

Smart Alert For Emergencies Keychain Berbasis GPS Dengan
Sistem Tuas Tarik Sebagai *Safety Emergency*
Communication Bagi Tunarungu
Dan Wicara

SKRIPSI

DISUSUN OLEH

RIZKY ASMI FADILLAH

NPM. 2209020310



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

PROGRAM STUDI TEKNOLOGI INFORMASI
FAKULTAS ILMU KOMPUTER DAN TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

MEDAN

2026

***Smart Alert For Emergencies Keychain Berbasis GPS Dengan
Sistem Tuas Tarik Sebagai Safety Emergency
Communication Bagi Tunarungu
Dan Wicara***

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer
(S.Kom) dalam Program Studi Teknologi Informasi, pada Fakultas Ilmu
Komputer dan Teknologi Informasi, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara**

RIZKY ASMI FADILLAH

NPM. 2209020310

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI INFORMASI
FAKULTAS ILMU KOMPUTER DAN TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

MEDAN

2026

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Skripsi : *Smart Alert For Emergencies Keychain* Berbasis GPS
Dengan Sistem Tuas Tarik Sebagai *Safety Emergency
Communication* Bagi Tunarungu Dan Wicara

Nama Mahasiswa : Rizky Asmi Fadillah

NPM : 2209020310

Program Studi : Teknologi Informasi

Menyetujui
Komisi Pembimbing



(Fatma Sari Hutagalung, S.Kom., M.Kom.)
NIDN. 0117019301

Ketua Program Studi



(Fatma Sari Hutagalung, S.Kom., M.Kom.)
NIDN. 0117019301

Dekan



(Dr. El-Khowarizmi, S.Kom., M.Kom.)
NIDN. 0127099201

PERNYATAAN ORISINALITAS

***Smart Alert For Emergencies Keychain* Berbasis GPS Dengan Sistem Tuas
Tarik Sebagai *Safety Emergency Communication* Bagi Tunarungu
Dan Wicara**

SKRIPSI

Saya menyatakan bahwa karya tulis ini adalah hasil karya sendiri, kecuali beberapa kutipan dan ringkasan yang masing-masing disebutkan sumbernya.

Medan, 04 Februari 2026

Yang membuat pernyataan



Rizky Asmi Fadillah

NPM. 2209020310

**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN
AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademika Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, saya bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Rizky Asmi Fadillah
NPM : 2209020310
Program Studi : Teknologi Informasi
Karya Ilmiah : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Hak Bebas Royalti Non-Eksekutif (*Non-Exclusive Royalty free Right*) atas penelitian skripsi saya yang berjudul:

Smart Alert For Emergencies Keychain Berbasis GPS Dengan Sistem Tuas Tarik Sebagai Safety Emergency Communication Bagi Tunarungu Dan Wicara

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksekutif ini, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara berhak menyimpan, mengalih media, memformat, mengelola dalam bentuk database, merawat dan mempublikasikan Skripsi saya ini tanpa meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis dan sebagai pemegang dan atau sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya.

Medan, 04 Februari 2026

Yang membuat pernyataan



Rizky Asmi Fadillah

NPM. 2209020310

RIWAYAT HIDUP

DATA PRIBADI

Nama Lengkap : Rizky Asmi Fadillah
Tempat dan Tanggal Lahir : Medan, 07 Mei 2004
Alamat Rumah : Jl. Jemadi Gg. Kesuma No.19-A
Telepon/Faks/HP : 0822-7325-7963
E-mail : rizkyasmifadillah07@gmail.com
Instansi Tempat Kerja : _
Alamat Kantor : _

DATA PENDIDIKAN

SD	: SD Swasta Pertiwi Medan	TAMAT	: 2016
SMP	: SMP Swasta Pertiwi Medan	TAMAT	: 2019
SMA	: SMA Negeri 3 Medan	TAMAT	: 2022

KATA PENGANTAR



Pendahuluan

Penulis tentunya berterima kasih kepada berbagai pihak dalam dukungan serta doa dalam penyelesaian skripsi. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Akrim, M.Pd., Rektor Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU)
2. Bapak Dr. Al-Khowarizmi, S.Kom., M.Kom. selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi (FIKTI) UMSU.
3. Ibu Fatma Sari Hutagalung, S.Kom., M.Kom. selaku Ketua Program Studi Teknologi Informasi
4. Bapak Okvi Nugroho, S.Kom., M.Kom. selaku sekretaris Program Studi Teknologi Informasi.
5. Bapak Mhd. Basri, S.Kom., M.Kom. selaku dosen Pembimbing Akademik saya.
6. Ibu Fatma Sari Hutagalung, S.Kom., M.Kom, selaku dosen pembimbing skripsi.
7. Kedua orang tua saya (Ummi dan Abi) yang selalu mendukung dan mendo'akan saya hingga saat ini sehingga saya bisa lulus dengan Bebas Skripsi.
8. Tim PKM KI dan SRCC UMSU yang kebersamai saya hingga bisa sampai PIMNAS 2025.
9. Seluruh dosen, staff, dan teman-teman seperjuangan FIKTI UMSU.

Serta semua pihak yang terlibat langsung ataupun tidak langsung yang tidak dapat penulis ucapkan satu-persatu yang telah membantu penyelesaian skripsi ini.

Medan, 04 Februari 2026

Rizky Asmi Fadillah

NPM. 2209020310

***Smart Alert For Emergencies Keychain* Berbasis GPS Dengan Sistem Tuas
Tarik Sebagai *Safety Emergency Communication* Bagi Tunarungu
Dan Wicara**

ABSTRAK

Hambatan komunikasi membuat penyandang disabilitas tunarungu dan wicara sangat rentan ketika menghadapi situasi darurat, di mana kemampuan untuk menyampaikan tanda bahaya menjadi hal yang penting bagi keselamatan. Penelitian ini bertujuan untuk menciptakan perangkat keamanan portabel yang memungkinkan pengguna mengirimkan sinyal darurat secara cepat dan mandiri melalui sistem tuas tarik yang intuitif. Proses pengembangan dilakukan melalui perancangan desain, pembuatan prototipe, dan pengujian fungsional dengan pendekatan rekayasa terstruktur. Perangkat ini mengintegrasikan sistem pengiriman lokasi secara *real-time* dan alarm suara untuk menarik perhatian di sekitar pengguna. Analisis dilakukan terhadap kecepatan respons, ketepatan lokasi, kestabilan sistem, dan kenyamanan pengguna. Hasil menunjukkan bahwa alat bekerja secara efektif dengan waktu respon kurang dari sepuluh detik, akurasi lokasi hingga lima meter, serta suara alarm yang terdengar jelas hingga radius 30 meter. Penelitian ini memperkuat keselamatan pribadi, mendorong inklusivitas, dan berkontribusi pada kemajuan teknologi bantu bagi penyandang disabilitas.

Kata-kata kunci : IoT, perangkat darurat, GPS, tunarungu, tunawicara

***Smart Alert For Emergencies Keychain Based on GPS with Pull Lever System
as Safety Emergency Communication for the Deaf and Speech Impaired***

ABSTRACT

Communication barriers make individuals with hearing and speech disabilities highly vulnerable in emergency situations where expressing distress is crucial for survival. This work aims to develop a portable safety device that enables users to send emergency alerts quickly and independently through an intuitive pull-lever system. The development process involved design formulation, prototype fabrication, and functional testing using a structured engineering approach. The device integrates real-time location transmission and an audible alarm to attract attention during emergencies. The analysis focused on response speed, location accuracy, system stability, and user convenience. The results show that the device operates effectively, providing a response time of less than ten seconds, accurate location detection within five meters, and a clear alarm audible up to thirty meters. This innovation strengthens personal safety, promotes inclusivity, and contributes to the advancement of assistive technology for individuals with disabilities.

Keywords : *IoT, emergency device, GPS, deaf, mute.*

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	iii
RIWAYAT HIDUP.....	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT.....	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1. LATAR BELAKANG MASALAH.....	1
1.2. RUMUSAN MASALAH.....	3
1.3. BATASAN MASALAH.....	3
1.4. TUJUAN PENELITIAN.....	4
1.5. MANFAAT PENELITIAN.....	5
BAB II. LANDASAN TEORI.....	7
2.1. RINGKASAN PENELITIAN TERDAHULU	11
2.2. ANALISIS GAP	15
BAB III. METODOLOGI PENELITIAN	18
3.1. METODE YANG DIGUNAKAN	18
3.2. TAHAPAN PENELITIAN	19
3.3. WAKTU DAN TEMPAT/LOKASI PELAKSANAAN.....	31

3.4. ALAT DAN BAHAN	33
3.5.RANCANGAN SISTEM.....	36
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	39
4.1 HASIL PENELITIAN	39
4.2 PEMBAHASAN.....	54
BAB V. PENUTUP	62
5.1 KESIMPULAN.....	62
5.2 SARAN.....	63
DAFTAR PUSTAKA.....	65

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Tabel Ringkasan Penelitian Terdahulu	12
Tabel 2. Tabel Dimensi Produk	39
Tabel 3. Tabel Hasil Pengujian	45
Tabel 4. Perbandingan Penelitian Terdahulu dengan <i>Smart Alert for Emergencies</i> <i>Keychain</i>	56

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.2 Diagram Alir Tahapan Penelitian.....	20
Gambar 3.2.1. <i>Smart Alert for Emergencies Keychain</i>	21
Gambar 3.2.2. Desain Cover Body Alat	23
Gambar 3.2.3. Perancangan Perangkat Lunak	25
Gambar 3.2.4.1. Diagram Arsitektur Sistem.....	28
Gambar 3.2.4.2. <i>Flowchart</i> Sistem	28
Gambar 3.2.5 Uji Fungsionalitas Alat.....	31
Gambar 3.4.1. Komponen Utama pada Smart Alert for Emergencies Keychain	35
Gambar 3.5 Rancangan Sistem <i>Smart Alert for Emergencies Keychain</i>	38
Gambar 4.1.1. Dimensi Produk.....	40
Gambar 4.1.2. Komponen Perangkat	41
Gambar 4.1.3. <i>Design 3D Casing</i> Alat	45
Gambar 4.1.4.1. Tampilan Pesan Lokasi pada Aplikasi Telegram.....	50
Gambar 4.1.4.2. Tampilan Lokasi pada <i>Website Command Centre</i>	50
Gambar 4.1.6. Alur Kerja/Cara Penggunaan Alat.....	53

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Komunikasi merupakan salah satu proses interaksi yang sangat krusial dalam kehidupan sosial manusia. Kemampuan seseorang dalam berkomunikasi dipengaruhi oleh sejumlah faktor, diantaranya faktor psikologis dan fisiologis. Faktor psikologis berkaitan dengan tingkat intelegensi dan rasa percaya diri individu dalam menyampaikan pesan, sedangkan faktor fisiologis berhubungan dengan kemampuan sensorik, khususnya pendengaran dan kemampuan berbicara. Gangguan pada salah satu faktor tersebut dapat menyebabkan hambatan dalam proses komunikasi.

Salah satu gangguan yang memengaruhi kemampuan berkomunikasi adalah tuna rungu dan wicara. Tuna rungu merupakan kondisi ketika seseorang mengalami gangguan pada sistem pendengaran sehingga mengalami kesulitan atau ketidakmampuan dalam mendengar, sedangkan tuna wicara merupakan kondisi ketika seseorang mengalami gangguan dalam kemampuan berbicara. Kedua kondisi ini saling berkaitan karena gangguan pada pendengaran dapat berdampak langsung pada kemampuan berbicara seseorang. Akibatnya, penyandang tuna rungu dan wicara sering mengalami hambatan dalam menyampaikan informasi, khususnya dalam situasi yang membutuhkan respons cepat.

Keterbatasan tersebut menjadikan penyandang disabilitas, khususnya tuna rungu dan tuna wicara, sebagai kelompok yang rentan terhadap berbagai bentuk kekerasan, baik fisik maupun seksual. Kerentanan ini disebabkan oleh keterbatasan dalam pertahanan diri, ketergantungan terhadap orang lain, serta hambatan utama

dalam meminta pertolongan ketika berada dalam situasi darurat. Widinarsih (2019) menyatakan bahwa penyandang disabilitas merupakan kelompok yang rentan terhadap kekerasan akibat keterbatasan fisik, mental, atau kombinasi dari keduanya. Data dari Kementerian Pemberdayaan Perempuan dan Perlindungan Anak (KEMENPPPA) tahun 2021 mencatat sebanyak 987 kasus kekerasan terhadap anak penyandang disabilitas, dengan 591 di antaranya merupakan kekerasan seksual. Data tersebut menunjukkan bahwa penyandang disabilitas, terutama perempuan dan anak-anak, memerlukan perhatian serta perlindungan khusus.

