durasi waktu menjadi jarak. Pembagian 2 dilakukan karena gelombang menempuh jarak pergi-pulang. Hasil perhitungan ditampilkan dalam satuan cm.

$$\text{Jarak (cm)} = (\text{Durasi } (\mu\text{s}) \times 0.034) \div 2$$

Dimana:

0.034 = Kecepatan suara (340 m/s) dalam cm/ μ s

Durasi = Waktu tempuh gelombang (mikrodetik) [14]

Pada penelitian kali ini, sensor yang digunakan adalah sensor ultrasonik. Sensor ini adalah alat yang dapat digunakan segera yang memiliki berbagai fungsi: mengirim, menerima, dan mengontrol gelombang ultrasonik. Dengan akurasi hingga 3 mm, sensor ini dapat mengukur jarak objek dari 2 cm hingga 4 meter. Ada empat pin pada sensor ultrasonik: *Vcc*, *Gnd*, *Trigger*, dan *Echo*. Pin *Vcc* berfungsi sebagai sumber daya positif, dan pin *Gnd* berfungsi sebagai *ground*. Pin *Trigger* digunakan untuk mengaktifkan pengiriman sinyal

ultrasonik, dan pin *Echo* menangkap sinyal yang dipantulkan oleh benda. Ini terjadi ketika pin *Trigger* diberi tegangan positif selama 10 mikrodetik (10uS), sensor akan memancarkan delapan sinyal ultrasonik dengan frekuensi 40 kHz [15].

2.3.2 Aplikasi Sensor Ultrasonik dalam Sistem Otomatisasi

Sensor ultrasonik dapat digunakan sebagai alat pengingat untuk minum obat untuk:

1. Mengidentifikasi tangan untuk mangabey obat didalam kotak.
2. Memastikan apakah kotak obat telah dibuka.
3. Mengukur jarak objek untuk mengetahui obat telah diambil [16].



Gambar 2.2 Sensor Ultrasonik

2.4 Motor Servo

Motor servo adalah aktuator atau perangkat putar (motor) yang memiliki sistem kontrol feedback loop tertutup (loop tertutup) untuk memastikan dan menentukan posisi sudut poros *output* motor. Motor servo digunakan untuk berbagai tujuan, seperti sistem pelacakan, peralatan mesin, dan sebagainya. Daya mereka berkisar dari beberapa watt hingga ratusan watt. Dua jenis motor servo adalah AC dan DC [17].

2.4.1 Komponen Motor Servo

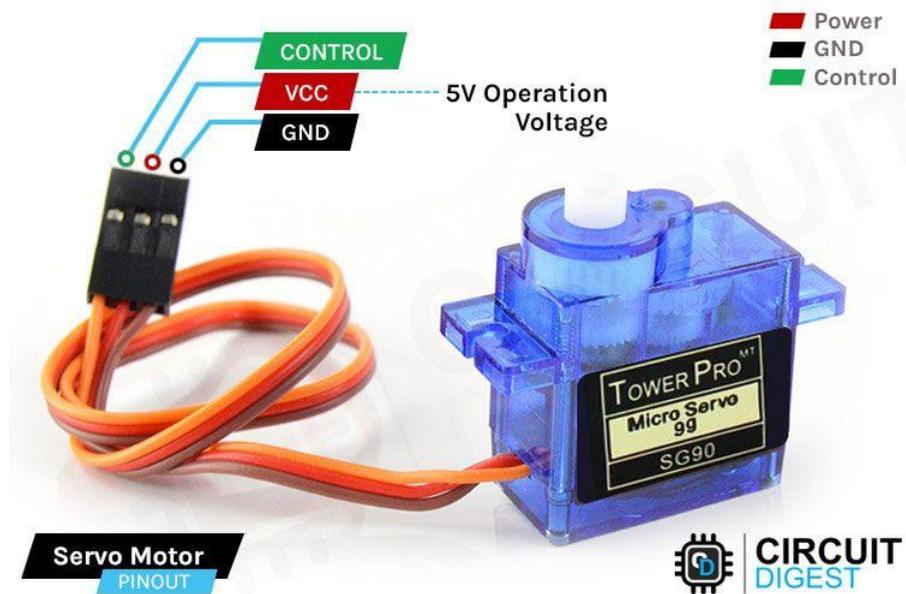
Adapun komponen penyusun dari motor servo antara lain:

1. Sebuah motor pasti memiliki bagian yang disebut rotor. Komponen ini terhubung langsung ke poros dan berada di antara dua bantalan, menghasilkan gerak berputar pada poros.

2. Komponen yang berfungsi untuk memberikan tegangan ke rotor disebut stator. Komponen ini bertanggung jawab untuk menghasilkan medan magnet, jadi stator ditempatkan mengelilingi rotor. Stator sendiri terdiri dari lilitan kawat tembaga, biasanya 12 lilitan.
3. Komponen ini terletak di bagian belakang mesin poros motor dan berfungsi sebagai perangkat elektromekanis untuk melakukan pengaturan kecepatan, mendeteksi kecepatan, dan mendeteksi posisi rotor. Dengan adanya *encoder*, motor servo dapat menghasilkan resolusi tinggi dan respons yang cepat.
4. *Shaft* berfungsi sebagai inti motor untuk meneruskan energi ke beban. Jika poros atau *shaft* ditambahkan ke baling-baling, baling-baling akan berputar sebagai bagian dari semua fungsi servo motor [18].

2.4.2 Prinsip Kerja Motor Servo

Prinsip kerja motor servo bergantung pada sistem umpan balik posisi. Mikrokontroler mengirimkan sinyal PWM (*Pulse Width Modulation*), yang menentukan posisi yang diinginkan, dan rangkaian kontrol motor servo membandingkan sinyal ini dengan posisi sebenarnya yang dideteksi potensiometer. Motor akan bergerak untuk menyesuaikan posisi jika ada perbedaan dan akan mencapai posisi yang diinginkan [19].



Gambar 2.3 Motor Servo

2.5 Real - time Clock

Real time clock (RTC) adalah modul penghitung waktu yang dibuat dengan komponen elektronik berupa chip dan memiliki kemampuan untuk melakukan proses kerja seperti jam, seperti menghitung detik, menit, dan jam. Perhitungan ini dihitung secara akurat dan disimpan secara *Real Time*. Salah satu jenis modul yang berfungsi sebagai pewaktuan digital atau antar muka, modul DS3231 *Real - time Clock* (RTC) menggunakan I2C atau dua jalur (SDA dan SCL). Jika diakses menggunakan mikrokontroler seperti Arduino Uno, diperlukan dua pin SDA dan SCL dan dua pin daya [20].

2.5.1 Komponen RTC

Secara umum, RTC terdiri dari:

1. Presisi kristal (biasanya 32.768 kHz)
2. Sirkuit penghitung dan pembagi frekuensi
3. Register untuk menyimpan data waktu dan tanggal
4. Antarmuka komunikasi (I2C, SPI, dll.)
5. Baterai cadangan (biasanya baterai lithium CR2032) [21]

2.5.2 Prinsip Kerja RTC

Cara kerja dari RTC pada penelitian ini ialah:

1. Berdasarkan osilasi kristal, RTC (*Real time clock*) menghasilkan frekuensi yang sangat presisi sebesar 32.768 kHz (215 Hz).

Frekuensi ini dipilih dengan alasan karena, ketika dibagi dengan rangkaian pembagi frekuensi, akan menghasilkan tepat 1 Hz yang diperlukan untuk menghitung detik. Bahkan saat sistem utama mati, isolator kristal ini tetap berjalan dengan sumber daya utama atau baterai backup. Rumus frekuensi dasar yang digunakan adalah:

$$\text{Frekuensi_Dasar} = 32768 \text{ Hz}$$

$$\text{Periode_Waktu} = 1/32768 = 30.517578125 \text{ mikrodetik}$$

$$\text{Frekuensi_Detik} = 32768 \text{ Hz}/32768 = 1 \text{ Hz}$$

2. Dalam RTC, sistem *Counter* bekerja secara hierarki untuk menghitung waktu dari detik hingga tahun. *Counter* detik mulai dengan 0-59, *Counter* menit mulai dengan 0-59, dan *Counter* jam mulai dengan 0-23, dan seterusnya hingga tahun. Untuk membuat konversi dan pembacaan lebih mudah, semua perhitungan ini disimpan dalam register internal RTC dalam format BCD (*Binary Coded Decimal*). Rumus konversi yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$\text{Total_Detik} = (\text{Jam} \times 3600) + (\text{Menit} \times 60) + \text{Detik}$$

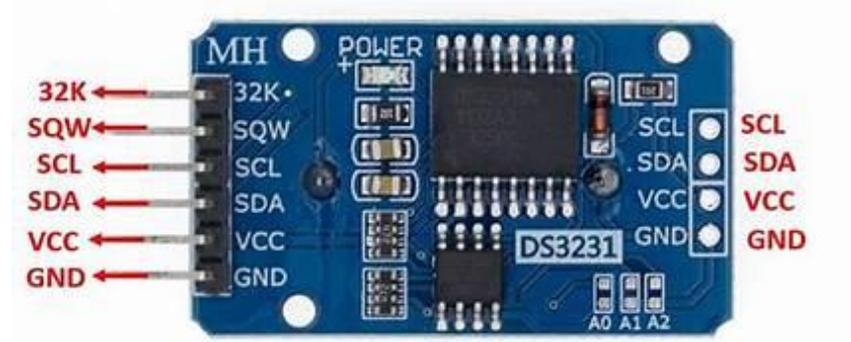
$$\text{Konversi_BCD_ke_Desimal} = ((\text{BCD} \gg 4) \times 10) + (\text{BCD} \& 0x0F)$$

$$\text{Konversi_Desimal_ke_BCD} = ((\text{Desimal}/10) \ll 4) | (\text{Desimal}\%10)$$

3. Komunikasi antara RTC dengan mikrokontroler menggunakan protokol I2C (*Inter-Integrated Circuit*) yang memerlukan dua jalur: SDA (*Serial Data*) dan SCL (*Serial Clock*). Data waktu ditransmisikan dalam paket-paket *byte* yang merepresentasikan nilai detik, menit, jam, dan seterusnya. Dalam sistem pengingat minum obat, mikrokontroler secara berkala membaca nilai waktu dari RTC dan membandingkannya dengan jadwal yang telah diatur. Rumus untuk menghitung selisih waktu dan pemicuan alarm adalah:

$$\text{Selisih_Waktu} = \text{Waktu_Sekarang} - \text{Waktu_Jadwal}$$

Kondisi_Alarm = IF(Selisih_Waktu = 0) THEN
Aktifkan_Alarm
Waktu_Sekarang = (Jam_RTC × 3600) + (Menit_RTC × 60) +
Detik_RTC



Gambar 2.4 Real time clock

2.6 Buzzer Elektronika

Buzzer elektronika adalah komponen elektronika yang dapat menghasilkan getaran suara sebagai gelombang bunyi ketika diberikan sejumlah tegangan listrik dengan spesifikasi bentuk dan ukurannya. *Buzzer* elektronika biasanya digunakan sebagai alarm karena sangat mudah digunakan: dengan memberikan tegangan *input*, *buzzer* elektronika menghasilkan getaran suara. Setiap *buzzer* elektronika membutuhkan tegangan listrik untuk diubah menjadi gelombang bunyi atau getaran suara dengan frekuensi antara 1-5 KHz [22].