Seiring dengan meningkatnya jumlah penyandang disabilitas di Indonesia, kebutuhan akan teknologi yang ramah disabilitas juga semakin mendesak. Menurut Olusanya (2023), jumlah penyandang disabilitas diperkirakan terus meningkat, sehingga diperlukan inovasi alat bantu yang mampu memberikan rasa aman dan kemudahan dalam kondisi darurat. Dalam konteks ini, perangkat darurat berbasis *Global Positioning System* (GPS) dengan sistem aktivasi manual dinilai sebagai solusi yang relevan bagi penyandang tuna rungu dan tuna wicara. Sistem aktivasi manual menawarkan kemudahan pengoperasian serta meminimalkan risiko kesalahan teknis, sehingga dapat digunakan secara efektif dalam kondisi darurat.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini berfokus pada pengembangan *Smart Alert for Emergencies Keychain*, yaitu perangkat berbasis *Internet of Things* (IoT) berbentuk gantungan kunci yang dilengkapi dengan *buzzer* dan modul GPS. Perangkat ini dirancang untuk memungkinkan pengguna mengaktifkan alarm darurat melalui mekanisme tarik tuas, yang selanjutnya akan mengeluarkan suara alarm serta mengirimkan pesan dan informasi lokasi pengguna secara *real-time* kepada kontak darurat. Pengembangan perangkat ini diharapkan

dapat menjadi solusi teknologi asistif yang sederhana, andal, dan ramah disabilitas, sehingga mampu meningkatkan perlindungan serta akses bantuan darurat bagi penyandang tuna rungu dan tuna wicara.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang permasalahan yang telah diuraikan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Bagaimana proses perancangan dan implementasi *Smart Alert for Emergencies Keychain* berbasis *Internet of Things* (IoT) sebagai alat bantu komunikasi darurat bagi penyandang tuna rungu dan wicara?
- 2) Bagaimana integrasi *Smart Alert for Emergencies Keychain* dengan *website Command Centre* dalam menyampaikan pesan darurat dan informasi lokasi pengguna secara *real-time*?
- 3) Bagaimana kinerja sistem *Smart Alert for Emergencies Keychain* dan *website Command Centre* berdasarkan hasil pengujian fungsional yang telah dilakukan?

1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian ini lebih terarah dan sesuai dengan ruang lingkup yang telah ditetapkan, maka batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Penelitian ini berfokus pada pengembangan dan implementasi *Smart Alert for Emergencies Keychain* sebagai alat bantu komunikasi darurat bagi penyandang tuna rungu dan tuna wicara.
- 2) Sistem yang dikembangkan dibatasi pada fungsi utama, yaitu:
 - a. Aktivasi darurat menggunakan mekanisme tarik tuas,
 - b. Pengeluaran alarm suara melalui *buzzer*,

- c. Pengiriman pesan darurat beserta informasi lokasi pengguna secara *real-time*.
- 3) Penelitian ini mencakup integrasi *Smart Alert for Emergencies Keychain* dengan *website Command Centre* sebagai media penerima dan penampil informasi pesan darurat dan lokasi pengguna.
- 4) Pengujian yang dilakukan terbatas pada pengujian fungsional sistem, meliputi kinerja perangkat keras dan keterhubungan data antara perangkat dan *website Command Centre*.
- 5) Penelitian ini tidak membahas aspek produksi massal, analisis kelayakan bisnis, maupun pengembangan lanjutan sistem keamanan dan skalabilitas *website*.
- 6) Hak Kekayaan Intelektual (HKI) yang telah diperoleh dicantumkan sebagai luaran penelitian, namun tidak dibahas dari sisi hukum atau komersialisasi.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah ditetapkan, tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Mengembangkan dan mengimplementasikan *Smart Alert for Emergencies Keychain* berbasis *Internet of Things (IoT)* sebagai alat bantu komunikasi darurat bagi penyandang tuna rungu dan tuna wicara.
- 2) Mengimplementasikan sistem pengiriman alarm darurat dan informasi lokasi pengguna secara *real-time* yang terintegrasi dengan *website Command Centre*.
- 3) Mengetahui kinerja *Smart Alert for Emergencies Keychain* dan *website Command Centre* berdasarkan hasil pengujian fungsional sistem.

- 4) Mengevaluasi kelayakan *Smart Alert for Emergencies Keychain* sebagai solusi teknologi asistif yang telah memiliki Hak Kekayaan Intelektual (HKI) berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1) Manfaat Teoretis

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan ilmu pengetahuan di bidang Teknologi Informasi, khususnya pada penerapan *Internet of Things* (IoT) dalam pengembangan teknologi asistif untuk penyandang disabilitas. Hasil dari penelitian ini juga dapat dijadikan acuan untuk penelitian yang akan datang yang berhubungan dengan sistem komunikasi darurat menggunakan IoT dan penggabungan perangkat dengan *platform* berbasis web.

2) Manfaat Praktis

a. Bagi Penyandang Tuna Rungu dan Tuna Wicara

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan solusi berupa alat bantu komunikasi darurat yang mudah digunakan, sehingga dapat meningkatkan rasa aman dan mempercepat akses terhadap bantuan ketika berada dalam situasi darurat.

b. Bagi Keluarga dan Pihak Pendamping

Hasil penelitian ini dapat membantu keluarga atau pendamping dalam memantau kondisi darurat penyandang disabilitas melalui informasi lokasi dan pesan darurat yang diterima secara *real-time* melalui *website Command Centre*.

c. Bagi Pengembang dan Praktisi Teknologi

Penelitian ini dapat menjadi acuan dalam pengembangan sistem perangkat IoT yang terintegrasi dengan *platform* berbasis web, khususnya untuk kebutuhan keamanan dan perlindungan kelompok rentan.

d. Bagi Institusi Pendidikan

Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai bahan referensi pembelajaran dan pengembangan penelitian di bidang teknologi asistif, *Internet of Things*, dan sistem komunikasi darurat.

BAB II

LANDASAN TEORI

Dalam bersosialisasi, komunikasi menjadi salah satu proses interaksi yang sangat penting bagi setiap manusia. Komunikasi merupakan salah satu cara kita menyampaikan sesuatu kepada orang lain. Dan salah satu bentuk komunikasi itu adalah dengan berbicara dan mendengar. Namun sayangnya, hal ini tidak memungkinkan untuk dilakukan bagi mereka, penyandang disabilitas tunarungu dan tunawicara. *United Nation Childrens Fund* (UNICEF) mencatat bahwa 6,5 juta penduduk Indonesia merupakan penyandang disabilitas, dan diantara mereka adalah penyandang disabilitas tunarungu dan tuna wicara. Keterbatasan mereka dalam berkomunikasi tentunya menjadi hambatan terbesar mereka, dalam menyampaikan apa yang sedang mereka rasakan, khususnya rasa takut saat berada di situasi darurat.

Hal inilah, yang membuat mereka rentan menjadi sasaran bagi para pelaku kekerasan, baik secara fisik ataupun seksual. Pada tahun 2021, Indonesia mencatat 987 kasus kekerasan terhadap anak disabilitas, dengan 591 kasus di antaranya berupa kekerasan seksual, yang mayoritas menimpa anak perempuan (KEMENPPPA, 2021). Data tersebut menunjukkan bahwa perempuan dan anak-anak dengan disabilitas membutuhkan perhatian serta perlindungan ekstra dalam menghadapi ancaman kekerasan. Seiring meningkatnya jumlah penyandang disabilitas di Indonesia (Olusanya, 2023), kebutuhan akan teknologi ramah disabilitas semakin mendesak. Pengembangan alat darurat berbasis *GPS* dengan sistem aktivasi manual dinilai menjadi solusi relevan karena mudah digunakan, meminimalisir risiko kesalahan teknis, serta memberikan jaminan rasa aman lebih

baik bagi kelompok rentan ini. Dengan adanya alat tersebut, penyandang disabilitas tidak hanya mendapatkan sarana perlindungan, tetapi juga dukungan nyata dalam mewujudkan lingkungan yang lebih inklusif dan aman.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini mengusulkan pengembangan perangkat perlindungan bagi penyandang disabilitas tuna rungu dan wicara berupa gantungan kunci pintar berbasis *Internet of Things* (IoT). Perangkat ini dilengkapi dengan fitur buzzer sebagai penanda suara darurat serta modul GPS untuk mengirimkan informasi lokasi secara *real-time*. Pengembangan perangkat ini bertujuan untuk menyediakan media komunikasi darurat yang efektif bagi penyandang disabilitas, khususnya dalam situasi genting yang membutuhkan respons cepat dari lingkungan sekitar. Selain itu, penelitian ini sejalan dengan upaya penguatan perlindungan hak penyandang disabilitas, khususnya dalam meningkatkan akses terhadap keamanan dan keselamatan. Dengan adanya perangkat ini, diharapkan penyandang tuna rungu dan wicara dapat lebih mudah menyampaikan kondisi darurat yang dialami, sehingga peluang untuk memperoleh bantuan secara cepat dan tepat dapat meningkat.

Penelitian ini mengusulkan pengembangan perangkat berbasis IoT dengan integrasi sistem aktivasi mekanis dan komunikasi darurat, yang masih terbatas implementasinya pada penelitian sebelumnya. Menurut penelitian sebelumnya oleh (Toquero, 2020), perangkat darurat dengan tombol yang rumit seringkali tidak dapat digunakan dengan baik dalam situasi darurat. Alat yang mudah digunakan diperlukan untuk pengguna disabilitas, terutama mereka yang tidak memiliki akses langsung ke komunikasi verbal. Banyak peneliti mulai berkonsentrasi pada teknologi berbasis sensor dan GPS yang dapat membantu mengidentifikasi lokasi

secara otomatis karena masalah ini. Menurut Lersilp (2020), penggunaan GPS pada perangkat darurat dapat meningkatkan komunikasi, memungkinkan pihak berwenang atau kontak darurat menerima informasi secara *real-time*.

Meskipun teknologi GPS dan sensor semakin berkembang, pengguna dengan disabilitas tuna rungu dan tuna wicara tetap menghadapi masalah terkait kesulitan dalam mengaktifkan perangkat saat dibutuhkan. (Istiarsyah, 2023) dalam penelitiannya mengemukakan bahwa kesalahan teknis sering kali terjadi karena kurangnya umpan balik yang jelas pada alat darurat berbasis teknologi. Oleh karena itu, salah satu pendekatan untuk mengatasi masalah ini adalah dengan menciptakan alat yang mengintegrasikan sistem aktivasi manual, seperti tuas tarik yang membutuhkan tenaga fisik untuk diaktifkan.

Penelitian lain oleh (Abidi, 2024) juga menunjukkan bahwa perangkat yang memerlukan sedikit interaksi pengguna lebih efektif dalam kondisi stres tinggi. Dengan tuas tarik, alat ini akan mengurangi kemungkinan kesalahan operasional yang dapat terjadi pada saat panik atau ketegangan tinggi. Alat darurat berbasis tuas tarik ini memungkinkan pengguna untuk mengaktifkan perangkat dengan mudah tanpa harus menekan tombol atau memilih menu yang rumit. Penambahan fitur GPS dalam alat ini membuatnya semakin bermanfaat dengan mengirimkan lokasi pengguna secara otomatis kepada kontak darurat, meningkatkan peluang respons cepat dari pihak yang berwenang.

Berdasarkan referensi tersebut, penulis menghasilkan solusi berbentuk perangkat alarm darurat yang lebih ringkas dan multifungsi. Solusi yang dihasilkan adalah pembuatan alat bantu perlindungan berupa gantungan kunci pintar berbasis *Internet of Things (IoT)*. Perangkat ini dilengkapi dengan fitur *buzzer* dan modul

GPS yang dirancang untuk memberikan respons darurat secara *real-time*. Ketika diaktifkan, alat ini akan menghasilkan suara peringatan dan secara otomatis mengirimkan pesan darurat yang berisi lokasi pengguna kepada kontak darurat yang telah terdaftar. Desain gantungan kunci dipilih untuk memastikan portabilitas, kemudahan penggunaan, serta meminimalkan risiko kesalahan aktivasi karena menggunakan sistem tuas tarik yang akan mengantisipasi terjadinya *human error* pada saat penggunaan. Inovasi ini bertujuan untuk memberikan rasa aman bagi penyandang tuna rungu dan tuna wicara, sekaligus meningkatkan akses mereka terhadap bantuan darurat dalam situasi yang mengancam keselamatan.

Dari segi standar industri dan regulasi, pengembangan produk ini mengacu pada beberapa acuan penting. Pertama, SNI ISO 9999:2022 tentang *Assistive Products for Persons with Disability*, yang mengatur klasifikasi dan spesifikasi umum alat bantu bagi penyandang disabilitas. Standar ini menjadi pedoman dalam memastikan bahwa produk yang dihasilkan memiliki aspek keamanan, keandalan, dan kemudahan penggunaan. Kedua, dari sisi keselamatan sistem elektronik, rancangan perangkat mengikuti ketentuan IEC 62368-1:2020 yang membahas *Safety Requirements for Audio/Video, Information and Communication Technology Equipment*. Standar ini memastikan bahwa komponen elektronik seperti baterai, sirkuit, dan konektor aman digunakan dalam produk portabel.