2.6.1 Cara Kerja Buzzer

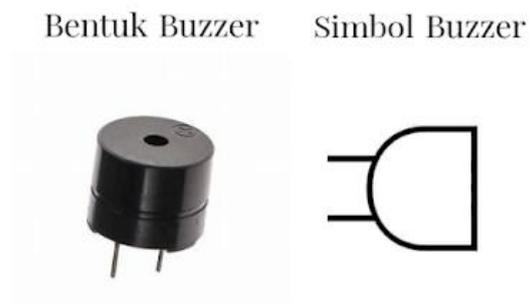
Salah satu *buzzer* piezoelektrik yang paling umum digunakan dalam proyek elektronika beroperasi sebagai berikut:

1. Jika tegangan listrik diberikan, material piezoelektrik akan berubah bentuk.
2. Getaran diafragma menghasilkan gelombang suara yang terdengar [23].

2.6.2 Aplikasi Buzzer sebagai Alat Pengingat

Buzzer memainkan peran penting dalam sistem pengingat untuk minum obat, seperti:

1. Indikator status sistem (misalnya, bunyi berbeda untuk *test* sistem *on/off*)
2. Peningat suara ketika waktu minum obat telah tiba
3. Alarm jika pasien belum mengambil obat dalam waktu tertentu setelah peningat pertama



Gambar 2.5 *Buzzer* Elektronika

2.7 Platform Telegram

Telegram adalah aplikasi pesan instan berbasis *cloud* yang berfokus pada kecepatan dan keamanan. Salah satu fitur utamanya adalah dukungan untuk *Bot*, yaitu program yang memungkinkan pengguna berinteraksi satu sama lain melalui chat [24].

2.7.1 Telegram Bot API

Telegram *Bot* API adalah antarmuka pemrograman berbasis HTTP yang memungkinkan pengembang membuat *Bot* yang dapat berkomunikasi dengan pengguna Telegram. API ini menawarkan berbagai metode pengiriman pesan, gambar, file, dan jenis konten lainnya.

Beberapa fitur utama Telegram *Bot* API:

1. Menerima dan mengirim pesan teks.
2. Mengirimkan media seperti foto, video, audio, dan dokumen.
3. Membuat tombol interaktif melalui *keyboard inline*.
4. Membuat menu perintah melalui menu perintah.
5. Menerima lokasi dan kontak.
6. Membuat *polling*.
7. *Webhook* untuk menerima pembaruan secara *Real-Time* [25].

2.7.2 Implementasi Bot Telegram sebagai Pengingat Minum Obat

Dengan cara ini, *Bot* Telegram dapat digunakan untuk memberi tahu orang untuk minum obat:

1. Menyimpan jadwal minum obat pasien
2. Mengirimkan notifikasi pada waktu yang ditentukan
3. Menerima konfirmasi dari pasien setelah minum obat
4. Memberikan laporan kepatuhan minum obat
5. Mengingatkan pasien untuk mengambil obat mereka ketika waktunya.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 ALAT DAN BAHAN

Pada Proyek Akhir ini, dalam melakukan perancangan alat pengingat minum obat yang ditujukan pada pasien diabetes berbasis telegram menggunakan *hardware* dan *software* dalam menjalankan penelitian ini. Dibawah ini akan dijelaskan peralatan yang digunakan pada penelitian ini adalah:

Hardware

1. Sensor *Ultrasonic* HCSR04

Penggunaan sensor ultrasonik HC-SR04 dalam sistem pengingat minum obat ini berfungsi sebagai pendeteksi keberadaan dan jumlah obat dalam kotak obat. Sensor dipasang pada bagian tutup wadah/kotak obat dengan posisi menghadap ke bawah, dimana pin *Trigger* dan *Echo* terhubung langsung ke mikrokontroler. Prinsip kerjanya adalah dengan memancarkan gelombang ultrasonik dan menghitung waktu pantul untuk menentukan jarak antara sensor dengan permukaan obat. Sistem melakukan pembacaan secara *Real - time* setiap 5 detik untuk memantau pasien diabetes. Berikut Spesifikasi yang dimiliki oleh modul sensor *Ultrasonic* HCSR04 yaitu [26]:

Tabel 3.1 Spesifikasi Sensor *Ultrasonic* HCSR04

Tegangan	5 V DC
Arus	15 mA
Frekuensi Kerja	40 KHz
Jarak Minimum	2 cm
Jarak Maksimum	400 cm
Sudut Pengukuran	15 derajat
<i>Input Sinyal Trigger</i>	10uS pulsa TTL
<i>Output Sinyal Echo</i>	Sinyal level TTL

Dimensi	45mm x 20 mm x 15 mm
---------	----------------------

2. Motor Servo

Dalam sistem pengingat minum obat ini, penulis menggunakan motor servo pada penelitian ini berfungsi sebagai aktuator untuk secara otomatis membuka dan menutup katup pengeluaran obat. Yang dimana ketika mikrokontroler mengirimkan sinyal berdasarkan jadwal minum obat yang telah diatur ke sistem, motor servo beroperasi. Jenis servo yang dipakai penulis pada penelitian ini yaitu servo SG90. Servo SG90 yang digunakan memiliki sudut putar 180 derajat, dengan posisi 0 derajat menunjukkan katup tertutup dan posisi 90 derajat menunjukkan katup terbuka. Ketika waktunya tiba untuk minum obat, mikrokontroler mengirimkan sinyal PWM (*Pulse Width Modulation*) ke motor servo untuk berputar ke posisi yang telah ditentukan, yang akan membuka katup dan memungkinkan obat keluar dari wadah penyimpanan [27].

Tabel 3.2 Spesifikasi Motor Servo

<i>Voltase</i>	+5 V
Torsi	2,5 kg/cm
Frekuensi Kerja	40 KHz
Kecepatan Beroperasi	0.1s/60°
Rotasi	0°-180°
Berat motor	9 gm
Bahan	<i>gear</i> dari plastik

3. Buzzer

Pada penelitian ini, *buzzer* bertindak sebagai indikator suara untuk memberikan peringatan atau notifikasi kepada pasien secara audible. Cara kerja *buzzer* adalah sebagai berikut yang dimana pin *output* mikrokontroler mengirimkan sinyal digital ke *buzzer*, yang

kemudian mengubah sinyal digital menjadi getaran mekanik, yang menghasilkan bunyi dengan frekuensi tertentu. Saat digunakan, *buzzer* akan berbunyi ketika waktu minum obat telah tiba sesuai jadwal yang diatur. Penggunaan *buzzer* dipilih oleh penulis karena beberapa keunggulannya, termasuk konsumsi daya yang rendah, ukuran yang kompak, suara yang cukup keras untuk didengar dalam jarak dekat, dan kemudahan untuk diintegrasikan dengan mikrokontroler. *Buzzer* juga berfungsi sebagai sistem redundansi untuk mencegah pasien melewati jadwal minum obat mereka, terutama saat mereka berada di dekat wadah obat tetapi tidak memeriksa notifikasi Telegram [28].

Tabel 3.3 Spesifikasi *Buzzer*

Tegangan kerja	4V-8V
Arus maksimal	30 mA/ 5V DC
Kekuatan suara maksimal	85dB/ 10cm
Frekuensi resonansi	2500 +/- 300hz
Warna	Hitam
Diameter	1cm

4. RTC (*Real time clock*)

Dalam sistem pengingat minum obat ini, penulis memilih *Real - time Clock* (RTC) DS3231 yang dimana berfungsi sebagai modul penghitung waktu yang tepat dan akurat untuk mengatur jadwal pemberian obat. Proses RTC dimulai dengan inisialisasi waktu awal yang disinkronkan dengan waktu sebenarnya. Setelah itu, modul ini menghitung waktu secara mandiri menggunakan baterai backup CR2032, yang memungkinkannya tetap berjalan meskipun sistem kehilangan daya utama. Mikrokontroler dan RTC berkomunikasi melalui protokol *Inter-Integrated Circuit* (I2C). Dalam proses ini, mikrokontroler secara berkala membaca data waktu (jam, menit, detik) dan tanggal (hari, bulan, tahun) dari

RTC untuk membandingkannya dengan jadwal minum obat yang telah diatur. RTC DS3231 dipilih oleh penulis karena sangat akurat dengan penyimpangan waktu hanya 2 menit setiap tahun. Ini memiliki sensor suhu internal untuk mengkompensasi perubahan suhu, fitur alarm yang dapat diprogram, dan baterai backup untuk menyimpan data waktu secara persisten. Dalam sistem pengingat minum obat pasien diabetes, keakuratan waktu ini sangat penting karena ketepatan waktu minum obat dapat mempengaruhi efektivitas pengobatan dan kontrol gula darah pasien [29].

Tabel 3.4 Spesifikasi *Real time clock*

<i>Voltase</i> operasi	2.3V – 5.5V
Dapat beroperasi	pada tegangan RENDAH
Tegangan maksimum pada SDA, SCL	VCC + 0.3V
Suhu pengoperasian	-45°C hingga +80°C

5. ESP 32

Untuk penelitian ini, menggunakan ESP32 sebagai komponen krusial yang dimana berfungsi dalam mikrokontroller utama sistem pengingat minum obat. ESP32 adalah *System-on-Chip* (SoC) seri yang dikembangkan oleh *Espressif Systems* yang dipilih sebagai otak dari sistem pengingat minum obat dalam penelitian ini [30].

Tabel 3.5 Spesifikasi ESP32

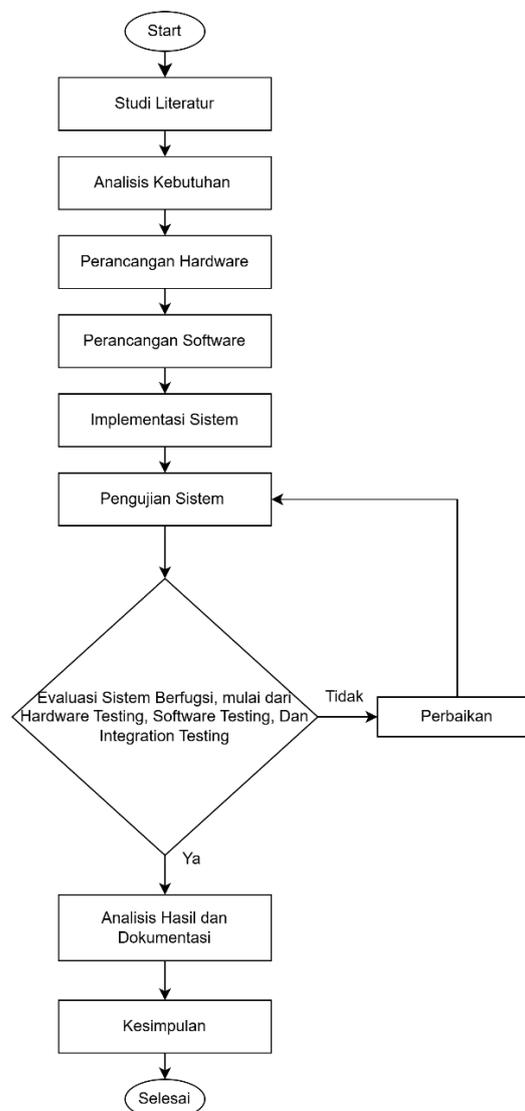
Tegangan	3.3 Volt
CPU	Xtensa dual core LX6 - 160M Hz
Arsitektur	32 bit
<i>Flash Memory</i>	16MB
SRAM	512kB

GPIO Pin (ADC/DAC)	36 (18/2)
<i>Bluetooth</i>	Ada
Wi-Fi	Ada
SPI/I2C/UART	4/2/2

3.2 ALUR PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahapan yang sistematis untuk memastikan pengembangan alat pengingat minum obat berbasis Telegram dengan integrasi sensor ultrasonik dapat berjalan dengan baik.

3.2.1 *Flowchart* Penelitian



Gambar 3.1 *Flowchart* Penelitian

Dapat dilihat pada gambar 3.1 tahapan penelitian yang dilakukan oleh penulis dalam proyek akhir ini, Tahap awal penelitian hadir dalam bentuk mengumpulkan dan mempelajari literatur tentang sistem memori untuk minum obat, ESP32, sensor *ultrasound*, komunikasi telegram, dan teknologi bantuan lainnya. Literatur yang diperiksa mencakup jurnal ilmiah, makalah sebelumnya, artikel, dan dokumen teknis untuk komponen, Setelah itu data yang didapat dari sumber dikumpulkan untuk dijadikan latar belakang dan dasar teori pada penelitian yang dilakukan.

Setelah latar belakang dibuat, penulis membuat makalah ini dengan menyajikan formulasi masalah yang benar dan mengumpulkan sistem dari data yang diperoleh oleh penulis yang diterima oleh penulis, sebagai rencana untuk membuat sistem. Melakukan analisis terhadap kebutuhan perangkat keras dan perangkat lunak yang diperlukan untuk membangun sistem. Analisis mencakup kebutuhan fungsional dan non-fungsional sistem.

Pada perancangan *hardware* penulis akan mendesain rangkaian elektronik dan melakukan integrasi komponen *hardware* yang meliputi ESP32, sensor ultrasonik HC-SR04, modul RTC DS3231, motor servo, *buzzer*, dan perancangan kotak obat sehingga penulis melakukan perancangan *software* dengan membuat desain program yang akan diimplementasikan pada ESP32, termasuk algoritma untuk mendeteksi keberadaan obat, pengaturan waktu minum obat, kontrol servo, dan komunikasi dengan Telegram *Bot* API. Dan tahap selanjutnya menggabungkan perancangan *hardware* dan *software* menjadi satu sistem yang terintegrasi. Implementasi meliputi perakitan komponen fisik dan pengunggahan kode ke ESP32.

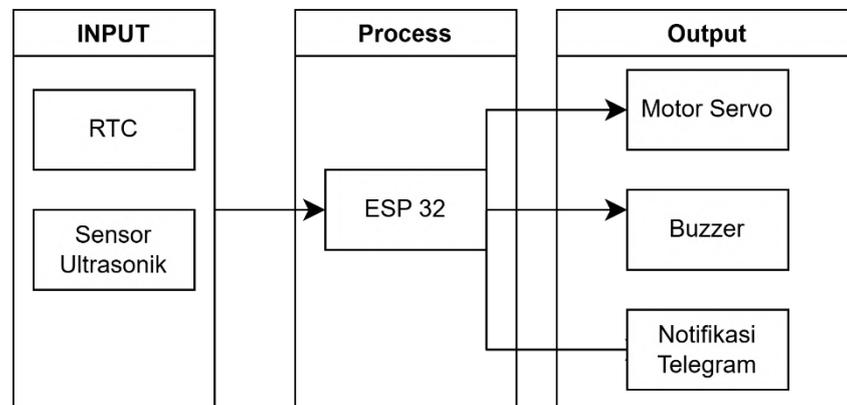
Pada pengujian sistem, yang dimaksud adalah bahwa sistem akan dianalisis secara keseluruhan, dapat dimulai dengan mengecek apakah sistem terhubung satu per satu dan menjalankan *prototype* yang sudah terpasang, dan kemudian diuji lagi jika terdapat kesalahan dalam pengujian.

3.3 PERANCANGAN SISTEM

Perancangan sistem difokuskan membahas mengenai blok diagram dari sistem serta penjelasan alat "Perancangan Dan Analisis Alat Peningkat Minum Obat Untuk Pasien Diabetes Berbasis Telegram Dengan Integrasi Sensor Ultrasonik" penjelasan mengenai blok diagram yang dibuat sebagai berikut:

3.3.1 Blok Diagram

Berikut adalah blok diagram sistem alat pengingat minum obat untuk pasien diabetes berbasis Telegram dengan integrasi sensor ultrasonik:



Gambar 3.2 Diagram Blok

Blok diagram yang diatas, menggambarkan sistem alat pengingat minum obat untuk pasien diabetes berbasis Telegram dengan integrasi sensor ultrasonik. Diagram ini terbagi menjadi tiga bagian utama:

Bagian *input* terdiri dari dua komponen utama:

1. RTC (Jam Waktu *Real*): berfungsi sebagai pengatur waktu sistem yang akurat. Komponen RTC menyimpan informasi waktu (jam, menit, detik) dan tanggal (hari, bulan, tahun) secara *Real-Time*, sehingga alat dapat mengetahui kapan obat harus diminum.
2. Sensor ultrasonik: Dengan menggunakan gelombang ultrasonik untuk mengukur jarak, sensor ini dapat mendeteksi keberadaan obat di dalam kotak. Ini akan mengirimkan sinyal ke ESP32 untuk

menunjukkan apakah obat masih ada di dalam kotak atau telah diambil oleh pasien.

Pada bagian proses, bagian ini mencakup elemen pemrosesan utama, ESP32 adalah mikrokontroler yang berfungsi sebagai pusat sistem. ESP32 menerima *input* dari RTC dan sensor ultrasonik, memproses data sesuai dengan program yang telah ditanamkan, dan mengirimkan perintah ke komponen *output*. ESP32 juga memiliki cukup pin I/O untuk menghubungkan semua komponen yang diperlukan.

Dan untuk bagian *output* terdiri dari tiga komponen yaitu:

1. Motor Servo: Fungsinya adalah untuk membuka penutup kotak obat secara otomatis ketika waktunya tiba untuk minum obat. Motor servo bergerak pada sudut tertentu untuk membuka penutup kotak obat, memungkinkan pasien mengambil obatnya.
2. *Buzzer*: Berfungsi sebagai alarm suara yang akan berbunyi saat waktunya minum obat tiba. Ini akan memberi tahu pasien dengan suara bahwa sudah waktunya minum obat mereka.
3. Notifikasi Telegram: Fitur ini memungkinkan pesan pengingat tetap tersampaikan ke *smartphone* pasien atau pengasuh melalui aplikasi Telegram. Ini berlaku bahkan ketika pasien tidak berada dekat dengan kotak obat.

Sehingga cara sistem beroperasi secara keseluruhan yaitu:

1. Ketika waktu minum obat tiba, sensor ultrasonik memantau keberadaan obat dalam kotak. Ini dilakukan oleh RTC, yang kemudian memberikan informasi waktu saat ini ke ESP32:
2. ESP32 mengirimkan sinyal ke motor servo untuk membuka kotak obat, dan ESP32 mengaktifkan *buzzer* untuk memberikan peringatan suara. ESP32 mengirimkan peringatan ke *smartphone* pengguna melalui Telegram.
3. Sensor ultrasonik mendeteksi perubahan dan mengirimkan informasi ke ESP32 setelah obat diambil. Jika diperlukan, ESP32

dapat mencatat aktivitas pengambilan obat dan mengirimkan konfirmasi atau pengingat tambahan melalui Telegram.

Sistem ini dimaksudkan untuk memastikan pasien diabetes mendapatkan obat mereka tepat waktu, yang merupakan bagian penting dari pengelolaan kondisi mereka dengan baik.

3.3.2 Metode Pengujian Sensor Ultrasonik

Pengujian sensor ultrasonik merupakan tahapan penting dalam memastikan keandalan sistem alat pengingat minum obat. Sensor ultrasonik digunakan untuk mendeteksi keberadaan obat di dalam kotak obat melalui pengukuran jarak. Berikut adalah metode pengujian sensor ultrasonik secara komprehensif:

A. Tujuan Pengujian

Tujuan dari pengujian sensor ultrasonik adalah:

1. Mengevaluasi keakuratan sensor dalam mengukur jarak
2. Menentukan kemampuan sensor dalam mendeteksi keberadaan obat dengan berbagai ukuran dan bentuk
3. Memverifikasi konsistensi pembacaan sensor dalam berbagai kondisi lingkungan
4. Menentukan nilai threshold optimal untuk membedakan antara kotak obat yang berisi dan kotak obat yang kosong

B. Alat dan Bahan

1. Modul sensor ultrasonik HC-SR04
2. Mikrokontroler ESP32
3. Kabel *jumper*
4. *Trafo* 5V
5. Penggaris dengan ketelitian 1 mm
6. Berbagai jenis obat
7. Kotak obat *prototype*
8. Serial monitor (laptop/komputer)

C. Setup Pengujian

1. Rangkaian Pengujian

- a. Pin *Trigger* sensor dihubungkan ke pin GPIO 5 ESP32

- b. Pin *Echo* sensor dihubungkan ke pin GPIO 18 ESP32
- c. VCC sensor dihubungkan ke 5V ESP32
- d. GND sensor dihubungkan ke GND ESP32

2. Posisi Sensor

- a. Sensor ultrasonik diletakkan di bagian atas kotak obat.
- b. Jarak antara sensor dan dasar kotak obat adalah 5 cm.
- c. Posisi sensor dibuat tetap selama pengujian untuk mendapatkan hasil yang konsisten.

D. Prosedur Pengujian

1. Pengukuran *Baseline*

- a. Mengukur jarak dari sensor ke dasar kotak obat kosong menggunakan sensor *ultrasonic*.
- b. Mengukur jarak yang sama menggunakan mistar/penggaris sebagai pembanding.
- c. Mencatat hasil pengukuran sensor dan mistar.
- d. Menghitung *error* pengukuran dengan rumus:
 $Error (\%) = |\text{Jarak Sensor} - \text{Jarak Mistar}| / \text{Jarak Mistar} \times 100\%$
- e. Mengulang pengukuran sebanyak 10 kali dan menghitung rata-rata *error*.

3.4 *Flowchart* Sistem

Proses Perancangan *system* dari alat ini dilakukan dengan eksperimental dan untuk prosesnya bisa dilihat pada gambar, dengan tahapan pembuatannya adalah sebagai berikut:

1. **Inisialisasi Sistem**

Sistem dimulai dengan pengaktifan semua komponen penting, termasuk ESP32 sebagai mikrokontroler utama, RTC untuk menjaga ketepatan waktu, sensor ultrasonik, motor servo, dan *Bot* Telegram. ESP32 berfungsi sebagai pusat kendali dan mengatur seluruh sistem, sementara RTC menyimpan informasi waktu yang diperlukan untuk menentukan jadwal minum obat. *Bot* Telegram juga berfungsi penting dalam mengirimkan pengingat secara langsung ke ponsel pasien agar pasien tidak melewatkan pengingat.

2. **Penjadwalan**

Setelah disesuaikan dengan kebutuhan masing-masing pasien diabetes, jadwal minum obat disimpan di sistem untuk digunakan sebagai acuan untuk memberikan pengingat secara otomatis dan tepat waktu.