Selain standar teknis, pengembangan *Smart Alert for Emergencies Keychain* juga memperhatikan regulasi nasional seperti Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 8 Tahun 2016 tentang Penyandang Disabilitas, yang menegaskan hak setiap penyandang disabilitas untuk memperoleh akses terhadap teknologi yang mendukung kemandirian dan keselamatan mereka. Undang-undang ini menjadi

dasar moral dan hukum dalam memastikan bahwa produk yang dikembangkan tidak hanya inovatif, tetapi juga berorientasi pada nilai-nilai keadilan sosial dan kemanusiaan.

Secara keseluruhan, hasil kajian pustaka menunjukkan bahwa pengembangan *Smart Alert for Emergencies Keychain* mengintegrasikan konsep *Internet of Things* (IoT), teknologi bantu, serta pendekatan desain berpusat pada pengguna. Integrasi tersebut memberikan kontribusi dalam pengembangan solusi terhadap permasalahan keselamatan pada penyandang disabilitas, khususnya tuna rungu dan wicara. Selain itu, kombinasi aspek teknis, sosial, dan regulatif menunjukkan bahwa perangkat yang dikembangkan memiliki potensi untuk diimplementasikan dan dikembangkan lebih lanjut menuju standar yang lebih luas. Dengan mempertimbangkan aspek inklusivitas dan kemudahan penggunaan, perangkat ini diharapkan dapat meningkatkan aksesibilitas dalam situasi darurat serta mendukung upaya perlindungan bagi kelompok rentan di era digital.

2.1 Ringkasan Penelitian Terdahulu

Berbagai penelitian menunjukkan bahwa perangkat darurat dengan antarmuka yang rumit, seperti tombol berukuran kecil atau menu berlapis, sering kali sulit dioperasikan dalam kondisi darurat (Toquero, 2020). Kondisi tersebut menjadi tantangan tersendiri bagi penyandang disabilitas tuna rungu dan tuna wicara yang memiliki keterbatasan dalam komunikasi verbal serta kemampuan merespons secara cepat ketika berada dalam situasi panik.

Perkembangan teknologi *Global Positioning System* (GPS) memberikan peluang untuk meningkatkan efektivitas perangkat darurat. Lersilp (2020) menyatakan bahwa integrasi GPS pada perangkat darurat memungkinkan

pengiriman informasi lokasi pengguna secara *real-time*, sehingga dapat mempercepat respons dari pihak berwenang maupun kontak darurat. Namun demikian, Istiarsyah (2023) mengemukakan bahwa masih terdapat permasalahan terkait kesalahan teknis yang disebabkan oleh desain perangkat yang kurang memberikan umpan balik yang jelas kepada pengguna.

Beberapa penelitian merekomendasikan penggunaan sistem aktivasi manual yang sederhana untuk mengatasi permasalahan tersebut. Abidi (2024) menyatakan bahwa perangkat yang memerlukan interaksi minimal dari pengguna lebih efektif digunakan dalam kondisi stres tinggi. Sistem aktivasi manual, seperti tuas tarik, dinilai mampu mengurangi kesalahan operasional karena tidak memerlukan presisi tinggi maupun navigasi menu yang kompleks.

Selain itu, penelitian-penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa perangkat darurat yang mengombinasikan sistem aktivasi manual dengan teknologi GPS cenderung lebih andal dalam mendukung keselamatan pengguna, khususnya bagi individu dengan keterbatasan komunikasi verbal. Desain perangkat yang bersifat *portable*, seperti bentuk gantungan kunci, juga dinilai lebih praktis karena mudah dibawa dan mudah diakses dalam berbagai situasi darurat. Berikut ini dilampirkan tabel kajian penelitian terdahulu .

Tabel 1. Tabel Ringkasan Penelitian Terdahulu

No.	Peneliti & Tahun	Judul Penelitian	Metodologi / Teknologi	Kelebihan dan Kekurangan
1.	Toquero (2020)	<i>Mobile Healthcare Technology for</i>	Perangkat darurat	Kelebihan: Memberikan solusi awal untuk

		<i>People with Disabilities amid the COVID-19 pandemic.</i>	berbasis tombol.	perangkat darurat bagi pengguna rentan. Kekurangan: Antarmuka tombol kecil sulit digunakan dalam kondisi panik.
2.	Lersilp (2020)	<i>Development and Usability Testing of an Emergency Alert Device for Elderly People and People with Disabilities.</i>	Integrasi GPS pada alat darurat.	Kelebihan: Mampu mengirimkan lokasi pengguna secara <i>real-time</i> . Kekurangan: Tidak difokuskan pada pengguna disabilitas tuna rungu dan tuna wicara.
3.	Anderson (2023)	<i>Emergency Communication for People with Disabilities.</i>	Teknologi komunikasi berbasis teks dan video.	Kelebihan: Mendukung komunikasi alternatif bagi penyandang disabilitas. Kekurangan: Kurang efektif

				dalam situasi darurat yang membutuhkan respons cepat.
4.	Istiarsyah (2023)	<i>Improving Disaster Preparedness Services for People with Disabilities.</i>	Evaluasi keandalan alat darurat	Kelebihan: Mengidentifikasi faktor penyebab kesalahan teknis perangkat darurat. Kekurangan: Tidak menawarkan solusi aktivasi yang sederhana bagi pengguna.
5.	Abidi (2024)	<i>A comprehensive review of navigation systems for visually impaired individuals.</i>	Perangkat darurat dengan interaksi minimal.	Kelebihan: Efektif digunakan dalam kondisi stres tinggi. Kekurangan: Belum mengintegrasikan GPS dan sistem pemantauan terpusat.
6.	Restianty (2024)	<i>Digital Applications as</i>	Analisis teknologi	Kelebihan: Menekankan

		<i>Assistive Technology for Students with Disabilities.</i>	bantuan untuk disabilitas.	pentingnya aksesibilitas dan kemudahan penggunaan. Kekurangan: Masih bersifat konseptual dan belum diwujudkan dalam bentuk perangkat nyata.
--	--	---	----------------------------	--

Berdasarkan tabel tersebut, dapat diketahui bahwa penelitian terdahulu telah mengkaji berbagai aspek perangkat darurat, namun masih terdapat keterbatasan dalam hal kemudahan aktivasi, fokus pada penyandang tuna rungu dan tuna wicara, serta integrasi sistem pemantauan terpusat.

2.2 Analisis Gap

Berdasarkan landasan teori dan kajian pustaka terdahulu yang telah dipaparkan pada subbab sebelumnya, dapat diidentifikasi adanya celah penelitian (*research gap*) yang belum sepenuhnya terjawab. Berbagai penelitian terdahulu telah mengkaji pengembangan perangkat darurat dengan memanfaatkan teknologi seperti *Global Positioning System* (GPS), sistem komunikasi nirkabel, serta konsep teknologi asistif berbasis *Internet of Things* (IoT). Namun demikian, sebagian besar penelitian tersebut masih berfokus pada aspek fungsional teknologi, dan belum secara komprehensif mengakomodasi kebutuhan spesifik pengguna, khususnya penyandang tunarungu dan tunawicara.

Sebagian perangkat yang dikembangkan dalam penelitian sebelumnya masih menggunakan antarmuka berupa tombol berukuran kecil, menu berlapis, atau sistem berbasis layar yang memerlukan beberapa tahapan interaksi. Desain tersebut kurang mempertimbangkan kondisi darurat yang menuntut respons cepat, intuitif, dan minim kesalahan. Dalam situasi panik, kompleksitas interaksi ini berpotensi menyebabkan keterlambatan aktivasi atau bahkan kegagalan penggunaan perangkat, sehingga menurunkan efektivitas sistem secara keseluruhan.

Selain itu, aspek *user-centered design* dalam konteks disabilitas sensorik masih belum menjadi fokus utama. Banyak penelitian belum secara eksplisit mempertimbangkan keterbatasan komunikasi verbal yang dialami oleh penyandang tunarungu dan tunawicara, baik dalam proses aktivasi perangkat maupun dalam penyampaian informasi darurat. Hal ini menunjukkan bahwa pendekatan yang digunakan masih cenderung bersifat umum (*general user oriented*), bukan berbasis kebutuhan khusus (*special needs oriented*).

Di sisi lain, meskipun teknologi GPS telah banyak dimanfaatkan untuk pelacakan lokasi secara *real-time*, integrasinya dengan mekanisme aktivasi yang sederhana, cepat, dan mudah dijangkau dalam bentuk perangkat portabel masih relatif terbatas. Sebagian penelitian lebih menekankan pada aplikasi berbasis smartphone, yang dalam praktiknya memiliki keterbatasan seperti ketergantungan pada akses layar, waktu buka aplikasi, serta potensi kendala dalam kondisi darurat tertentu.

Lebih lanjut, integrasi antara perangkat darurat dengan sistem pemantauan terpusat (*command centre*) juga belum banyak dikembangkan secara optimal. Padahal, keberadaan sistem terpusat sangat penting untuk mendukung proses

pemantauan, pengambilan keputusan, dan respons yang lebih cepat dari pihak terkait. Ketiadaan integrasi ini menyebabkan informasi darurat yang dikirimkan menjadi kurang terkelola secara sistematis dan berpotensi menghambat koordinasi penanganan.

Berdasarkan celah penelitian tersebut, penelitian ini berfokus pada pengembangan *Smart Alert for Emergencies Keychain* berbasis IoT yang dirancang secara khusus dengan pendekatan *user-centered design* untuk penyandang tunarungu dan tunawicara. Perangkat ini mengintegrasikan mekanisme aktivasi manual berupa tuas tarik yang intuitif dan minim kesalahan, alarm suara sebagai umpan balik langsung, serta pengiriman lokasi berbasis GPS yang terhubung dengan website *Command Centre* untuk pemantauan terpusat.

Dengan pendekatan tersebut, penelitian ini tidak hanya menawarkan solusi teknis, tetapi juga berupaya menjawab keterbatasan penelitian sebelumnya dari sisi kemudahan penggunaan, kecepatan respons, serta kesesuaian dengan kebutuhan pengguna disabilitas. Oleh karena itu, penelitian ini diharapkan mampu mengisi *research gap* yang ada dan menghasilkan perangkat darurat yang lebih sederhana, portabel, andal, serta adaptif terhadap kondisi pengguna dalam situasi darurat.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 METODE YANG DIGUNAKAN

Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development (R&D)*, yaitu metode penelitian yang berfokus pada proses pengembangan suatu produk serta pengujian terhadap kualitas dan efektivitas produk tersebut. Metode ini tidak hanya menekankan pada kajian teoritis, tetapi juga pada implementasi nyata dalam bentuk produk yang dapat digunakan secara langsung oleh pengguna.

Metode R&D dipilih karena penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan sebuah solusi teknologi berupa perangkat darurat yang dapat membantu proses komunikasi dalam situasi kritis. Dengan demikian, pendekatan yang digunakan harus mampu mengakomodasi proses perancangan, pembuatan, hingga pengujian sistem secara menyeluruh agar produk yang dihasilkan tidak hanya bersifat konseptual, tetapi juga aplikatif.

Dalam konteks penelitian ini, metode R&D diterapkan untuk mengembangkan *Smart Alert for Emergencies Keychain* berbasis *Internet of Things (IoT)*. Perangkat ini dirancang sebagai alat bantu komunikasi darurat bagi individu yang memiliki keterbatasan dalam mendengar dan berbicara, sehingga memungkinkan pengguna untuk mengirimkan sinyal darurat dan informasi lokasi secara cepat dan efektif.

Penggunaan metode ini juga memungkinkan peneliti untuk melakukan evaluasi secara berkelanjutan terhadap produk yang dikembangkan. Evaluasi tersebut dilakukan untuk memastikan bahwa sistem yang dihasilkan telah sesuai

dengan kebutuhan pengguna, khususnya dalam hal kemudahan penggunaan, kecepatan respons, dan keandalan sistem dalam kondisi darurat.

Selain itu, metode ini mendukung proses integrasi antara berbagai komponen sistem yang terdiri dari perangkat keras dan perangkat lunak. Perangkat keras mencakup mikrokontroler, modul GPS, *buzzer*, serta mekanisme aktivasi manual, sedangkan perangkat lunak meliputi sistem pengolahan data, pengiriman informasi darurat, serta tampilan data pada *website Command Centre*. Integrasi ini menjadi aspek penting untuk memastikan sistem dapat berjalan secara sinkron dan efisien.

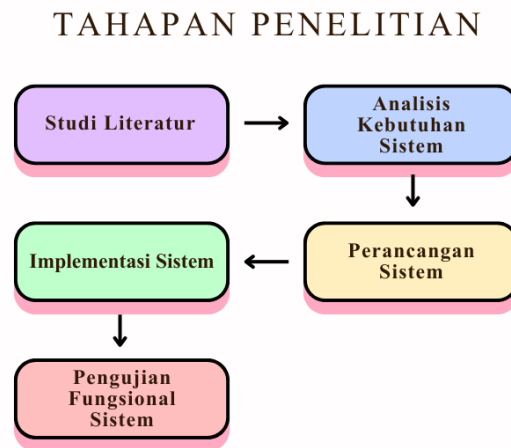
Melalui penerapan metode *Research and Development*, penelitian ini tidak hanya menghasilkan produk dalam bentuk prototipe, tetapi juga memberikan gambaran mengenai performa sistem berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan. Hal ini penting untuk menilai sejauh mana produk mampu berfungsi sesuai dengan tujuan awal pengembangannya.