3. **Monitoring Waktu**

Untuk memastikan pengingat diberikan tepat waktu, sistem secara berkala membaca waktu dari modul RTC dan mencocokkannya dengan jadwal minum obat yang sudah ditentukan sebelumnya.

4. **Aktivasi Alarm**

Saat waktu yang terbaca dari RTC sesuai dengan jadwal minum obat pasien, *buzzer* akan langsung diaktifkan sebagai alarm suara dan dikirim ke aplikasi Telegram pasien. Notifikasi ini berisi informasi detail tentang waktu konsumsi dan jenis obat yang harus diminum pasien, sehingga pasien dapat segera merespons tanpa membuka kotak obat secara manual.

5. **Deteksi Tangan dan Pembukaan Kotak Obat**

Area di depan kotak obat dipantau secara terus-menerus oleh sensor ultrasonik. Sensor akan mendeteksi jarak saat pasien mendekati tangannya. Jika jarak yang terdeteksi lebih kecil dari batas yang telah

ditentukan, maka motor servo akan bergerak otomatis untuk membuka kotak obat.

6. Pengambilan Obat

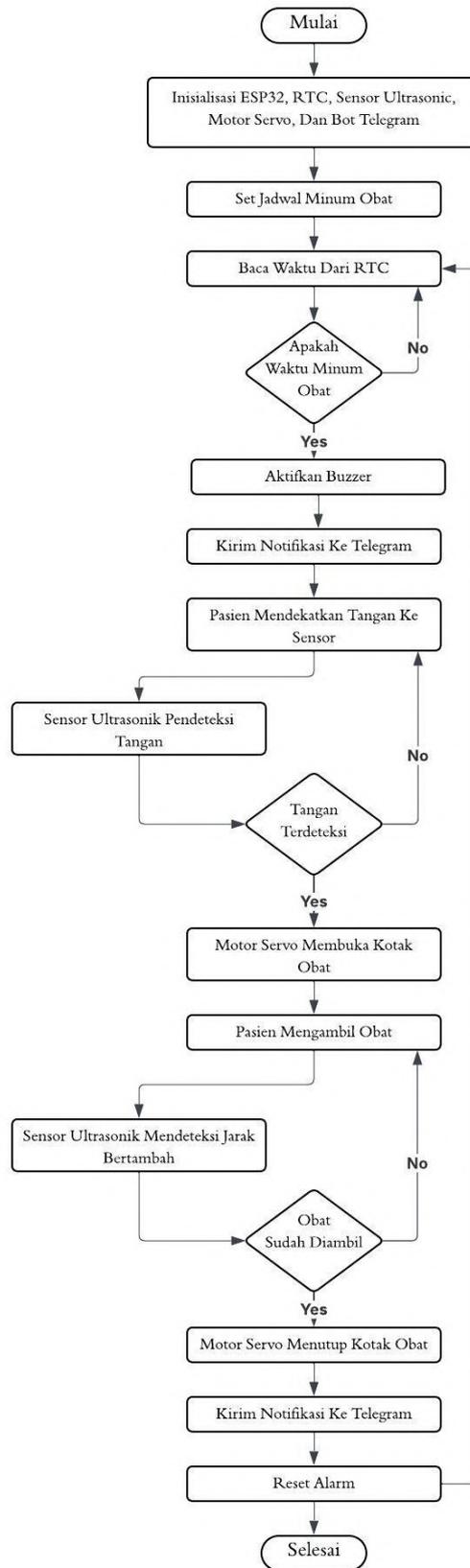
Pasien dapat langsung mengambil obat yang dibutuhkannya setelah kotak obat dibuka. Selama seluruh proses, sensor ultrasonik tetap aktif untuk mengamati pergerakan di sekitar kotak. Obat telah berhasil diambil dari kotak, seperti yang ditunjukkan oleh jarak yang meningkat antara tangan pasien dan sistem.

7. Penutupan Kotak dan Konfirmasi

Motor servo akan secara otomatis menutup kembali kotak obat setelah sistem mengetahui bahwa obat telah diambil oleh pasien. Kemudian sistem mengirimkan notifikasi ke Telegram untuk mengkonfirmasi bahwa pasien telah menerima obat tersebut. Selanjutnya, alarm direset dan disiapkan untuk mengingatkan Anda tentang jadwal minum obat berikutnya.

8. Kembali *Monitoring*

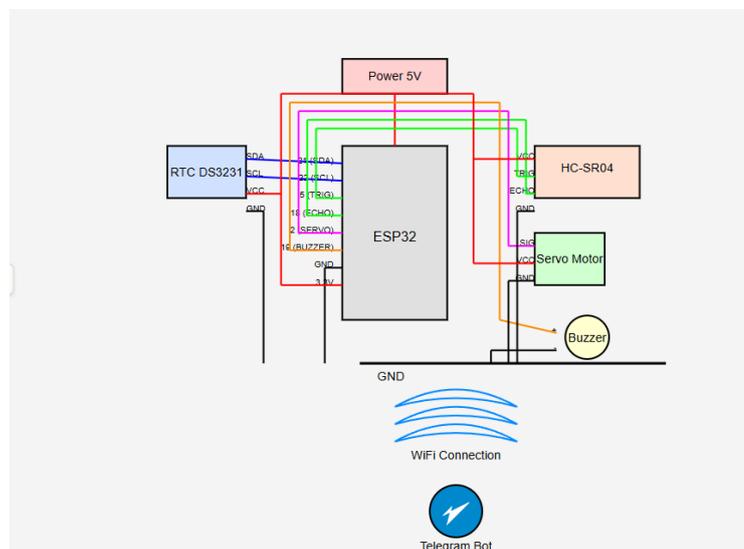
Setelah semua proses selesai, sistem akan kembali ke mode pemantauan waktu dan memberikan pengingat untuk jadwal minum obat berikutnya. Untuk membantu pasien diabetes mematuhi jadwal minum obat mereka, sistem ini dibuat. Ini sangat penting untuk mengelola penyakit dengan baik. Pasien dapat dipantau dari jarak jauh dan menerima pengingat menggunakan Telegram. Dengan kombinasi *buzzer* dan notifikasi digital, pasien tidak akan melewatkan waktu minum obatnya.



Gambar 3.3 *Flowchart* Sistem

3.5 Skematik Sistem

Perangkat ini merupakan sistem pengingat minum obat berbasis IoT yang dirancang khusus untuk pasien diabetes. Menggunakan ESP32 sebagai mikrokontroler utama, alat ini mampu mengirim notifikasi melalui Telegram. Sensor ultrasonik mendeteksi keberadaan tangan, sementara motor servo mengatur mekanisme buka-tutup kotak obat secara otomatis. RTC memberikan akurasi waktu, dan *buzzer* berfungsi sebagai alarm suara. Sistem ini membantu pasien mematuhi jadwal pengobatan dengan dukungan teknologi otomatis dan konektivitas.



Gambar 3.4 Skematik Sistem

Adapun komponen Utama dan Koneksi Pin yaitu:

1. ESP32

Menjadi mikrokontroler utama dengan kemampuan Wi-Fi dan *Bluetooth*. Untuk *pinout* yang digunakan:

- a. GPIO 21 : SDA (untuk komunikasi dengan RTC)
- b. GPIO 22 : SCL (untuk komunikasi dengan RTC)
- c. GPIO 5 : Pin *trigger* untuk sensor ultrasonik
- d. GPIO 18 : Pin *Echo* untuk sensor ultrasonik
- e. GPIO 2 : Kontrol motor servo
- f. GPIO 19 : Kontrol *buzzer*
- g. Pin GND: Koneksi *ground*

- h. Pin 3.3V : Sumber daya untuk komponen yang membutuhkan 3.3 Volt.

2. **RTC DS3231**

Modul jam waktu nyata yang memberikan informasi waktu yang akurat dan komunikasi menggunakan *protocol* I2C (SDA dan SCL).

Adapun koneksi :

- a. SDA terhubung ke GPIO 21 pada ESP32.
- b. SCL terhubung ke GPIO 22 pada ESP 32.
- c. VCC terhubung ke 3.3 V dari ESP32.
- d. *Ground* terhubung ke *ground*.

3. **Sensor Ultrasonik HC – SR04**

Mendeteksi jarak objek didepannya menggunakan gelombang ultrasonik. Untuk koneksinya yaitu :

- a. VCC terhubung ke 3.3 Volt dari ESP 32
- b. Trig terhubung ke GPIO 5 pada ESP32
- c. *Echo* terhubung ke GPIO 18 pada ESP32
- d. GND terhubung ke *ground*

4. **Motor Servo**

Menjadi penggerak mekanisme buka – tutup kotak obat. Untuk koneksinya yaitu :

- a. SIG : terhubung ke GPIO 2 pada ESP32
- b. VCC terhubung ke 5V dari ESP32
- c. GND terhubung ke *ground*

5. **Buzzer**

Memberikan peringatan suara saat waktu minum obat tiba. Koneksinya yaitu :

- a. Pin positif (+) terhubung ke GPIO 19 pada ESP32.
- b. Pin negatif (-) terhubung ke *ground*.

BAB IV

ANALISIS SIMULASI PERANCANGAN

Deskripsi Simulasi Perancangan Alat

Alat simulasi ini bertujuan untuk meniru cara sistem pengingat otomatis yang digunakan untuk membantu pasien diabetes mengonsumsi obat mereka tepat waktu. Beberapa komponen penting termasuk dalam sistem ini: mikrokontroler ESP32, modul penunjuk waktu RTC DS3231 yang akurat, sensor ultrasonik HC-SR04, motor servo, *buzzer*, dan layanan pesan Telegram sebagai media pengingat berbasis *Internet of Things* (IoT).

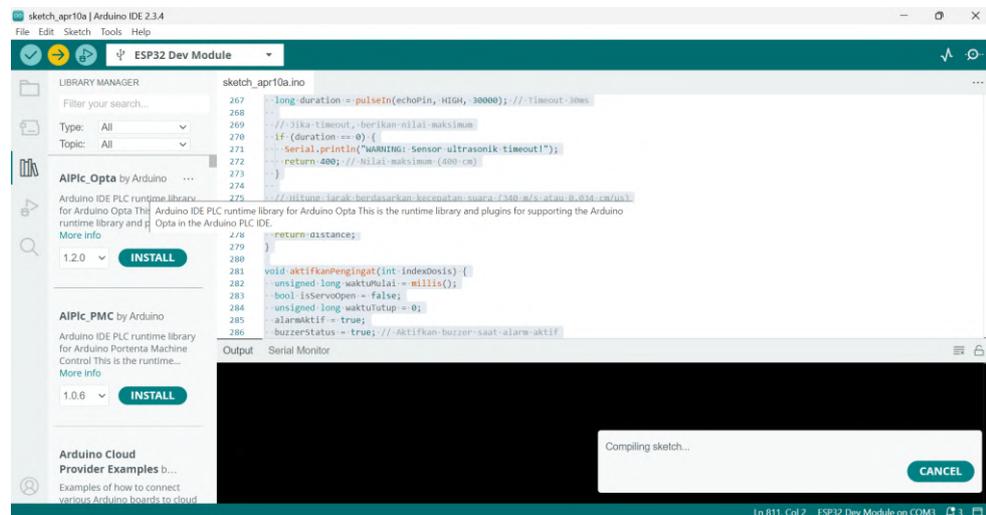
ESP32 dipilih sebagai pusat kendali utama karena memiliki konektivitas Wi-Fi internal, memungkinkan perangkat terhubung langsung ke internet tanpa memerlukan modul tambahan. Dalam sistem ini, ESP32 digunakan untuk melakukan komunikasi digital dengan layanan Telegram melalui internet menggunakan protokol HTTPS (*HyperText Transfer Protocol Secure*). Protokol ini menjamin bahwa data yang dikirim dan diterima oleh perangkat dienkripsi dan aman dari upaya penyadapan atau modifikasi oleh pihak yang tidak berwenang.

Penggunaan HTTPS sebagai protokol komunikasi memastikan keamanan pertukaran data antara ESP32 dan *server* Telegram Bot API. Ini penting karena sistem menangani data pribadi seperti jadwal obat pasien dan kepatuhan mereka. Dengan enkripsi SSL/TLS, pihak ketiga tidak dapat membaca atau mengubah data yang dikirim selama transmisi berlangsung.

Modul RTC DS3231 memastikan akurasi waktu sistem dan memungkinkan pengiriman pengingat obat tepat waktu—misalnya pada pukul 08.30, 12.30, dan 20.30. Sensor ultrasonik HC-SR04 berfungsi untuk memantau keberadaan obat di wadah. Jika pengambilan obat tidak terdeteksi setelah notifikasi dikirim, sistem akan mengirimkan peringatan kedua melalui Telegram.

Saat waktu pengingat tiba, servo motor secara otomatis membuka atau menggeser laci penyimpanan obat dengan bantuan *buzzer*. Semua ini dirancang untuk memastikan pasien mendapatkan peringatan secara

multisaluran—visual melalui pesan Telegram, fisik melalui *server*, dan suara melalui *buzzer*.



Gambar 4.1 *Uploading Program*

Sistem ini mendukung komunikasi dua arah. Dengan demikian, pasien dapat memberikan umpan balik langsung melalui Telegram, seperti menekan tombol untuk mengkonfirmasi pemberian obat. Sistem menyimpan data ini sebagai *log* digital, yang membantu memantau tingkat kepatuhan pasien secara berkala. Selama proses pengembangan, elemen komunikasi digital juga terlihat dalam proses pemrograman ESP32 menggunakan IDE Arduino. Terkadang terjadi penundaan selama sekitar dua menit saat mengunggah program, yang disebabkan oleh proses inisialisasi serial, sinkronisasi perangkat, dan pengaktifan kembali *port* komunikasi antara komputer dan mikrokontroler. Ini merupakan salah satu masalah teknis yang terkait dengan pengembangan perangkat berbasis komunikasi digital, terutama ketika sistem perlu mengimbangi proses lokal, seperti *upload firmware*, dan konektivitas eksternal, seperti komunikasi HTTPS.

Sistem awal menguji integrasi Telegram dengan API resmi. Selanjutnya, hasil simulasi digambarkan dalam grafik yang menunjukkan tren waktu respon pasien, jumlah obat yang diminum sesuai jadwal, terlambat, atau terlewat. Anda dapat mengirimkan laporan ini secara otomatis ke pasien atau keluarga melalui pesan Telegram setiap hari atau setiap minggu. Sistem ini tidak hanya mencakup komponen perangkat lunak dan perangkat keras, tetapi juga menerapkan prinsip-prinsip dasar telekomunikasi digital. Ini

termasuk penggunaan protokol komunikasi terenkripsi (HTTPS), pengelolaan data melalui jaringan internet, dan penerapan keamanan data selama proses pertukaran data. Hal ini menjadi landasan penting untuk memastikan bahwa sistem dapat digunakan secara aman dan andal oleh pasien diabetes untuk meningkatkan kepatuhan mereka terhadap penggunaan obat mereka secara teratur.

Hasil Pengujian Alat Peningat Minum Obat

Untuk memastikan alat Peningat Minum Obat dapat berfungsi dengan baik dan sesuai dengan tujuan perancangannya, dilakukan serangkaian pengujian pada beberapa komponen utama sistem. Pengujian ini dimulai dari pengambilan data kalibrasi sensor ultrasonik, yang meliputi pengujian akurasi sensor dan kalibrasi jumlah obat guna memastikan keakuratan dalam mendeteksi sisa obat. Selanjutnya dilakukan pengujian sistem, khususnya pada aspek konektivitas Wi-Fi, untuk memastikan alat dapat terhubung ke jaringan dengan stabil. Terakhir, dilakukan pengujian Telegram *Bot* guna mengevaluasi fitur - fitur *Bot* yang telah diimplementasikan, seperti notifikasi dan respon perintah, yang berperan penting dalam memberikan pengingat kepada pengguna secara *real-time*.

4.2.1 Data Pengujian Sensor Ultrasonik

1. Pengujian Perbandingan Jarak Sebenarnya dan Pembacaan Sensor Ultrasonik

Pengujian pada tabel 4.1 dilakukan untuk mengetahui Seberapa akurat sensor ultrasonik dalam membaca jarak telah diuji, terutama ketika digunakan untuk menemukan obat dalam alat pengingat minum obat. Pengujian ini mengumpulkan data sepuluh kali dengan membandingkan hasil pembacaan sensor dengan jarak sebenarnya. Hasil pengujian menunjukkan bahwa beberapa pembacaan sensor benar-benar sesuai dengan jarak yang sebenarnya, karena perbedaan terbesar atau *error* absolut hanya sebesar 0,07 cm dan yang terendah adalah 0 cm. Jika diubah menjadi *error* relatif, nilai tertinggi adalah 1,94%, dan nilai terendah adalah 0%.

Tabel 4.1 Hasil Perbandingan Jarak Sebenarnya dan Pembacaan Sensor Ultrasonik Beserta Nilai Errornya

Jarak Sebenarnya (cm)	Pembacaan Sensor (cm)	Error (cm)	Error (%)
3,6	3,67	0,07	1,94
2,7	2,7	0	0
3	3,03	0,03	1
5,9	5,92	0,02	0,34
7,8	7,85	0,05	0,64
9,8	9,86	0,06	0,61
6,5	6,56	0,06	0,92
9,1	9,16	0,06	0,66
3,65	3,67	0,02	0,55
8,45	8,48	0,03	0,36

2. Data Hubungan Jumlah Sisa Obat dengan Pembacaan Sensor Jarak.

Pada tabel 4.2 menunjukkan hubungan antara jumlah sisa obat (dalam butir) dengan pembacaan sensor jarak (dalam cm) menggunakan sensor ultrasonik. Data ini merepresentasikan sistem pemantauan otomatis yang digunakan untuk mengukur ketinggian tumpukan obat dalam suatu wadah. Sensor diposisikan di bagian atas wadah dan bekerja dengan cara mengukur jarak antara permukaan obat dan sensor. Hasil pengukuran menunjukkan adanya pola korelasi negatif yang cukup konsisten: semakin banyak jumlah sisa obat, maka jarak yang terbaca oleh sensor akan semakin kecil. Hal ini disebabkan karena permukaan tumpukan obat berada lebih dekat ke sensor ketika jumlah obat masih banyak. Sebaliknya, ketika obat semakin sedikit, jarak

pembacaan sensor bertambah karena permukaan wadah yang terlihat lebih rendah.

Tabel 4.2 Pembacaan Sensor Ultrasonik terhadap Jumlah Sisa Obat

Jumlah Sisa Obat (Butir)	Pembacaan Sensor (cm)
30	9 cm
29	6 cm
28	4 cm
27	8 cm
26	5 cm
25	3 cm
24	4 cm

4.2.2 Data Pengujian Sistem

1. Uji Coba Konektivitas Wi-Fi

Hasil pengujian kualitas sinyal Wi-Fi antara mikrokontroler ESP32 dan perangkat pengujian di dalam kamar tidur, seperti *smartphone*, disajikan di tabel 4.3. Pengujian ini mengevaluasi seberapa stabil koneksi yang dapat dipertahankan oleh ESP32 dalam ruangan tertutup dengan variasi jarak mulai dari 0,5 meter hingga 5 meter. Hasilnya menunjukkan bahwa kekuatan sinyal (diukur dalam satuan dBm) secara bertahap melemah dengan jarak. Misalnya, pada jarak paling dekat, 0,5 meter, sinyal yang sangat kuat tercatat -16 dBm, tetapi ketika jarak menjadi 5 meter, sinyal itu turun hingga -64 dBm.

Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Kekuatan Sinyal Wi-Fi ESP32 Berdasarkan Jarak

Lokasi Pengujian	Jarak Hp (m)	Signal Strength (dBm)	Status Koneksi
Kamar Tidur	2	-34	Terhubung

Kamar Tidur	3	-48	Terhubung
Kamar Tidur	1	-33	Terhubung
Kamar Tidur	0,5	-16	Terhubung
Kamar Tidur	3,5	-51	Terhubung
Kamar Tidur	4	-60	Terhubung
Kamar Tidur	5	-64	Terhubung

Namun, hal yang menarik adalah status koneksi tetap "Terhubung" dalam semua kondisi pengujian. Dengan kata lain, komunikasi nirkabel antara ESP32 dan perangkat tetap stabil bahkan ketika sinyal menjadi lebih lemah karena jarak. Hal ini menunjukkan bahwa jangkauan Wi-Fi ESP32 cukup andal untuk digunakan di dalam ruangan bahkan dengan hambatan fisik kecil seperti furnitur atau dinding. Temuan ini sangat penting untuk pengembangan sistem pengingat minum obat berbasis *Internet of Things* (IoT), terutama yang dapat digunakan bersamaan dengan notifikasi Telegram. Untuk memastikan bahwa pesan pengingat dikirim dan diterima dengan cepat dan tanpa gangguan, stabilitas koneksi sangat penting. Dengan kata lain, sistem tetap dapat melakukan tugasnya secara konsisten meskipun pengguna atau perangkat bergerak. Hasil uji ini dapat digunakan sebagai referensi praktis untuk membuat posisi ESP32 yang ideal untuk menjaga koneksi Wi-Fi dalam jangkauan yang ideal dan menjaga keandalan sistem secara keseluruhan.

6. *Perfomance Bot MedMinder*

Tabel 4.4 *Perfomance Bot MedMinder*

Parameter	Nilai	Satuan
<i>Response Time Rata Rata</i>	1,7	detik
<i>Success Rata Rata</i>	99	%
<i>Uptime Sistem</i>	99	%

Tiga parameter utama tingkat keberhasilan pengiriman pesan (*success rate*), respons waktu rata-rata, dan *uptime system* digunakan untuk menguji kinerja sistem pengingat minum obat berbasis Telegram. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem dapat menanggapi perintah atau interaksi pengguna dalam waktu rata-rata 1,7 detik. Ini menunjukkan komunikasi cepat dan responsif antara perangkat keras (ESP32) dan pengguna di *platform* Telegram. Ini sangat penting untuk pengingat konsumsi obat yang bergantung pada ketepatan waktu.

Untuk tingkat keberhasilan, nilai rata-rata mencapai 99 persen. Ini menunjukkan bahwa hampir semua pesan dikirim dan diterima dengan sukses tanpa hambatan apa pun. Keberhasilan komunikasi ini sangat bergantung pada penggabungan sistem dengan protokol telekomunikasi digital yang dapat diandalkan, dalam hal ini protokol HTTPS. Protokol HTTPS mengenkripsi data yang dikirim antara perangkat ESP32 dan *server* Telegram, sehingga komunikasi tidak hanya cepat tetapi juga terlindungi dari penyadapan atau perubahan data selama proses pengiriman.