Dengan demikian, penggunaan metode R&D dalam penelitian ini diharapkan mampu menghasilkan produk yang tidak hanya inovatif, tetapi juga memiliki tingkat efektivitas, keandalan, serta kemudahan penggunaan yang tinggi, sehingga dapat memberikan manfaat nyata bagi pengguna, khususnya penyandang tuna rungu dan tuna wicara dalam menghadapi situasi darurat.

3.2 TAHAPAN PENELITIAN

Tahapan penelitian ini disusun secara sistematis untuk menghasilkan *Smart Alert for Emergencies Keychain* berbasis *Internet of Things* (IoT) yang berfungsi sebagai alat bantu komunikasi darurat bagi penyandang tuna rungu dan tuna wicara.

Tahapan penelitian meliputi studi literatur, analisis kebutuhan, perancangan sistem, implementasi sistem, serta pengujian fungsional.



Gambar 3.2 Diagram Alir Tahapan Penelitian

1) Studi Literatur

Tahapan awal penelitian dilakukan melalui studi literatur yang dilanjutkan dengan karakterisasi kebutuhan produk. Studi literatur dilakukan untuk mengidentifikasi konsep teknologi asistif, kebutuhan komunikasi darurat bagi penyandang tuna rungu dan tuna wicara, serta karakteristik perangkat darurat yang efektif.

Berdasarkan hasil studi literatur mengenai penyandang tuna rungu dan tuna wicara, diperoleh pemahaman bahwa perangkat keamanan yang efektif bagi kelompok disabilitas harus memiliki tiga karakteristik utama, yaitu mudah dioperasikan, cepat merespons, serta tidak bergantung pada komunikasi verbal maupun visual. Selain itu, perangkat juga harus bersifat portabel dan memiliki

ketahanan terhadap benturan agar dapat digunakan dalam berbagai kondisi aktivitas pengguna.

Tahap karakterisasi produk dilakukan untuk merumuskan kebutuhan fungsional dan spesifikasi awal perangkat berdasarkan hasil studi literatur tersebut. Hasil karakterisasi menunjukkan bahwa mekanisme aktivasi berupa tuas tarik merupakan bentuk interaksi yang paling sesuai, karena dapat dioperasikan secara refleks bahkan dalam kondisi panik.

Berdasarkan hasil studi literatur dan karakterisasi kebutuhan tersebut, ditetapkan konsep perancangan *Smart Alert for Emergencies Keychain* sebagai perangkat komunikasi darurat berbasis *Internet of Things* (IoT) yang inklusif dan ramah bagi penyandang disabilitas tuna rungu dan tuna wicara.



Gambar 3.2.1. *Smart Alert for Emergencies Keychain*

2) Analisis Kebutuhan Sistem

Tahap selanjutnya adalah analisis kebutuhan sistem yang dilanjutkan dengan penyusunan spesifikasi produk dan desain teknis perangkat. Tahap ini bertujuan untuk menentukan kebutuhan fungsional dan nonfungsional sistem serta merancang perangkat keras dan perangkat lunak yang sesuai dengan karakteristik penyandang tuna rungu dan tuna wicara.

Analisis kebutuhan sistem mencakup kemudahan penggunaan, keandalan perangkat dalam situasi darurat, kemampuan pengiriman pesan darurat, serta pengiriman lokasi pengguna secara *real-time*. Kebutuhan nonfungsional meliputi portabilitas perangkat, efisiensi energi, serta ketahanan terhadap benturan dan kondisi lingkungan.

Berdasarkan hasil analisis kebutuhan, disusun spesifikasi produk yang mencakup pemilihan komponen utama, yaitu mikrokontroler ESP32 sebagai pusat kendali sistem, modul GSM SIM800L untuk pengiriman pesan darurat melalui jaringan seluler, modul GPS NEO-6M untuk pelacakan lokasi pengguna, *buzzer* sebagai alarm suara, LED indikator sebagai penanda status perangkat, serta baterai lithium 2600 mAh sebagai sumber daya utama.

Perancangan rangkaian elektronik dilakukan untuk memastikan sistem bekerja secara responsif, hemat energi, dan mampu beroperasi secara mandiri tanpa ketergantungan pada perangkat tambahan seperti ponsel atau jaringan Wi-Fi. Pemrograman sistem dilakukan menggunakan Arduino IDE dengan bahasa pemrograman C++, yang mencakup algoritma pembacaan status tuas tarik, aktivasi *buzzer*, pengiriman pesan darurat, serta pengolahan dan pengiriman koordinat lokasi GPS.

Selain perancangan elektronik, dilakukan pula perancangan mekanik perangkat berupa desain *cover body* menggunakan teknologi pencetakan tiga dimensi (*3D printing*) dengan material *Polylactic Acid* (PLA). Material ini dipilih karena ringan, mudah dicetak, dan memiliki ketahanan mekanik yang cukup baik. Desain *casing* mencakup lubang keluaran suara *buzzer* pada bagian depan, ruang khusus penempatan komponen internal, bagian atas untuk *split ring* dan antena,

serta lubang pada bagian bawah untuk mekanisme tuas tarik. Bagian penutup casing dirancang untuk melindungi komponen dari debu dan benturan selama penggunaan.

Tahap ini menghasilkan spesifikasi teknis perangkat dan rancangan sistem yang menjadi dasar dalam tahap implementasi prototipe *Smart Alert for Emergencies Keychain*.



Gambar 3.2.2. Desain *Cover Body* Alat

3) Perancangan Sistem

Tahap perancangan sistem dilakukan untuk merancang arsitektur *Smart Alert for Emergencies Keychain* secara menyeluruh, meliputi perancangan perangkat keras, perangkat lunak, serta antarmuka sistem *monitoring* (*Command Centre*). Tahap ini bertujuan untuk menghasilkan desain sistem yang siap direalisasikan pada tahap implementasi.

Perancangan arsitektur sistem mencakup alur kerja sistem mulai dari input pengguna berupa aktivasi tuas tarik hingga keluaran sistem berupa alarm suara dan pengiriman pesan darurat beserta informasi lokasi. Arsitektur sistem terdiri atas tiga komponen utama, yaitu perangkat *Smart Alert for Emergencies Keychain* sebagai

device layer, jaringan komunikasi seluler sebagai *communication layer*, dan *website Command Centre* sebagai *application layer*.

a. Perancangan Perangkat Keras

Perangkat keras dirancang dengan mengintegrasikan beberapa komponen utama, yaitu mikrokontroler ESP32 sebagai pusat pengolahan data, modul GPS NEO-6M untuk memperoleh koordinat lokasi pengguna, modul GSM SIM800L sebagai media komunikasi data melalui jaringan seluler, buzzer sebagai alarm suara, serta sistem aktivasi manual berupa tuas tarik. Sistem catu daya menggunakan baterai lithium 2600 mAh yang dilengkapi dengan modul pengisian daya dan regulator tegangan untuk menjaga kestabilan suplai listrik. Perancangan rangkaian elektronik dilakukan untuk memastikan seluruh komponen dapat bekerja secara terintegrasi, responsif, serta hemat energi.

b. Perancangan Perangkat Lunak

Perangkat lunak sistem dikembangkan menggunakan bahasa pemrograman C++ pada platform Arduino IDE. Algoritma perangkat lunak mencakup pembacaan status tuas tarik sebagai input aktivasi darurat, pengambilan data koordinat dari modul GPS, pengolahan data lokasi, pengiriman pesan darurat melalui modul GSM ke kontak darurat dan *website Command Centre*, serta pengendalian *buzzer* dan indikator status perangkat.

```

gsm_only.ino
1 #define TINY_GSM_MODEM_SIM800
2 #define TINY_GSM_MODEM_Serial
3
4 #include <TinyGSMClient.h>
5 #include <ArduinoHttpClient.h>
6 #include <TinyGPSPlus.h>
7
8 // Blok Variabel GSM
9 static const char* DEVICE_KODE = "D-81";
10
11 const char* GPRS_APN = "Internet";
12 const char* GPRS_USER = "";
13 const char* GPRS_PASS = "";
14
15 const char* HOST = "safekychain.gudang-data.com"; // "example.com" atau "193.xxx.xxx.xxx"
16 String PATH = "/public/api/logging";
17
18 #define USE_SSL 0 // 0: HTTP, 1: HTTPS
19 #if USE_SSL
20 | const int PORT = 443;
21 #else
22 | const int PORT = 80;
23 #endif
24
25 HardwareSerial SerialAT(1);
26
27 static const int PIN_GSM_RX = 26; // ESP32 RX == SIM800L_TX
28 static const int PIN_GSM_TX = 27; // ESP32 TX == SIM800L_RX
29 static const uint32_t BAUD_GSM = 9600; //
30
31 TinyGSM modem(SerialAT);
32 #if USE_SSL
33 | TinyGSMClientSecure net(modem);
34 #else
35 | TinyGSMClient net(modem);
36 #endif
37
38 bool gprsReady = false;
39 // End Blok Variabel GSM
40
41 // Start Blok Variabel GPS
42 #define GPS_RX_PIN 18 // ESP32 Menerima dari GPS TX
43 #define GPS_TX_PIN 17 // ESP32 Mengirim ke GPS RX
44 #define GPS_BAUD 9600 //
45
46 #define DEBUG_NMEA 0 // Set 1 untuk melihat raw NMEA di Serial Monitor
47
48 const int SWITCH_PIN = 25; // Saklar ke ON (aktif-low)
49 const int POWER_GATE_PIN = 21; // Gate MODEM ke-channel (driver speaker 12V)
50 const bool GATE_ACTIVE_HIGH = true;
51
52 HardwareSerial GPSTer(2); // Serial2 pada ESP32
53 TinyGPSPlus gps;

```

Gambar 3.2.3. Perancangan Perangkat Lunak

c. Perancangan Antarmuka *Command Centre*

Website Command Centre dirancang sebagai media monitoring dan pengelolaan data darurat yang dikirimkan oleh perangkat. Antarmuka sistem menampilkan informasi lokasi pengguna, status perangkat, serta riwayat kejadian darurat secara *real-time*. Desain antarmuka mempertimbangkan aspek kemudahan penggunaan dan keterbacaan informasi oleh pihak penerima pesan darurat.

4) Implementasi Sistem

Tahap implementasi sistem merupakan tahap realisasi dari hasil perancangan sistem ke dalam bentuk prototipe *Smart Alert for Emergencies Keychain* berbasis *Internet of Things* (IoT). Pada tahap ini, seluruh komponen yang telah dirancang pada tahap sebelumnya diintegrasikan menjadi satu kesatuan sistem yang dapat berfungsi secara nyata. Implementasi dilakukan secara menyeluruh mencakup perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*) agar sistem dapat berjalan sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan.

Implementasi perangkat keras diawali dengan proses perakitan komponen elektronik sesuai dengan desain rangkaian yang telah dibuat. Komponen utama yang digunakan meliputi mikrokontroler ESP32 sebagai pusat kendali sistem, modul GPS NEO-6M untuk memperoleh data lokasi pengguna, modul GSM SIM800L sebagai media komunikasi untuk pengiriman pesan darurat, *buzzer* sebagai indikator suara, serta sistem aktivasi manual berupa tuas tarik. Selain itu, sistem juga dilengkapi dengan catu daya menggunakan baterai lithium yang dirancang agar perangkat bersifat portabel dan dapat digunakan dalam berbagai kondisi.

Setelah proses perakitan, seluruh komponen disolder pada papan PCB untuk memastikan koneksi yang stabil dan meminimalisir gangguan sinyal. Selanjutnya, perangkat ditempatkan ke dalam casing yang dirancang menggunakan teknologi pencetakan tiga dimensi (*3D printing*). Desain casing disesuaikan dengan kebutuhan pengguna agar perangkat mudah dibawa, ergonomis, serta mendukung akses cepat terhadap mekanisme aktivasi dalam kondisi darurat.

Implementasi perangkat lunak dilakukan dengan menggunakan bahasa pemrograman C++ melalui platform Arduino IDE. Program yang dikembangkan mencakup beberapa fungsi utama, yaitu pembacaan input dari tuas tarik sebagai pemicu kondisi darurat, pengambilan data koordinat dari modul GPS, pengolahan data lokasi menjadi format yang dapat dikirim, serta pengiriman pesan darurat melalui jaringan GSM. Selain itu, sistem juga diprogram untuk mengaktifkan *buzzer* sebagai umpan balik langsung kepada pengguna bahwa sinyal darurat telah berhasil dikirim.

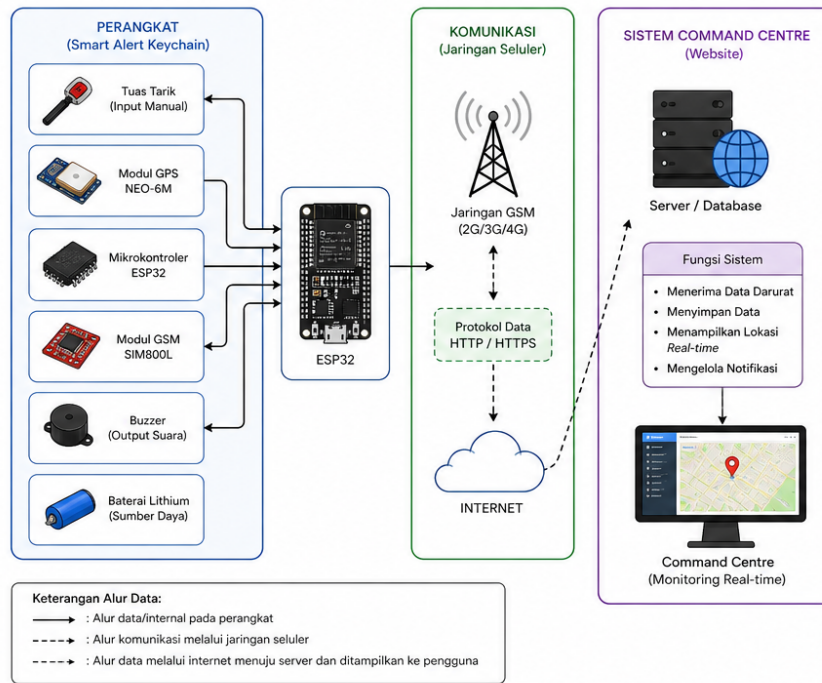
Untuk mendukung sistem secara keseluruhan, dikembangkan pula *website Command Centre* yang berfungsi sebagai pusat penerimaan dan pengelolaan data darurat. Website ini mampu menerima data lokasi yang dikirimkan oleh perangkat, menampilkan informasi posisi pengguna secara real-time, serta memberikan notifikasi kepada pihak terkait. Implementasi website ini menjadi bagian penting dalam memastikan bahwa informasi darurat dapat dipantau dan ditindaklanjuti dengan cepat.

Selanjutnya, dilakukan integrasi antara perangkat keras dan perangkat lunak untuk memastikan seluruh komponen sistem dapat berkomunikasi dengan baik. Proses integrasi ini meliputi pengujian konektivitas antar modul, sinkronisasi data, serta validasi alur kerja sistem mulai dari aktivasi hingga pengiriman dan penerimaan informasi darurat.

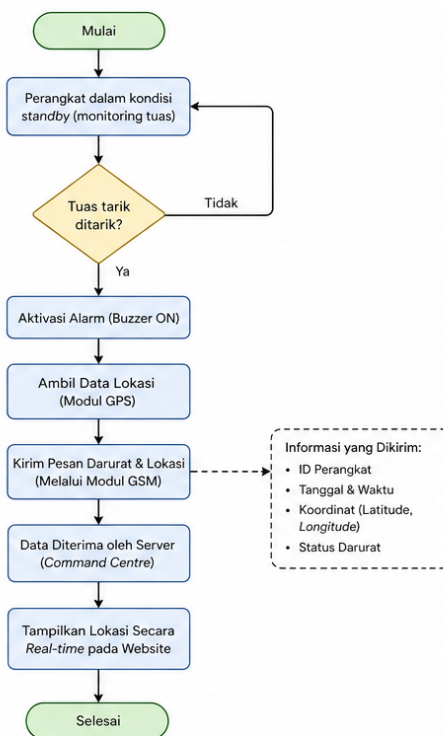
Hasil dari tahap implementasi ini berupa sebuah prototipe *Smart Alert for Emergencies Keychain* yang telah terintegrasi secara penuh dan siap untuk memasuki tahap pengujian fungsional. Prototipe ini diharapkan mampu merepresentasikan sistem yang dirancang serta memenuhi kebutuhan pengguna dalam situasi darurat secara efektif dan efisien.

Sebagai bentuk visualisasi dari hasil implementasi yang telah dilakukan, ditampilkan diagram arsitektur sistem dan *flowchart* yang merepresentasikan struktur serta alur kerja sistem secara keseluruhan. Diagram arsitektur sistem memperlihatkan hubungan antar komponen utama yang meliputi perangkat, jaringan komunikasi, dan sistem *Command Centre*, sedangkan *flowchart* sistem menggambarkan tahapan proses yang terjadi sejak perangkat diaktifkan hingga informasi darurat diterima dan ditampilkan. Penyajian diagram ini bertujuan untuk

memberikan pemahaman yang lebih sistematis terhadap mekanisme kerja sistem yang telah dikembangkan.



Gambar 3.2.4.1. Diagram Arsitektur Sistem



Gambar 3.2.4.2 Flowchart Sistem

5) Pengujian Fungsional Sistem

Tahap pengujian fungsional sistem dilakukan untuk memastikan bahwa seluruh komponen sistem yang telah diimplementasikan dapat bekerja sesuai dengan tujuan penelitian dan spesifikasi yang telah ditetapkan. Pengujian ini berfokus pada performa sistem secara keseluruhan, baik dari aspek kecepatan respons, akurasi data, keandalan komunikasi, maupun kenyamanan pengguna dalam mengoperasikan perangkat.

Pengujian dilakukan dengan metode uji coba langsung terhadap prototipe dalam berbagai skenario penggunaan yang mensimulasikan kondisi darurat. Setiap pengujian dilakukan secara berulang untuk memperoleh hasil yang lebih akurat dan konsisten. Pengujian dilakukan secara fungsional dengan beberapa parameter utama sebagai berikut:

a. Pengujian Waktu Respons Sistem

Pengujian waktu respons dilakukan untuk mengukur durasi yang dibutuhkan sistem sejak tuas aktivasi ditarik hingga *buzzer* aktif dan pesan darurat berhasil dikirimkan. Parameter ini penting untuk menilai kecepatan sistem dalam merespons kondisi darurat. Pengukuran dilakukan menggunakan stopwatch dengan beberapa kali percobaan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu merespons dalam waktu yang relatif cepat, sehingga dapat mendukung kebutuhan pengguna dalam kondisi darurat yang memerlukan tindakan segera.

b. Pengujian Akurasi GPS

Pengujian akurasi GPS dilakukan dengan membandingkan koordinat lokasi yang dihasilkan oleh perangkat dengan lokasi sebenarnya pada peta digital (misalnya *Google Maps*). Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat

ketepatan posisi yang dikirimkan oleh sistem. Hasil pengujian menunjukkan bahwa koordinat yang dihasilkan memiliki selisih jarak yang relatif kecil dari lokasi sebenarnya, sehingga masih dalam kategori akurat untuk kebutuhan darurat.

c. Pengujian Stabilitas Jaringan GSM

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui keandalan modul GSM dalam mengirimkan pesan darurat pada kondisi jaringan yang berbeda, seperti jaringan kuat, sedang, dan lemah. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem tetap mampu mengirimkan pesan darurat secara konsisten, meskipun terdapat perbedaan waktu pengiriman pada kondisi jaringan yang kurang stabil.

d. Pengujian Kenyamanan dan Keamanan Pengguna

Pengujian ini dilakukan melalui simulasi penggunaan oleh penyandang tuna rungu dan tuna wicara. Fokus utama pengujian adalah pada kemudahan penggunaan, kenyamanan perangkat, serta persepsi keamanan pengguna saat mengoperasikan alat. Hasil pengujian menunjukkan bahwa mekanisme tuas tarik lebih mudah digunakan dibandingkan tombol tekan, terutama dalam kondisi panik. Selain itu, desain perangkat yang portabel dan sederhana memberikan kenyamanan bagi pengguna dalam membawa dan mengoperasikan alat.

e. Validasi dan Demonstrasi Sistem

Sebagai tahap akhir, dilakukan demonstrasi dan validasi sistem secara langsung kepada penyandang tuna rungu dan tuna wicara di UPT SLB-E Negeri PTP Sumatera Utara, Kecamatan Helvetia, Medan. Dalam skenario simulasi darurat, pengguna mengaktifkan perangkat dengan menarik tuas, sehingga *buzzer* berbunyi dan pesan darurat beserta lokasi pengguna dikirimkan ke *Command Centre* dan kontak darurat melalui aplikasi Telegram.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa perangkat mampu menghasilkan suara *buzzer* dengan jangkauan sekitar 30–50 meter dan mengirimkan informasi lokasi secara *real-time*. Sistem aktivasi tuas terbukti lebih cepat dan mudah digunakan dibandingkan sistem tombol tekan, terutama dalam kondisi panik.

Secara keseluruhan, hasil pengujian menunjukkan bahwa *Smart Alert for Emergencies Keychain* bekerja sesuai dengan tujuan penelitian dan memiliki potensi sebagai perangkat komunikasi darurat yang andal bagi penyandang tuna rungu dan tuna wicara.



Gambar 3.2.5. Uji Fungsionalitas Alat

3.3 WAKTU DAN TEMPAT/LOKASI PELAKSANAAN

Penelitian ini dilaksanakan dalam kurun waktu selama 4 (empat) bulan, yaitu dimulai pada bulan Juli 2025 hingga Oktober 2025. Rentang waktu tersebut disesuaikan dengan jadwal pelaksanaan Program Kreativitas Mahasiswa Karya Inovatif (PKM-KI) serta mencakup seluruh rangkaian kegiatan penelitian. Kegiatan yang dilakukan meliputi studi literatur, analisis kebutuhan sistem, perancangan, implementasi prototipe, hingga pengujian fungsional sistem secara menyeluruh.

Pelaksanaan penelitian dilakukan di beberapa lokasi yang disesuaikan dengan kebutuhan pada setiap tahapan. Tahap studi literatur dan perancangan sistem dilakukan secara mandiri oleh peneliti dengan memanfaatkan berbagai sumber referensi ilmiah. Proses perakitan perangkat keras *Smart Alert for Emergencies Keychain* dilakukan di lingkungan tempat tinggal peneliti dan/atau laboratorium yang tersedia, dengan mempertimbangkan ketersediaan alat dan bahan yang dibutuhkan.

Sementara itu, pengembangan perangkat lunak, termasuk pemrograman mikrokontroler dan pembuatan *website Command Centre*, dilakukan menggunakan perangkat komputer pribadi peneliti. Proses ini mencakup pengembangan sistem pengolahan data, integrasi antar komponen, serta pengujian awal untuk memastikan sistem dapat berjalan sesuai dengan desain yang telah dirancang.

Pengujian fungsional sistem dilakukan dalam lingkungan terbatas (*controlled environment*) untuk memastikan bahwa seluruh komponen sistem dapat berfungsi dengan baik sebelum digunakan pada skenario yang lebih luas. Pengujian ini meliputi uji aktivasi manual melalui tuas tarik, pengujian fungsi *buzzer* sebagai indikator suara, pengiriman pesan darurat melalui jaringan GSM, serta pengujian akurasi lokasi GPS yang ditampilkan pada sistem *Command Centre*.

Selain itu, pengujian dilakukan dengan mempertimbangkan aspek keamanan dan risiko, sehingga tidak dilakukan pada kondisi berbahaya atau situasi darurat yang sebenarnya. Dalam tahap ini, pengujian tidak melibatkan subjek dari kelompok penyandang disabilitas secara langsung, melainkan menggunakan simulasi penggunaan. Oleh karena itu, penelitian ini tidak memerlukan persetujuan etik penelitian khusus.

Dengan pengaturan waktu dan lokasi penelitian yang terstruktur, diharapkan seluruh proses penelitian dapat berjalan secara sistematis dan menghasilkan prototipe yang sesuai dengan tujuan serta kebutuhan pengguna.

3.4 ALAT DAN BAHAN

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*) yang mendukung proses perancangan, implementasi, serta pengujian sistem *Smart Alert for Emergencies Keychain* berbasis *Internet of Things* (IoT). Pemilihan alat dan bahan disesuaikan dengan kebutuhan sistem yang dirancang agar mampu bekerja secara portabel, responsif, dan terintegrasi dengan jaringan komunikasi.

3.4.1 Perangkat Keras (*Hardware*)

Perangkat keras yang digunakan dalam penelitian ini meliputi beberapa komponen utama yang saling terintegrasi dalam membentuk sistem perangkat darurat, yaitu sebagai berikut:

1. Baterai Lithium pipih 2600 mAh

Baterai lithium berkapasitas 2600 mAh digunakan sebagai sumber daya utama untuk menyuplai kebutuhan daya seluruh sistem. Pemilihan baterai lithium didasarkan pada ukurannya yang relatif kecil, bobot ringan, serta kemampuan menyimpan daya yang cukup besar sehingga mendukung desain perangkat yang portabel dan mudah dibawa.

2. Lithium Battery Charging Module

Modul pengisian daya digunakan untuk mengisi ulang baterai lithium secara aman dan stabil. Modul ini berfungsi mengatur arus dan tegangan pengisian agar

tidak terjadi overcharge maupun overdischarge yang dapat merusak baterai dan mengurangi umur pakai perangkat.