Selain itu, *uptime* sistem 99% menunjukkan kestabilan sistem secara keseluruhan, baik dari perangkat keras maupun jaringan komunikasi nirkabel (Wi-Fi). Dengan stabilitas ini, sistem dapat terus menyediakan layanan pengingat obat tanpa terganggu oleh masalah konektivitas atau gangguan jaringan. Dalam bidang telekomunikasi, ini menunjukkan seberapa baik modul ESP32 bekerja untuk mempertahankan koneksi konstan terhadap jaringan WLAN dan *server* Telegram dalam jangka waktu tertentu. Secara keseluruhan, kinerja sistem ini menunjukkan bahwa prinsip-prinsip dasar telekomunikasi digital, seperti kecepatan transmisi, kehandalan sinyal, penggunaan protokol komunikasi yang aman (HTTPS), dan stabilitas koneksi, sangat penting untuk keberhasilan sistem pengingat minum obat berbasis IoT. Integrasi ini tidak hanya meningkatkan kecepatan

dan keakuratan komunikasi, tetapi juga menjamin kontinuitas layanan dan keamanan bagi pasien.

4.2.3 Data Monitoring Harian

1. Hari 1 (30 Mei 2025)

Tabel 4.5 Data *Monitoring* Hari 1

Waktu	Jadwal	Jumlah Obat	Notifikasi Telegram	Keterangan
8:37	✓	30 butir	🕒 PENGINGAT: Waktunya minum obat diabetes (Dosis 1). Silakan ambil obat dari wadah.	Tepat waktu
8:37	-	29 butir	✅ Obat telah diambil pada 08:35:08. Terima kasih telah tepat waktu!	Otomatis
12.31	✓	29 butir	🕒 PENGINGAT: Waktunya minum obat diabetes (Dosis 2). Silakan ambil obat dari wadah.	Tepat waktu
12.31	-	27 butir	✅ [KONFIRMASI] Obat telah diambil pada 12:30:11. Terima kasih telah tepat waktu!	Otomatis

20.32	✓	27 butir	🕒 PENGINGAT: Waktunya minum obat diabetes (Dosis 3). Silakan ambil obat dari wadah.	Tepat waktu
20.33	-	26 butir	✅ [KONFIRMASI] Obat telah diambil pada 20:30:39. Terima kasih telah tepat waktu!	Otomatis

2. Hari 2 (31 Mei 2025)

Tabel 4.6 Data *Monitoring* Hari 2

Waktu	Jadwal	Jumlah Obat	Notifikasi Telegram	Keterangan
8:37	x	27 butir	🕒 PENGINGAT: Waktunya minum obat diabetes (Dosis 1). Silakan ambil obat dari wadah.	Tepat waktu
8:38	-	27 butir	⚠️ [PERINGATAN] Obat belum diambil. Sudah 1 menit lewat dari jadwal. Mohon segera minum obat Anda.	Otomatis

12.32	✓	27 butir	 PENGINGAT: Waktunya minum obat diabetes (Dosis 2). Silakan ambil obat dari wadah.	Tepat waktu
12.32	-	26 butir	 [KONFIRMASI] Obat telah diambil pada 12:30:12. Terima kasih telah tepat waktu!	Otomatis
20.32	✓	26 butir	 PENGINGAT: Waktunya minum obat diabetes (Dosis 3). Silakan ambil obat dari wadah.	Tepat waktu
20.32	-	25 butir	 [KONFIRMASI] Obat telah diambil pada 20:30:06. Terima kasih telah tepat waktu!	Otomatis

3. Hari 3 (1 Juni 2025)

Tabel 4.7 Data *Monitoring* Hari 3

Waktu	Jadwal	Jumlah Obat	Notifikasi Telegram	Keterangan
8:37	✓	25 butir	 PENGINGAT: Waktunya minum	Tepat waktu

			obat diabetes (Dosis 1). Silakan ambil obat dari wadah.	
8:38	-	24 butir	 [KONFIRMASI] Obat telah diambil pada 08:35:27. Terima kasih telah tepat waktu!	Otomatis
12.32	✓	24 butir	 PENGINGAT: Waktunya minum obat diabetes (Dosis 2). Silakan ambil obat dari wadah.	Tepat waktu
12.32	x	24 butir	 [PERINGATAN] Obat belum diambil. Sudah 1 menit lewat dari jadwal. Mohon segera minum obat Anda.	Otomatis
20.32	✓	24 butir	 PENGINGAT: Waktunya minum obat diabetes (Dosis 3). Silakan ambil obat dari wadah.	Tepat waktu

20.32	-	23 butir	 [KONFIRMASI] Obat telah diambil pada 20:30:05. Terima kasih telah tepat waktu!	Otomatis
-------	---	----------	---	----------

3 tabel di atas menunjukkan cara sistem pengingat minum obat berbasis Telegram bekerja secara *real - time* untuk memantau dan memastikan pasien mengikuti jadwal konsumsi obat mereka dengan benar. Dirancang untuk mengirimkan tiga pengingat minum obat setiap hari: pagi, siang, dan malam. Secara otomatis tercatat semua tindakan, termasuk pengiriman notifikasi, respons pasien, dan jumlah obat yang tersisa.

Pengingat pertama untuk dosis pagi dikirimkan secara akurat pada pukul 08:37. Status ditandai dengan "✓", yang berarti sesuai jadwal. Saat itu, sensor mengidentifikasi jumlah obat yang ada di kotak obat, dan sistem mengirimkan pesan Telegram dengan judul, "🔔 PENGINGAT: Waktunya minum obat diabetes (Dosis 1)." Silakan ambil obat.

Hampir satu menit kemudian, sistem mencatat bahwa pasien telah merespons dengan mengonsumsi obat-obatannya. "✓ [KONFIRMASI] Obat telah diambil pada 08:35:27. Terima kasih telah tepat waktu!"

Jumlah obat kemudian berkurang, dan proses ini dikategorikan sebagai tepat waktu.

Berlanjut ke pukul 12:32, sistem kembali mengirimkan pengingat untuk dosis siang, dengan status tetap "✓" dan jumlah obat. Namun jika sistem tidak mendeteksi adanya pengambilan obat dalam waktu satu menit setelah pengingat dikirim. Sebagai respons, sistem secara otomatis mengirimkan pesan peringatan: "⚠️ [PERINGATAN] Obat belum diambil. Sudah 1 menit lewat

dari jadwal. Mohon segera minum obat Anda.”Hal ini menunjukkan bahwa sistem memiliki mekanisme pemantauan otomatis terhadap keterlambatan dan dapat segera mengingatkan pengguna kembali. Data ini menunjukkan bahwa sistem memiliki kemampuan untuk berinteraksi secara aktif secara dua arah melalui jaringan telekomunikasi digital, juga dikenal sebagai Telegram.

Setelah mengetahui jumlah obat dan waktu pengambilan, sistem dapat mengubah jenis pesan yang dikirim menjadi pengingat, peringatan, atau konfirmasi. Ini menunjukkan bahwa pemanfaatan teknologi Internet of *Things* (IoT) dan komunikasi berbasis pesan instan memiliki potensi besar untuk meningkatkan kepatuhan terapi pasien, terutama bagi pasien yang menderita penyakit jangka panjang seperti diabetes.

4.2.4 Pengujian QoS

1. Pengujian *Delay*

Pengujian ini dilakukan untuk mengevaluasi performa sistem dalam menyampaikan notifikasi pengingat minum obat secara otomatis melalui aplikasi Telegram. Sistem dirancang menggunakan mikrokontroler ESP32 yang berperan sebagai pusat kendali, dan dilengkapi dengan modul RTC DS3231 sebagai penentu waktu. Ketika waktu minum obat sesuai jadwal tiba, sistem secara otomatis mengaktifkan *buzzer* sebagai alarm, menggerakkan motor servo untuk membuka wadah obat, membaca data dari sensor ultrasonik untuk memeriksa apakah obat telah diambil oleh pasien, serta mengirimkan pesan pengingat melalui *Bot* Telegram ke perangkat pengguna.

Dalam tahap pengujian, dilakukan sebanyak sepuluh kali percobaan. Setiap percobaan mencatat waktu saat sistem mendeteksi waktu minum obat berdasarkan RTC, serta waktu saat pesan notifikasi diterima oleh pengguna melalui Telegram. Dari data tersebut, dihitung dua jenis *delay*: *delay* total, yakni selisih

antara waktu deteksi dan waktu pesan diterima, serta *delay* kirim, yaitu waktu yang dibutuhkan dari saat ESP32 mengirim pesan hingga pesan tersebut diterima di aplikasi Telegram. Hasil pengukuran disajikan dalam Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Pengujian *Delay* Melalui *Test Ultrasonic*

Uji Tes	Waktu Deteksi (RTC)	Waktu Pesan Diterima (Telegram)	Delay Total (ms)	Delay Kirim (ms)	Error (ms)
1	07:31:51	07:32	1.572.064	1.569.614	~9.000
2	07:31:56	07:33	1.755.973	1.753.086	~7.000
3	07:32:04	07:33	1.871.329	1.868.440	~6.000
4	07:32:28	07:33	1.671.346	1.668.458	~5.000
5	07:34:37	07:35	1.730.761	1.727.868	~5.000
6	07:34:43	07:35	1.730.761	1.727.868	~5.000
7	07:34:52	07:36	1.698.781	1.695.892	~8.000
8	07:34:58	07:36	1.547.743	1.544.852	~8.000
9	07:35:05	07:36	1.848.751	1.845.863	~7.000
10	07:35:12	07:36	1.766.124	1.763.235	~6.000
Rata - Rata			1.719.963	1.716.717	6.600

Hasil pengujian menunjukkan bahwa penundaan total rata-rata sebesar 1.719.963 milidetik, atau sekitar 28,66 menit, dan penundaan pengiriman rata-rata sebesar 1.716.717 milidetik, atau sekitar 28,61 menit. Selisih antara keduanya menunjukkan jumlah waktu yang dibutuhkan sistem dari saat RTC mendeteksi waktu hingga ESP32 mulai memproses dan mengirim pesan notifikasi. Selain itu, *error* sistem rata-rata sebesar 6.600 milidetik, atau

sekitar 6,6 detik, dihitung. Ini diduga akibat latensi jaringan atau keterlambatan pemrosesan data Telegram.

Sensor ultrasonik HC-SR04 digunakan dalam sistem ini untuk mengidentifikasi apakah pasien mengonsumsi obat atau tidak. Sensor ini bekerja bersamaan dengan pengiriman pesan notifikasi, mendeteksi waktu minum obat. Namun, dia tidak secara langsung memengaruhi berapa lama pesan dikirim ke Telegram, tetapi data yang dia kumpulkan dapat digunakan untuk membuat logika tambahan. Contohnya, jika sistem menemukan bahwa obat belum dikonsumsi dalam selang waktu tertentu, sistem dapat memicu notifikasi ulang atau mengirim laporan ke keluarga atau tenaga medis yang terkait.