3. Voltage Regulator

Voltage regulator digunakan untuk menstabilkan tegangan keluaran dari baterai sebelum dialirkan ke masing-masing komponen elektronik. Komponen ini penting untuk memastikan bahwa tegangan yang diterima oleh ESP32, modul GPS, dan modul GSM berada pada rentang yang aman dan sesuai spesifikasi, sehingga sistem dapat bekerja secara optimal dan terhindar dari kerusakan akibat fluktuasi tegangan.

4. ESP32

ESP32 berperan sebagai mikrokontroler utama sekaligus pusat kendali sistem. Komponen ini bertugas mengolah data dari modul GPS, menerima input dari mekanisme aktivasi, mengendalikan *buzzer*, serta mengatur komunikasi data melalui modul GSM. ESP32 dipilih karena memiliki performa yang baik, mendukung konektivitas, serta memiliki konsumsi daya yang relatif efisien untuk perangkat IoT.

5. Push Button (Tuas Tarik)

Push button yang dimodifikasi dalam bentuk tuas tarik digunakan sebagai mekanisme aktivasi manual sistem darurat. Pemilihan mekanisme tuas tarik bertujuan untuk mempermudah pengguna dalam kondisi panik, sehingga aktivasi dapat dilakukan dengan cepat dan minim kesalahan dibandingkan tombol kecil konvensional.

6. Modul GPS NEO-6M

Modul GPS NEO-6M digunakan untuk memperoleh koordinat lokasi pengguna dalam bentuk latitude dan longitude secara *real-time*. Data lokasi ini kemudian diproses oleh mikrokontroler dan dikirimkan melalui jaringan seluler sebagai bagian dari pesan darurat.

7. *Buzzer*

Buzzer berfungsi sebagai indikator suara ketika sistem darurat diaktifkan. Alarm suara ini memberikan umpan balik langsung kepada pengguna bahwa sinyal darurat telah berhasil dipicu, serta berpotensi menarik perhatian orang di sekitar dalam situasi darurat.

8. Modul SIM800L GSM/GPRS Module

Modul SIM800L digunakan sebagai media komunikasi berbasis jaringan seluler (GSM/GPRS). Modul ini memungkinkan perangkat untuk mengirimkan pesan darurat beserta informasi lokasi ke sistem penerima dan *website Command Centre* melalui jaringan internet atau pesan berbasis API seperti Telegram.



Gambar 3.4.1. Komponen Utama *Smart Alert for Emergencies Keychain*

3.4.2 Perangkat Lunak (*Software*)

Perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini berfungsi untuk mendukung pengembangan sistem, pengolahan data, serta monitoring informasi darurat, yaitu sebagai berikut:

1. **Perangkat lunak pemrograman mikrokontroler** digunakan untuk mengembangkan logika sistem pada ESP32 menggunakan bahasa pemrograman C++ melalui platform Arduino IDE. Program yang dikembangkan mencakup pengendalian input, pembacaan data GPS, pengiriman pesan darurat, serta pengaktifan *buzzer*.
2. ***Website Command Centre*** dikembangkan sebagai sistem monitoring terpusat yang berfungsi menerima, menyimpan, dan menampilkan data darurat yang dikirimkan oleh perangkat. Sistem ini memungkinkan pemantauan lokasi pengguna secara real-time melalui tampilan peta digital.
3. **Web server dan basis data** digunakan untuk menyimpan data darurat yang dikirimkan oleh perangkat, termasuk waktu aktivasi, koordinat lokasi, dan status perangkat. Penyimpanan data ini bertujuan untuk dokumentasi serta memudahkan proses monitoring dan evaluasi.
4. **Perangkat lunak pendukung** seperti sistem operasi komputer dan browser digunakan dalam proses pengembangan, pengujian, serta monitoring sistem. Perangkat lunak ini membantu peneliti dalam melakukan *debugging*, pengujian API, dan verifikasi tampilan *website*.

3.5 RANCANGAN SISTEM

Rancangan sistem pada penelitian ini menggambarkan integrasi antara komponen perangkat keras dan perangkat lunak dalam membangun *Smart Alert for Emergencies Keychain* berbasis *Internet of Things* (IoT) yang ditujukan sebagai alat

bantu darurat bagi penyandang disabilitas tuna rungu dan tuna wicara. Rancangan sistem disusun untuk memastikan perangkat dapat dioperasikan secara sederhana, cepat, dan andal dalam kondisi darurat.

Secara umum, sistem terdiri atas beberapa komponen utama, yaitu mikrokontroler ESP32 sebagai pusat pengendali, modul GPS NEO-6M sebagai penentu lokasi, modul GSM SIM800L sebagai media komunikasi data, *buzzer* sebagai alarm suara, serta sistem aktivasi manual berupa tuas tarik. Selain itu, sistem juga dilengkapi dengan rangkaian catu daya yang terdiri dari baterai lithium, modul pengisian daya, dan *voltage regulator* untuk menjaga kestabilan tegangan.

Rancangan sistem perangkat ditunjukkan pada Gambar 3.5, yang memperlihatkan hubungan dan alur kerja antar komponen. Sistem bekerja dengan menerima input dari pengguna melalui mekanisme aktivasi manual. Ketika tuas ditarik, sinyal input akan diterima oleh ESP32 sebagai perintah untuk memulai proses darurat. Mekanisme ini dirancang agar mudah digunakan dan meminimalkan kesalahan aktivasi, terutama dalam kondisi panik.

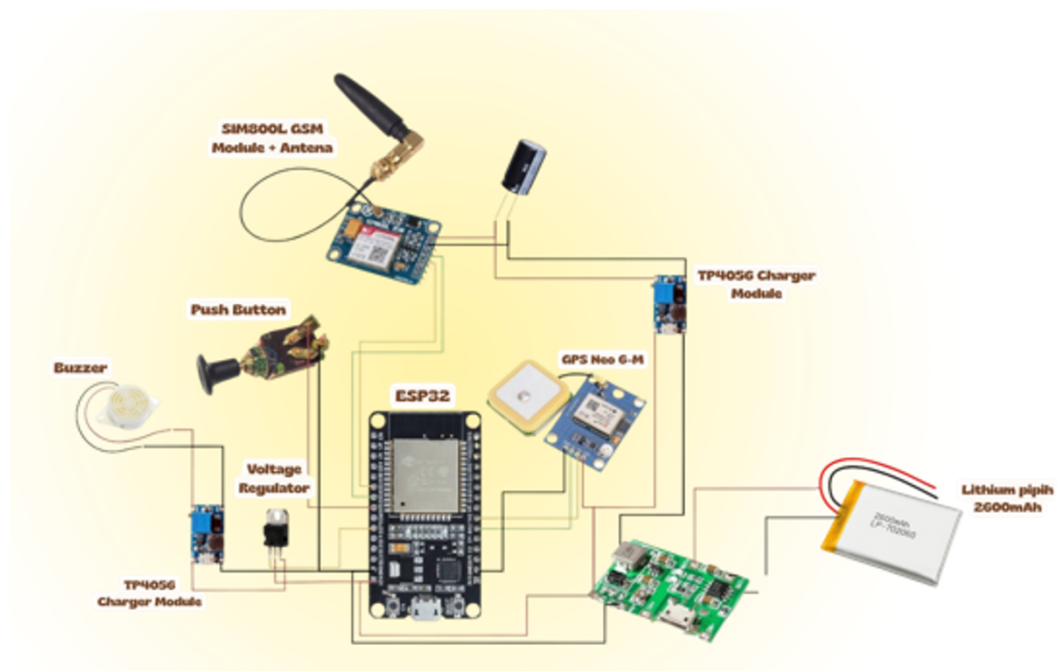
Setelah menerima input, ESP32 mengaktifkan modul GPS NEO-6M untuk membaca koordinat lokasi pengguna dalam bentuk latitude dan longitude. Data lokasi tersebut kemudian diproses oleh mikrokontroler untuk diformat menjadi informasi yang mudah dipahami. Pada saat yang sama, ESP32 juga mengaktifkan *buzzer* sebagai alarm suara guna menarik perhatian lingkungan sekitar.

Selanjutnya, data lokasi yang telah diproses dikirimkan ke modul GSM SIM800L. Modul ini berfungsi untuk menghubungkan perangkat dengan jaringan seluler dan mengirimkan pesan darurat secara otomatis ke kontak darurat melalui aplikasi Telegram. Pesan yang dikirimkan berisi identitas perangkat, koordinat

lokasi, serta tautan *Google Maps* sehingga penerima pesan dapat langsung mengetahui posisi pengguna secara *real-time*.

Sistem catu daya berperan penting dalam menjaga keandalan perangkat. Baterai lithium digunakan sebagai sumber daya utama, sementara modul pengisian daya dan *voltage regulator* memastikan pasokan tegangan tetap stabil dan aman bagi seluruh komponen. Dengan rancangan ini, perangkat diharapkan dapat beroperasi secara optimal dalam berbagai kondisi penggunaan.

Secara keseluruhan, rancangan sistem *Smart Alert for Emergencies Keychain* dirancang untuk menghasilkan perangkat darurat yang ringkas, portabel, mudah dioperasikan, dan responsif. Integrasi sistem aktivasi manual, alarm suara, dan pengiriman lokasi berbasis GPS diharapkan mampu meningkatkan peluang penyandang disabilitas tuna rungu dan tuna wicara untuk memperoleh bantuan secara cepat dalam situasi darurat.



Gambar 3.5 Rancangan Sistem *Smart Alert for Emergencies Keychain*

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. HASIL PENELITIAN

4.1.1 Spesifikasi Produk

Produk *Smart Alert for Emergencies Keychain* memiliki ukuran sebagai berikut:

Tabel 2. Tabel Dimensi Produk

DIMENSI PRODUK	
Panjang	12,21 cm
Lebar	5,8 cm
Tinggi	16,71 cm

Ukuran *Smart Alert for Emergencies Keychain* dirancang dengan mempertimbangkan kebutuhan integrasi komponen elektronik serta aspek kenyamanan pengguna. Dimensi produk disesuaikan agar seluruh komponen utama, seperti mikrokontroler ESP32, modul GPS, modul GSM, baterai lithium, serta *buzzer*, dapat tertata secara optimal di dalam casing tanpa mengganggu kinerja masing-masing komponen.

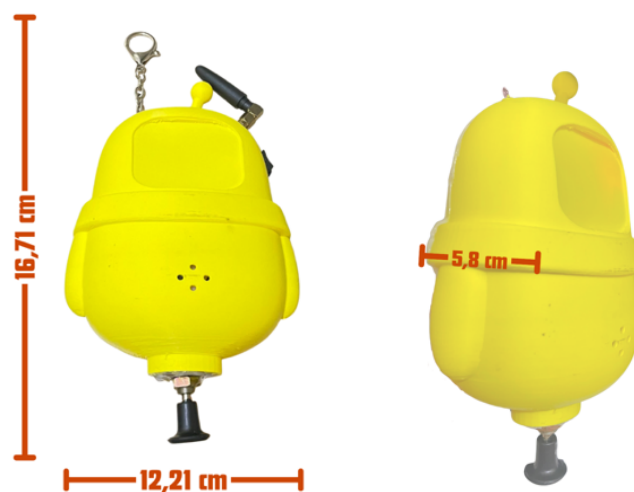
Selain mempertimbangkan aspek teknis, desain ukuran produk juga mengacu pada tren aksesoris saat ini, khususnya model *keychain plushies* yang memiliki ukuran relatif tidak terlalu kecil namun tetap menarik secara visual. Pendekatan ini bertujuan agar perangkat tidak hanya berfungsi sebagai alat darurat, tetapi juga dapat digunakan sebagai aksesoris yang estetis dan mudah dipadukan dengan barang pribadi seperti tas.

Ukuran yang dirancang memungkinkan perangkat untuk digantungkan pada tas atau dibawa sehari-hari tanpa menimbulkan rasa tidak nyaman bagi pengguna

. Dengan demikian, aspek portabilitas tetap terjaga, sehingga perangkat dapat selalu berada dalam jangkauan pengguna ketika dibutuhkan dalam situasi darurat.

Selain nilai estetika, dimensi produk juga mempertimbangkan aspek perlindungan terhadap komponen internal. Casing dirancang cukup luas untuk memberikan ruang yang aman bagi komponen elektronik, sekaligus melindungi dari tekanan, benturan ringan, serta potensi kerusakan akibat penggunaan sehari-hari.

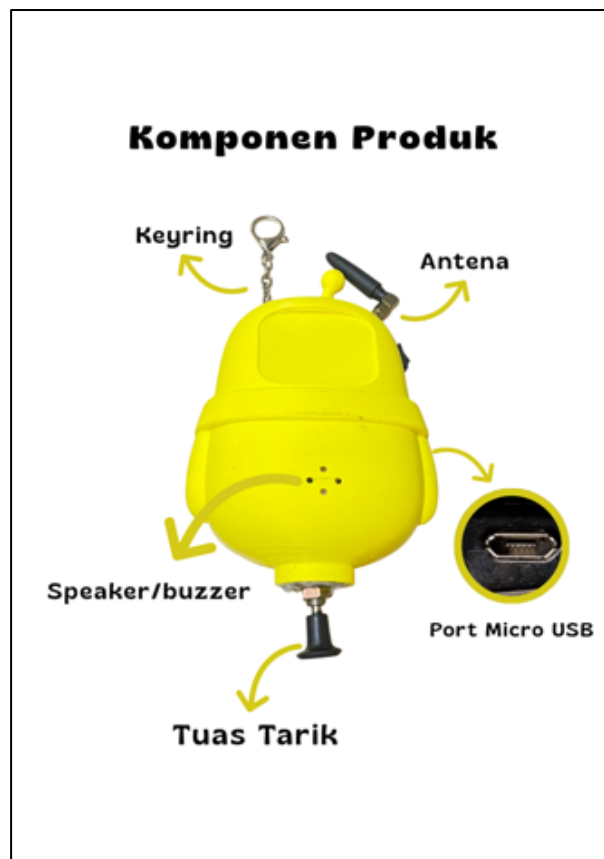
Meskipun ukuran saat ini telah memenuhi kebutuhan fungsional dan desain, pengembangan lebih lanjut tetap diperlukan untuk meningkatkan efisiensi ruang. Pada tahap pengembangan berikutnya, ukuran perangkat direncanakan dapat direduksi dengan memanfaatkan komponen yang lebih ringkas atau desain rangkaian yang lebih optimal, sehingga menghasilkan produk yang lebih ergonomis, ringan, dan nyaman digunakan tanpa mengurangi fungsi utama sistem.



Gambar 4.1.1. Dimensi Produk

4.1.2. Komponen Produk

Smart Alert for Emergencies Keychain dirancang dengan memperhatikan penempatan setiap komponen eksternal agar mendukung kemudahan penggunaan, efektivitas fungsi, serta kenyamanan pengguna dalam kondisi normal maupun darurat. Setiap komponen memiliki posisi strategis yang disesuaikan dengan peran dan fungsinya dalam sistem.



Gambar 4.1.2. Komponen Perangkat

Keterangan :

1. **Tuas Tarik:** merupakan komponen utama sebagai mekanisme aktivasi sistem darurat yang terletak pada bagian bawah perangkat. Posisi ini dipilih agar mudah dijangkau oleh pengguna secara intuitif, terutama dalam kondisi panik atau darurat. Ukuran tuas dirancang tidak terlalu besar untuk menjaga

estetika perangkat, namun tetap cukup ergonomis agar mudah ditarik tanpa memerlukan tenaga yang besar. Mekanisme ini juga meminimalisir risiko kesalahan aktivasi dibandingkan tombol kecil yang membutuhkan ketelitian lebih tinggi.

2. **Antena:** ditempatkan pada bagian atas perangkat untuk mendukung kualitas penerimaan dan pengiriman sinyal yang lebih optimal. Penempatan ini bertujuan untuk meminimalisir gangguan sinyal yang dapat disebabkan oleh tangan pengguna atau benda lain di sekitarnya. Dengan posisi yang lebih terbuka, antena mampu meningkatkan stabilitas koneksi jaringan GSM, sehingga proses pengiriman pesan darurat dan data lokasi dapat berlangsung secara lebih cepat dan andal.
3. **Port Charger (*micro* USB):** terletak pada sisi samping perangkat agar mudah diakses oleh pengguna saat melakukan pengisian daya. Penempatan di sisi samping dipilih untuk menghindari gangguan terhadap komponen utama lainnya serta memberikan kenyamanan saat perangkat sedang diisi daya, baik dalam kondisi digantung maupun diletakkan. Selain itu, penggunaan *micro* USB mempertimbangkan ketersediaan dan kemudahan penggunaan oleh pengguna secara umum.
4. **Buzzer:** diposisikan pada bagian depan casing dan dilengkapi dengan lubang ventilasi suara. Penempatan ini bertujuan agar suara yang dihasilkan dapat terdengar lebih jelas dan nyaring ke lingkungan sekitar. Fungsi utama buzzer adalah sebagai indikator bahwa sistem darurat telah aktif, sekaligus sebagai alat untuk menarik perhatian orang di sekitar pengguna dalam situasi darurat.

5. **Keyring** : diletakkan pada bagian atas perangkat sebagai penghubung antara alat dengan tas, kunci, atau barang pribadi lainnya. Posisi ini dirancang agar perangkat mudah digantung dan selalu berada dalam jangkauan pengguna. Selain itu, penempatan keyring di bagian atas juga membantu menjaga orientasi perangkat tetap stabil saat digunakan, sehingga memudahkan akses terhadap komponen lainnya seperti tuas tarik.

4.1.3. Desain Casing

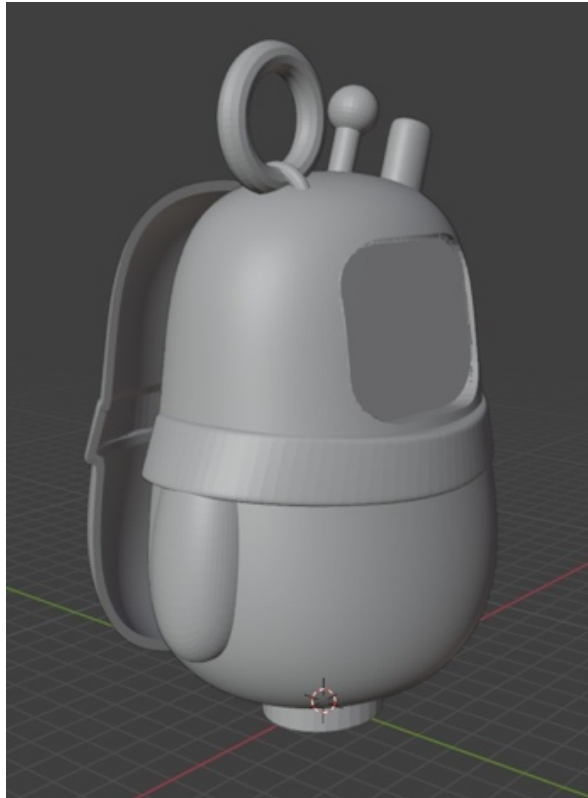
Casing pada *Smart Alert for Emergencies Keychain* dibuat menggunakan teknologi **3D Printing** dengan material filamen **PLA+ (Polylactic Acid Plus)**. Pemilihan material ini didasarkan pada pertimbangan aspek kekuatan, kemudahan produksi, serta kesesuaian dengan kebutuhan prototipe perangkat berbasis *Internet of Things* (IoT).

Penggunaan teknologi *3D printing* memungkinkan proses pembuatan *casing* dilakukan secara fleksibel dan presisi sesuai dengan desain yang telah dirancang. Selain itu, metode ini mempermudah proses iterasi desain apabila terdapat perubahan atau penyempurnaan bentuk pada tahap pengembangan produk. Material PLA+ memiliki beberapa karakteristik yang mendukung kebutuhan perangkat, yaitu sebagai berikut:

1. **Ringan dan Ramah Lingkungan** : PLA+ merupakan material berbasis bioplastik yang berasal dari sumber terbarukan seperti pati jagung, sehingga lebih ramah lingkungan dibandingkan plastik konvensional. Bobot material yang ringan sangat mendukung desain perangkat yang portabel, sehingga tidak membebani pengguna saat digunakan atau digantungkan pada tas.

2. **Kekuatan dan Ketahanan yang Baik** : Dibandingkan dengan PLA standar, PLA+ memiliki tingkat kekuatan yang lebih tinggi serta ketahanan yang lebih baik terhadap benturan ringan. Hal ini penting untuk melindungi komponen elektronik di dalam casing dari risiko kerusakan akibat penggunaan sehari-hari, seperti terjatuh atau terbentur.
3. **Ketahanan terhadap Suhu dan Stabilitas Bentuk** : PLA+ memiliki stabilitas bentuk yang baik pada suhu operasional normal perangkat elektronik. Material ini mampu menjaga struktur casing tetap kokoh selama perangkat digunakan, meskipun terpapar panas ringan yang dihasilkan oleh komponen internal seperti mikrokontroler dan modul komunikasi.
4. **Kemudahan dalam Proses Prototyping** : Salah satu keunggulan utama PLA+ adalah kemudahannya dalam proses pencetakan ulang. Jika terdapat kesalahan desain atau kebutuhan penyesuaian dimensi, casing dapat dicetak ulang dengan cepat tanpa memerlukan biaya produksi yang tinggi. Hal ini sangat mendukung proses pengembangan produk secara iteratif.
5. **Kualitas Permukaan dan Estetika** : Material PLA+ menghasilkan permukaan cetakan yang relatif halus dan rapi, sehingga mendukung tampilan produk yang lebih estetis. Hal ini penting mengingat perangkat juga dirancang sebagai aksesoris (keychain) yang tidak hanya fungsional, tetapi juga menarik secara visual.

Dengan karakteristik tersebut, penggunaan material PLA+ pada *casing* dinilai mampu memenuhi kebutuhan fungsional, estetika, serta efisiensi dalam proses pengembangan prototipe *Smart Alert for Emergencies Keychain*.



Gambar 4.1.3. *Design 3D Casing Alat*

4.1.4. Hasil Pengujian

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan, perangkat *Smart Alert for Emergencies Keychain* menunjukkan performa yang sesuai dengan spesifikasi perancangan seperti yang terlihat pada tabel berikut :

Tabel 3. Tabel Hasil Pengujian

No.	Jenis Pengujian	Metode	Hasil	Indikator Keberhasilan
1.	<i>Buzzer</i> (Jarak terdengar)	Aktivasi tuas → <i>buzzer</i> berbunyi	Suara <i>buzzer</i> terdengar hingga jarak 50 m, dengan	Suara berhasil terdengar dengan sangat jelas.

			efektivitas terbaik pada jarak 20–30 m	
2.	Modul GPS (Akurasi Lokasi)	Aktivasi tuas → Membaca koordinat di area terbuka	Akurasi lokasi berada di rentang 5–10 meter	Lokasi sesuai dengan titik aktual pengguna
3.	GSM SIM800L (Pesan terkirim ke kontak darurat)	Aktivasi tuas → pesan terkirim ke Telegram grup	Pesan berhasil terkirim ke Telegram berisi kode perangkat, koordinat lokasi, dan link Maps	Pesan diterima dalam < 10 detik
4.	Uji daya tahan baterai	Pengujian perangkat dalam kondisi standby dan aktivasi sesekali.	Perangkat mampu bertahan hingga 16 jam dalam sekali pengisian	>12 jam standby sesuai target

1. Pengujian *Buzzer*

Pengujian *buzzer* dilakukan untuk mengetahui tingkat efektivitas alarm suara dalam memberikan peringatan kepada lingkungan sekitar. Pengujian

dilakukan dengan mengaktifkan perangkat dan mengukur jangkauan suara yang dihasilkan pada berbagai jarak.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa *buzzer* mampu menghasilkan suara dengan intensitas yang cukup keras dan dapat terdengar hingga jarak maksimum ± 50 meter pada kondisi lingkungan yang relatif tenang. Namun, efektivitas optimal dicapai pada radius 20–30 meter, di mana suara masih terdengar jelas tanpa terpengaruh secara signifikan oleh kebisingan lingkungan sekitar.

Pada jarak di atas 30 meter, suara *buzzer* mulai mengalami penurunan intensitas dan berpotensi teredam oleh suara latar (*noise*), terutama pada lingkungan dengan tingkat kebisingan tinggi. Meskipun demikian, dalam konteks penggunaan darurat, jangkauan efektif tersebut sudah cukup untuk menarik perhatian orang-orang terdekat di sekitar pengguna.

2. Pengujian GPS

Pengujian GPS dilakukan untuk mengukur tingkat akurasi koordinat lokasi yang dihasilkan oleh modul GPS NEO-6M. Pengujian dilakukan dengan membandingkan koordinat yang diperoleh dari perangkat dengan lokasi aktual pada peta digital seperti *Google Maps*.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa modul GPS mampu memberikan data lokasi dengan tingkat akurasi berkisar antara 5–10 meter pada area terbuka. Akurasi ini dipengaruhi oleh kondisi lingkungan, seperti keberadaan bangunan tinggi, cuaca, serta kualitas sinyal satelit.

Dalam konteks penggunaan sebagai perangkat darurat, tingkat akurasi tersebut dinilai cukup baik karena lokasi pengguna masih dapat diidentifikasi secara jelas oleh penerima pesan. Informasi lokasi yang dikirimkan juga dilengkapi

dengan tautan *Google Maps*, sehingga memudahkan proses navigasi menuju lokasi pengguna.

3. Pengujian GSM (Pengiriman Pesan Darurat)

Pengujian GSM dilakukan untuk mengevaluasi kemampuan modul SIM800L dalam mengirimkan pesan darurat melalui jaringan seluler. Pengujian dilakukan dengan mengaktifkan perangkat dan mengamati proses pengiriman data ke grup Telegram yang telah ditentukan.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa pesan darurat berhasil dikirimkan secara real-time dan diterima dengan baik oleh sistem penerima. Pesan yang dikirimkan mencakup informasi kode perangkat, koordinat lokasi (*latitude* dan *longitude*), serta tautan *Google Maps* yang dapat langsung diakses.