Secara keseluruhan, hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem cukup andal dan stabil. Dengan menggabungkan ESP32, RTC, sensor ultrasonik, dan Telegram, sistem pengingat yang mampu memberikan notifikasi secara tepat waktu dan melacak interaksi pengguna secara *real - time* telah terbukti berhasil. *Error* yang terjadi relatif kecil, sekitar 5 hingga 9 detik, masih dapat diterima dalam sistem non-kritis seperti pengingat untuk minum obat. Hal ini meningkatkan kemampuan untuk melacak dan mengevaluasi kepatuhan pasien terhadap jadwal minum obat mereka.

2. Pengujian *Packet Loss*

Tabel 4.9 Pengujian *Packet Loss*

No	<i>Timestamp Serial</i>	Status Kirim (Serial)	Waktu Kirim (ms)	<i>Timestamp Telegram</i>	Signal (dBm)	Free Heap (bytes)	Status Kirim (Telegram)
1	07:46:23.185	BERHASIL	1802	07:45:15	-49	227256	DITERIMA
2	07:46:24.204	BERHASIL	1657	07:45:21	-47	227032	DITERIMA
3	07:46:36.765	BERHASIL	1755	07:45:28	-29	226804	DITERIMA
4	07:46:50.117	BERHASIL	1591	07:45:35	-29	226808	DITERIMA
5	07:46:56.313	BERHASIL	1759	07:45:41	-29	226348	DITERIMA
6	07:47:02.633	BERHASIL	1725	07:45:48	-24	226120	DITERIMA
7	07:47:09.006	BERHASIL	1742	07:45:55	-29	225892	DITERIMA
8	07:47:15.250	BERHASIL	1655	07:46:02	-24	225664	DITERIMA
9	07:47:21.703	BERHASIL	1763	07:46:08	-24	225432	DITERIMA
10	07:47:23.885	BERHASIL	1950	07:46:15	-39	225204	DITERIMA

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui seberapa baik sistem dalam mengirim dan menerima pesan tanpa kehilangan data, atau kehilangan paket. Hasilnya menunjukkan bahwa dari sepuluh pesan yang dikirim, semuanya diterima dengan sempurna di Telegram, artinya selama pengujian tidak ada satu pun pesan yang hilang, yang menunjukkan bahwa kehilangan paket adalah 0%.

Setiap pesan dikirim dalam waktu 1,5 hingga hampir 2 detik (1591–1950 ms), yang masih dapat dianggap normal karena sistem menggunakan koneksi internet dan *Bot* Telegram untuk mengirim data. Ini termasuk mengakses jaringan, menyelesaikan data, dan menunggu balasan dari *server* Telegram. Selain itu, sinyal Wi-Fi stabil antara -49 dBm dan -24 dBm selama pengujian.

Nilai sinyal yang semakin dekat dengan nol menunjukkan bahwa jaringan dalam kondisi baik selama pengujian.

Di antara 225 ribu dan 227 ribu *byte*, memori bebas (*free heap*) tetap stabil dari segi kinerja sistem mikrokontroler (ESP32). Artinya, lonjakan pemakaian memori tidak dapat menyebabkan hang atau crash sistem. Singkatnya, pengujian QoS untuk kehilangan paket menunjukkan hasil yang sangat baik: pengiriman data lancar, sinyal stabil, dan sistem berjalan dengan baik tanpa hambatan teknis. Ini menunjukkan bahwa sistem sudah cukup andal untuk digunakan dalam aplikasi yang melacak atau mengirimkan data secara *real - time* berbasis jaringan.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, pengujian dan analisa yang telah dilakukan maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Sistem ini mampu mengirimkan pengingat otomatis lewat Telegram secara *real-time*. Notifikasi ini sangat membantu pengguna agar tidak lupa minum obat, sekaligus memberikan kemudahan bagi keluarga atau pengasuh dalam memantau dari jarak jauh.
2. Sensor ultrasonik telah berhasil diterapkan secara efektif untuk mendeteksi keberadaan tangan pengguna saat mengambil obat. Fungsinya yang responsif membantu sistem memastikan bahwa obat benar-benar diambil, sehingga proses pengawasan menjadi otomatis dan efisien.
3. Secara keseluruhan, alat pengingat minum obat ini telah dirancang dan diuji dengan hasil yang baik. Sistemnya berjalan lancar, fitur-fitur bekerja sesuai fungsi, dan yang paling penting mampu membantu pengguna lebih disiplin dalam mengikuti jadwal konsumsi obat.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil pembangunan Proyek Akhir ini, dapat disampaikan beberapa saran untuk pengembangan selanjutnya yaitu :

1. Peletakan Sensor Ada baiknya didalam kotak obat agar obat dapat terdeteksi oleh sensor *ultrasonic*.
2. Pengembangan fitur pelacakan lebih lanjut seperti integrasi dengan database online atau *cloud storage* disarankan agar riwayat kepatuhan pasien dapat diakses oleh tenaga medis atau keluarga secara *real - time* untuk pemantauan kesehatan yang lebih menyeluruh.
3. Pengujian lebih lanjut pada berbagai kondisi jaringan dan lingkungan, seperti di daerah dengan sinyal Wi-Fi yang lemah atau gangguan interferensi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] P. Andrea B. Neiman And P. Todd Ruppap, "CDC *Grand Rounds: Improving Medication Adherence For Chronic Disease Management — Innovations And Opportunities*," P. 4, 2017.
- [2] A. S. A. K. G. K. G. D. G. B. D. K. S. Abhijith M, "IoT-Based Smart Medicine Dispenser: A Technological Solution For Medication," *Journal Of Neonatal Surgery*, Vol. 14, No. 14, P. 6, 2025.
- [3] A. N. I. S. City Ardhela Alisya1), "Rancang Bangun Smart Medicine Box Sebagai Peningat Jadwal Minum Obat Berbasis Internet Of Things," *Jurnal Teknologi Elekterika*, Vol. 18, P. 9, 2021.
- [4] D. S. P. B. S. U. M. K. P. P. D. Melitus, "Ismil Khairi Lubis1, Agus Harjoko2, Fatwa Sari Tetra Dewi3," *Journal Of Information Systems For Public Health*, Vol. 1, P. 11, 2016.
- [5] H. P. Safaruddin Safaruddin, "Teknologi Kesehatan Digital Dalam Penanganan Masalah Diabetes Melitus *Literature Review*," *Malahayati Nursing Jurnal*, Vol. 4, 2022.
- [6] I. Alfi, "Rancang Bangun Sistem Tobat (Tepat Obat) Pada Pasien Geriatri Berbasis Iot," Vol. 15, P. 6, 2024.
- [7] O. E. O. K. O. A. A. J. C. S. Taiwo Opeyemi Aremu, "*Medication Adherence And Compliance: Recipe For Improving Patient Outcomes*," *Pharmacy*, P. 5, 2022.
- [8] J. J. Beena Jimmy, "*Patient Medication Adherence: Measures In Daily Practice*," *Oman Medical Journal*, Vol. 26, P. 5, 2011.
- [9] .. M. H. G. P. M. M. S. Sultan Ahmad, "IoT Based Pill Reminder And Monitoring System," *International Journal Of Computer Science And Network Security*, Vol. 20, P. 8, 2020.
- [10] H. Y. Z. W. Muhammad Nizam, "Mikrokontroler Esp 32 Sebagai Alat Monitoring Pintu Berbasis Web," *Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika*, Vol. 6, P. 6, 2022.

- [11] J. N. S. Slamet Purwo Santoso, "Perancangan Alat Kendali Penabur Pakan Ikan Otomatis Berbasis Mikrokontroler Esp32 Firebase," *Jurnal Elektro*, Vol. 12, P. 14, 2024.
- [12] T. A. Bayu Kusumo, "Rancang Bangun Sistem Pendeteksi Kebakaran Berbasis Mikrokontroler Esp32," *Jurnal Elektro*, Vol. 12, P. 21, 2024.
- [13] S. S. A. S. R. F. P. R. I. Nike Kristanti, "Penerapan Sensor Ultrasonik Pada Kotak Sampah Otomatis Menggunakan Telegram Dan Alarm Suara," *Jurnal Teknik Dan Sistem Komputer*, Vol. 3, P. 12, 2022.
- [14] F. R. Rakhmat Sudrajat, "Rancang Bangun Sistem Kendali Kipas Angin Dengan Sensor Suhu Dan Sensor Ultrasonik Berbasis Arduino Uno," *Riset Dan E-Jurnal Manajemen Informatika Komputer*, Vol. 7, P. 10, 2023.
- [15] M. A. M. Nabil, "Kotak Sampah Pintar Menggunakan Sensor Ultrasonik Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno," P. 57, 2018.
- [16] M. A. J. A. K. Jarot Bangun Purnomo, "Tongkat Pendeteksi Halangan Untuk Penderita Tunanetra Dengan Sensor Ultrasonik Menggunakan Tenaga Surya," Vol. 14, P. 7, 2018.
- [17] S. M. Ahmad Hilal, "Pemanfaatan Motor Servo Sebagai Penggerak Cctv Untuk Melihat Alat-Alat Monitor Dan Kondisi Pasien Di Ruang Icu," Vol. 17, P. 5, 2013.
- [18] H. P. S. M. Y. S. H. S. M. Randi Yusuf Nasution, "Perancangan Dan Implementasi Tuner Gitar Otomatis Dengan Penggerak Motor Servo Berbasis Arduino," *Jurnal Elektro Telekomunikasi Terapan*, P. 12, 2015.
- [19] S. J. D. H. I. G. Handri Al Fani, "Perancangan Alat Monitoring Pendeteksi Suara Di Ruangan Bayi Rs Vita Insani Berbasis Arduino Menggunakan Buzzer," *Jurnal Media Informatika Budidarma*, Vol. 4, P. 6, 2020.
- [20] A. N. I. N. S. Hendi Handian Rachmat, "Pengembangan Sistem Remote Control Untuk Setting Waktu Pada Sistem Automatic Time Switch (Ats) Berbasis Real Time Clock (Rtc) Ds1307 Untuk Saklar Lampu," *Jurnal Rekayasa*, P. 10, 2011.

- [21] K. P. K. Regar Devitasari, "Rancang Bangun Alat Pemberi Pakan Kucing Otomatis Menggunakan Mikrokontroler Nodemcu Berbasis Internet Of Things (Iot)," *Jurnal Ilmiah Teknik Informatika* , Vol. 14, P. 13, 2020.
- [22] S. J. D. H. I. G. Handri Al Fani, "Perancangan Alat Monitoring Pendeteksi Suara Di Ruangan Bayi Rs Vita Insani Berbasis Arduino Menggunakan *Buzzer*," *Jurnal Media Informatika Budidarma* , Vol. 6, 2020.
- [23] P. Kendall, "Bagaimana Cara Kerja Piezo *Buzzer*?," 30 Oktober 2023. [Online]. Available: <https://uk.rs-online.com/web/content/discovery/ideas-and-advice/how-do-piezo-buzzers-work>. [Accessed 23 April 2025].
- [24] A. D. Kusuma, "Penggunaan Telegram Bot Pada Telegram Messenger Dengan Metode Webhooks Untuk Sistem Peminjaman Infrastruktur Di Uin Maulana Malik Ibrahim Malang," 2019.
- [25] R. S. ., E. Z. Ridho Pangestu Yuwan, "Implementasi Chatbot Telegram Untuk Meningkatkan Kualitas Layanan Jaringan Internet Pada Layanan Iconnet Menggunakan Penerapan Metode Action Research (Ar)," *Jurnal Teknologi Informasi Dan Komunikasi*), P. 9, 2024.
- [26] E. A. Prastyo, "Sensor Ultrasonik Hc-Sr04," *Edukasi Elektronika*, 2020. [Online]. Available: <https://www.edukasiElektronika.com/2020/09/sensor-ultrasonik-hc-sr04.html>.
- [27] M. H. A. Khairi, "Motor Servo: Pengertian, Cara Kerja, Kelebihan, Kekurangan Dan Aplikasinya," *Mahir Elektro*, 2024. [Online]. Available: <https://www.mahirelektro.com/2021/01/pengertian-dan-cara-kontrol-motor-servo-arduino.html>. [Accessed 23 April 2025].
- [28] S. Tekno, "Pengertian *Buzzer* Elektronika Beserta Fungsi Dan Prinsip Kerjanya," 2020. [Online]. Available: <https://www.belajaronline.net/2020/10/pengertian-buzzer-elektronika-fungsi-prinsip-kerja.html>. [Accessed 23 April 2025].

- [29] Hexahost, "Pengertian Rtc (Real-Time Clock), Jenis, Dan Cara Kerjanya," 22 Agustus 2023. [Online]. Available: <https://Hexahost.Id/Pengertian-Rtc/V>. [Accessed 23 April 2025].
- [30] Krysnyudhamaulana, "Apa Itu Esp32, Salah Satu Modul Wi-Fi Poppuler," Anakteknik.Co.Id, 30 Desember 2022. [Online]. Available: <https://Www.Anakteknik.Co.Id/Krysnyudhamaulana/Articles/Apa-Itu-Esp32-Salah-Satu-Modul-Wi-Fi-Poppuler>. [Accessed 23 April 2025].

LAMPIRAN

LAMPIRAN A
TAMPILAN *BOT* TELEGRAM

1. Hasil Tampilan *Bot* Telegram *MedMinder*

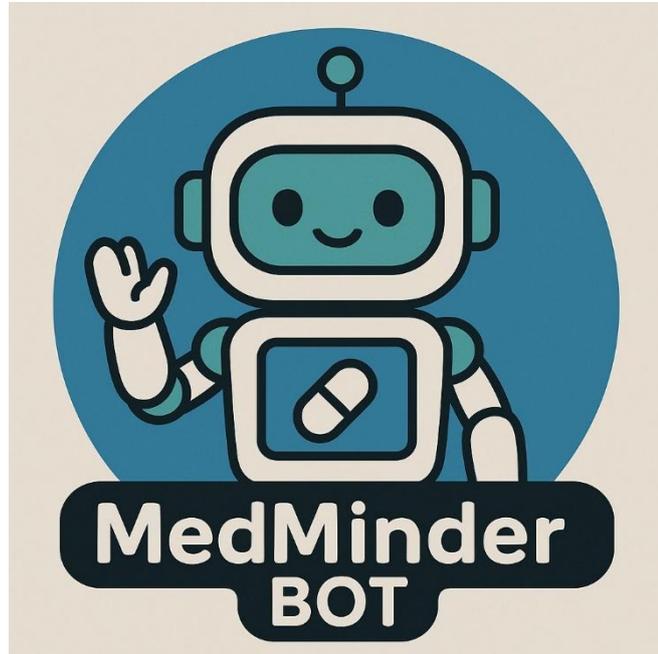
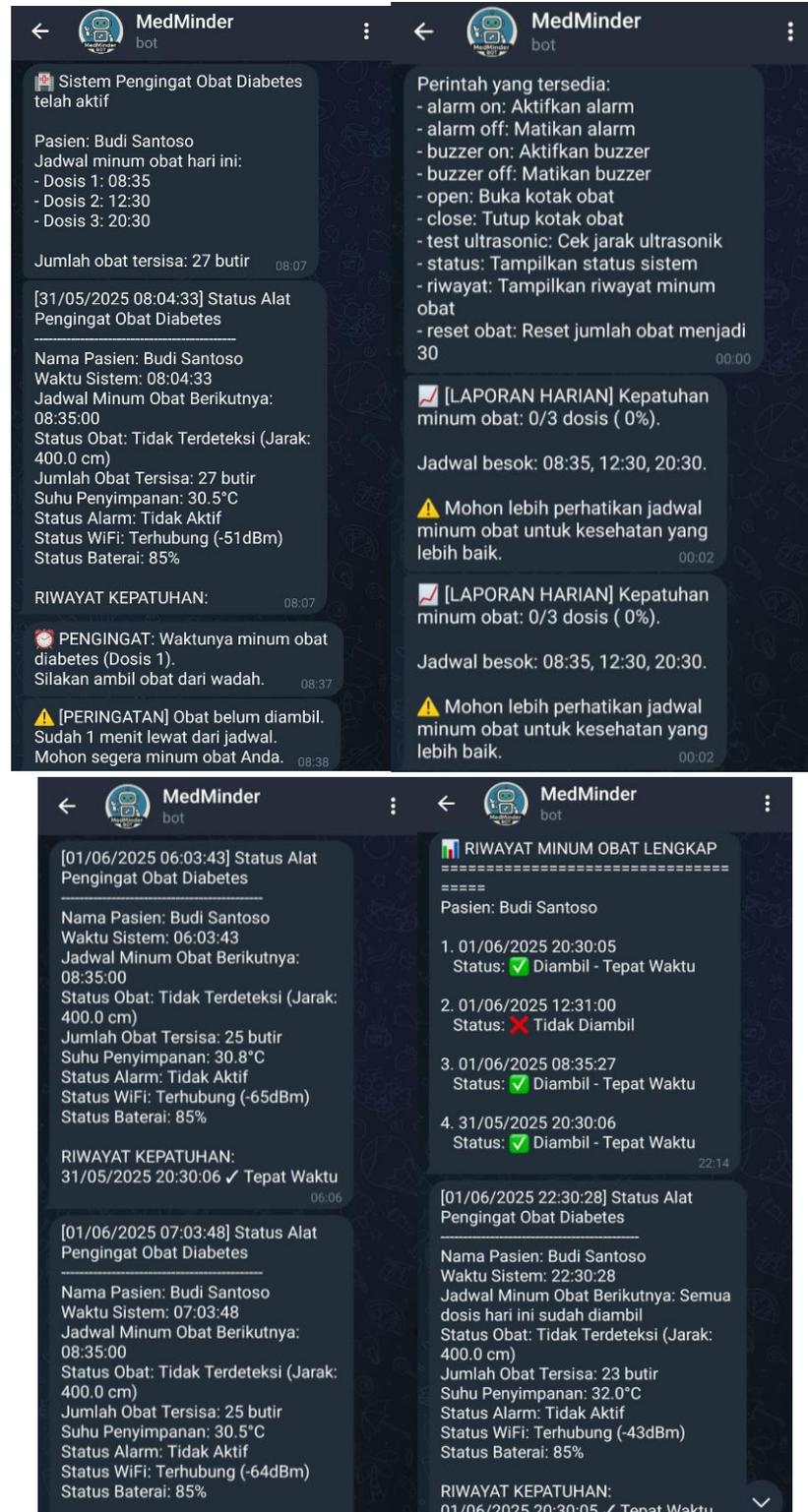


Foto Profil dan Info *MedMinder Bot*

LAMPIRAN B

TAMPILAN SISTEM & PERINTAH *MEDMINDER BOT*

2. Hasil Tampilan Sistem & Perintah *MedMinder Bot*



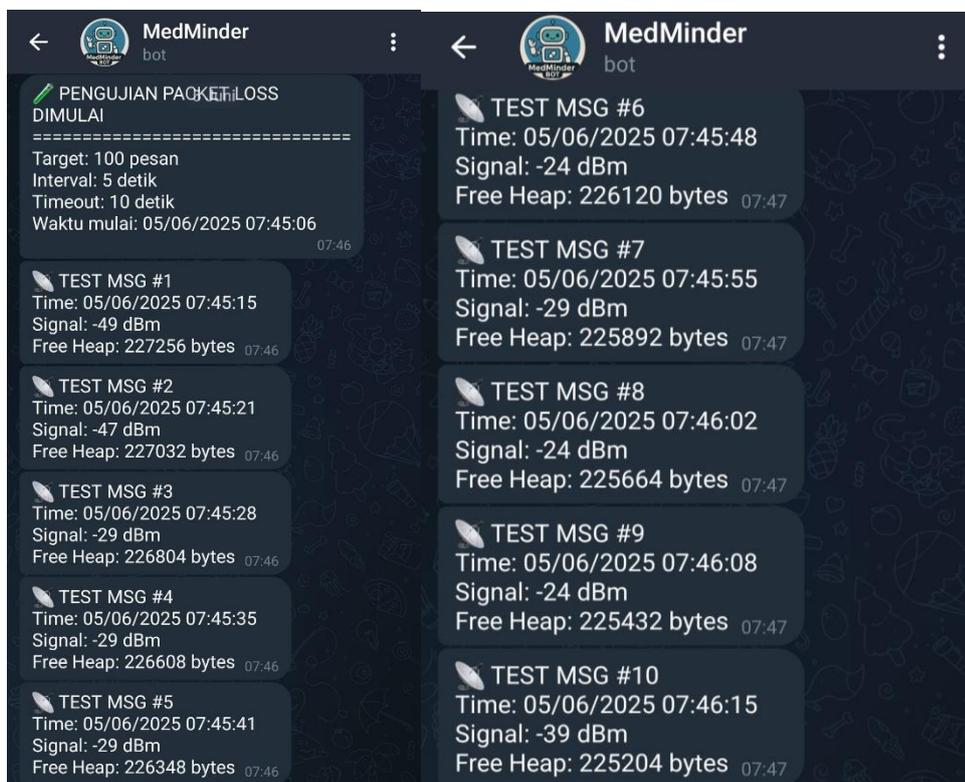
Hasil Tampilan Sistem & Perintah *MedMinder Bot*

LAMPIRAN C

PACKET LOSS TESTING

3. Hasil Packet loss testing

```
07:46:14.424 -> WiFi terhubung!
07:46:14.424 -> IP Address: 192.168.198.138
07:46:14.424 -> Signal Strength: -52 dBm
07:46:18.172 -> === MEMULAI PENGUJIAN PACKET LOSS ===
07:46:18.172 -> Pengujian packet loss dimulai...
07:46:23.185 -> Mengirim pesan #1... BERHASIL (1802ms)
07:46:30.087 -> Mengirim pesan #2... BERHASIL (1657ms)
07:46:36.765 -> Mengirim pesan #3... BERHASIL (1755ms)
07:46:43.529 -> Mengirim pesan #4... BERHASIL (1591ms)
07:46:50.117 -> Mengirim pesan #5... BERHASIL (1759ms)
07:46:56.845 -> Mengirim pesan #6... BERHASIL (1725ms)
07:47:03.615 -> Mengirim pesan #7... BERHASIL (1742ms)
07:47:10.452 -> Mengirim pesan #8... BERHASIL (1655ms)
07:47:17.076 -> Mengirim pesan #9... BERHASIL (1763ms)
07:47:23.885 -> Mengirim pesan #10... BERHASIL (1950ms)
```



Tampilan Hasil Pengujian Packet Loss Pada Serial Monitor & MedMinder Bot