Waktu pengiriman pesan relatif cepat, dengan rata-rata kurang dari 10 detik sejak sistem diaktifkan. Variasi waktu pengiriman dipengaruhi oleh kualitas jaringan seluler pada saat pengujian. Meskipun demikian, secara umum sistem menunjukkan performa yang stabil dan dapat diandalkan.

4. Pengujian Daya Tahan Baterai

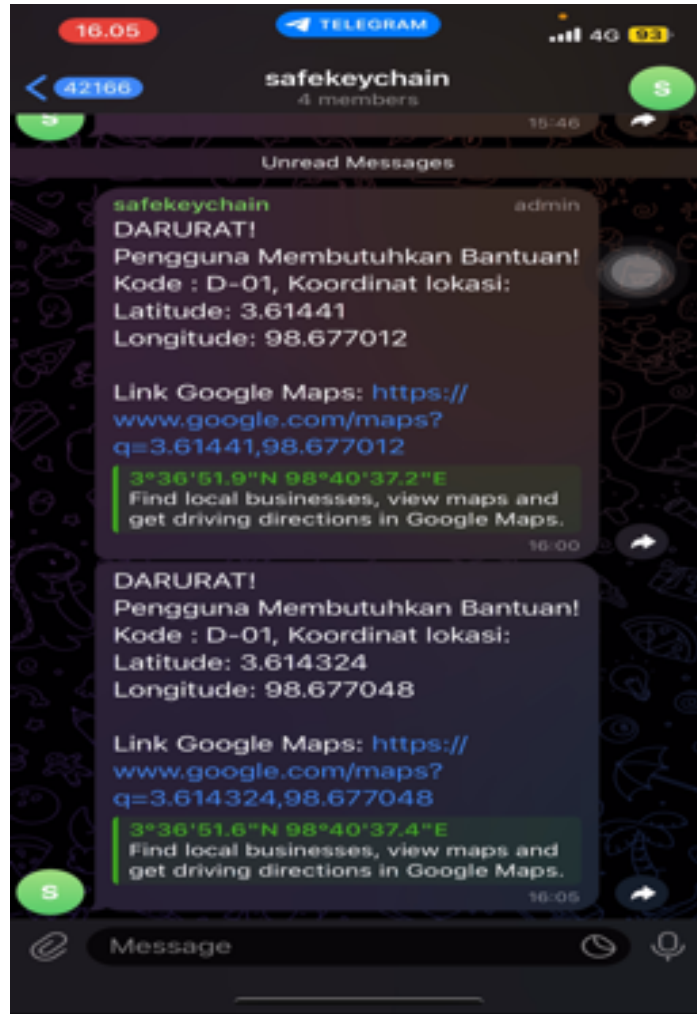
Pengujian daya tahan baterai dilakukan untuk mengetahui lama waktu operasional perangkat dalam kondisi penggunaan normal. Pengujian dilakukan dengan kondisi perangkat dalam mode standby serta beberapa kali aktivasi sistem darurat.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa perangkat mampu bertahan hingga ± 16 jam dalam satu kali pengisian penuh. Konsumsi daya terbesar terjadi saat proses pengiriman data melalui modul GSM, sedangkan dalam kondisi *standby* konsumsi daya relatif rendah.

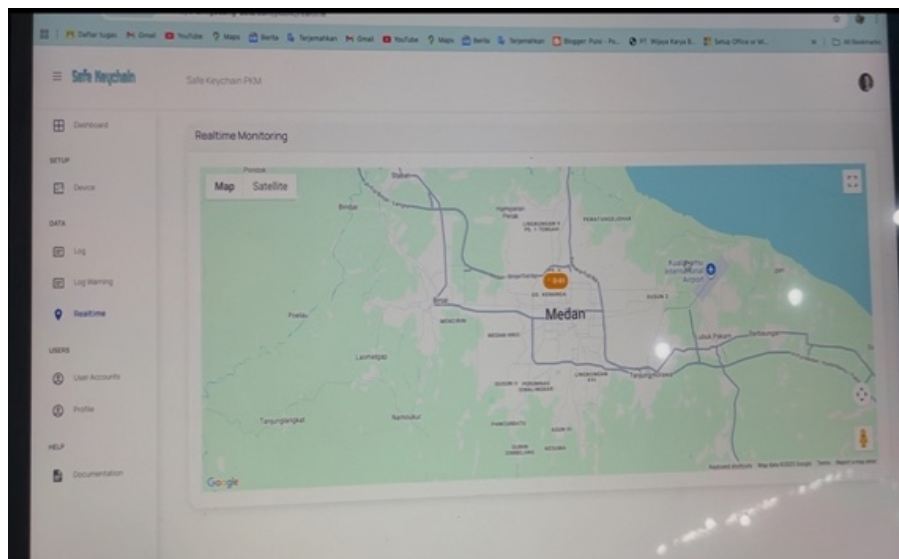
Daya tahan ini dinilai cukup untuk mendukung penggunaan harian, terutama karena perangkat dirancang sebagai alat darurat yang tidak digunakan secara terus-menerus. Dengan demikian, frekuensi pengisian ulang dapat diminimalisir dan tetap mendukung mobilitas pengguna.

Secara keseluruhan, hasil pengujian menunjukkan bahwa *Smart Alert for Emergencies Keychain* mampu berfungsi dengan baik sesuai dengan tujuan perancangan sistem. Perangkat tidak hanya mampu memberikan alarm suara yang efektif untuk menarik perhatian di sekitar pengguna, tetapi juga berhasil mengirimkan informasi lokasi secara cepat dan cukup akurat kepada kontak darurat. Integrasi antara modul GPS dan GSM terbukti berjalan dengan baik, ditunjukkan oleh keberhasilan pengiriman data lokasi secara *real-time*. Selain itu, daya tahan baterai yang cukup lama mendukung penggunaan perangkat sebagai alat darurat portabel.

Dengan demikian, sistem yang dikembangkan telah memenuhi aspek fungsional utama, yaitu kecepatan respons, akurasi informasi, keandalan komunikasi, serta kemudahan penggunaan. Hasil ini juga menjadi dasar yang kuat untuk pengembangan lebih lanjut, khususnya dalam peningkatan efisiensi ukuran perangkat dan optimasi konsumsi daya.



Gambar 4.1.4.1. Tampilan Pesan Lokasi pada Aplikasi Telegram



Gambar 4.1.4.2. Tampilan Lokasi Pengguna Melalui *Command Centre*

4.1.5. Fungsi Produk

Produk *Smart Alert for Emergencies Keychain* memiliki fungsi utama sebagai perangkat keamanan portabel yang membantu pengguna dalam kondisi darurat. Adapun fungsi-fungsi yang dihadirkan antara lain:

1. Fungsi Peringatan Suara (Alarm Lokal): Perangkat dilengkapi dengan *buzzer* yang akan berbunyi keras ketika tuas darurat ditarik. Fungsi ini bertujuan untuk menarik perhatian orang di sekitar pengguna agar segera memberikan bantuan.
2. Fungsi Pengiriman Pesan Darurat: Secara otomatis, perangkat mengirimkan pesan darurat melalui Telegram API kepada kontak yang telah ditentukan. Pesan berisi kode perangkat, koordinat lokasi (*latitude & longitude*), serta tautan *Google Maps* untuk memudahkan pelacakan.
3. Fungsi Penentuan Lokasi (GPS *Tracking*): Dengan modul GPS NEO-6M, perangkat dapat menentukan posisi pengguna secara akurat (5–10 meter). Data lokasi ini menjadi bagian penting dari pesan darurat untuk memastikan bantuan tiba tepat sasaran.
4. Fungsi Portabilitas dan Kemudahan Akses: Dengan desain berbentuk gantungan kunci portabel, perangkat mudah dibawa ke mana saja. Mekanisme tuas tarik menjadikannya mudah diaktifkan bahkan dalam kondisi panik, tanpa memerlukan interaksi kompleks.
5. Fungsi Keamanan Inklusif : *Smart Alert for Emergencies Keychain* dirancang dengan perhatian khusus pada penyandang disabilitas tuna rungu dan tuna wicara, sehingga mereka dapat dengan cepat meminta bantuan

meskipun tidak mampu berteriak atau berbicara. Selain itu, produk juga bermanfaat bagi lansia dan masyarakat umum.

4.1.6. Penjelasan Alur Kerja/Cara Penggunaan Produk

Smart Alert for Emergencies Keychain dirancang untuk bekerja secara sederhana namun efektif dalam kondisi darurat. Alur kerja produk dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Pengguna menarik tuas: Saat pengguna menghadapi situasi darurat, ia cukup menarik tuas darurat pada perangkat. Tarikan ini menjadi input utama bagi sistem untuk memulai proses pengiriman pesan darurat dan menyalakan *buzzer*.
2. Sistem membaca lokasi GPS: Setelah tuas ditarik, mikrokontroler ESP32 mengaktifkan modul GPS NEO-6M untuk membaca koordinat lokasi pengguna (*latitude* dan *longitude*). Data ini diolah agar dapat diformat menjadi pesan yang mudah dipahami. Bersamaan dengan ini, ESP32 juga akan mengaktifkan *buzzer*.
3. Data dikirim ke aplikasi Telegram melalui: ESP32 kemudian mengirimkan data koordinat tersebut ke modul GSM SIM800L. Modul ini bertugas menghubungkan perangkat dengan jaringan seluler dan mengirim pesan darurat ke aplikasi Telegram menggunakan Telegram. Pesan berisi identitas perangkat, koordinat, serta tautan Google Maps.
4. Kontak darurat menerima pesan + link lokasi: Dalam hitungan detik, pesan darurat diterima oleh kontak atau grup Telegram yang sudah ditentukan sebelumnya. Penerima pesan dapat langsung membuka tautan Google Maps untuk mengetahui posisi pengguna dan segera memberikan pertolongan.



Gambar 4.1.6. Alur Kerja/Cara Penggunaan Produk

4.1.7. Kelebihan dan Kelemahan Produk

Kelebihan:

- 1) Mekanisme tuas tarik yang intuitif, memudahkan pengguna dalam kondisi panik.
- 2) Desain portabel, ringan, dan dapat dibawa sehari-hari.
- 3) Alarm suara yang kuat, terdengar hingga radius 30 meter.
- 4) Pengiriman pesan otomatis, cepat dan akurat tanpa interaksi kompleks.
- 5) Desain inklusif, ramah bagi penyandang disabilitas, lansia, maupun masyarakat umum.

Kelemahan:

- 1) Ketergantungan pada ketersediaan jaringan seluler untuk pengiriman pesan.
- 2) Pengisian daya baterai masih dilakukan secara manual.
- 3) Tidak memiliki sensor otomatis untuk mendeteksi bahaya tanpa aktivasi pengguna.

Kelemahan ini akan menjadi fokus pengembangan berikutnya, seperti menambahkan sistem sensor dan koneksi *multi-platform*.

4.2. PEMBAHASAN

4.2.1. Perbandingan dengan Penelitian Terdahulu

Pengembangan *Smart Alert for Emergencies Keychain* menunjukkan bahwa perangkat keamanan darurat berbasis *Internet of Things* (IoT) dapat menjadi solusi efektif bagi penyandang tunarungu dan tunawicara. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu memberikan alarm lokal melalui *buzzer*, mengirimkan pesan darurat, serta mengirimkan koordinat lokasi pengguna secara *real-time*. Temuan ini sejalan dengan konsep teknologi asistif yang bertujuan meningkatkan kemandirian dan keselamatan individu dengan disabilitas.

Penelitian ini mendukung hasil penelitian Anderson (2023) yang menyatakan bahwa teknologi berbasis lokasi dapat meningkatkan respons bantuan dalam situasi darurat. Namun, penelitian Anderson masih mengandalkan aplikasi berbasis smartphone, sedangkan perangkat yang dikembangkan dalam penelitian ini dapat beroperasi secara mandiri tanpa bergantung pada perangkat tambahan, sehingga lebih inklusif bagi pengguna dengan keterbatasan komunikasi dan teknologi.

Lersilp (2020) juga melaporkan bahwa integrasi GPS pada perangkat darurat mampu mempercepat proses pelacakan lokasi korban. Hasil pengujian pada penelitian ini menunjukkan tingkat akurasi GPS berkisar antara 5–10 meter, yang masih berada dalam rentang akurasi GPS standar untuk perangkat konsumen. Hal ini menunjukkan bahwa sistem yang dikembangkan memiliki tingkat akurasi yang sebanding dengan perangkat darurat yang telah dikaji dalam penelitian sebelumnya.

Sementara itu, Toquero (2020) menyoroti bahwa antarmuka perangkat darurat yang kompleks, seperti tombol kecil atau layar sentuh, sulit digunakan dalam kondisi panik. Penelitian ini mengadopsi sistem aktivasi manual berupa tuas tarik yang dapat dioperasikan secara refleks tanpa memerlukan presisi tinggi. Hasil uji coba menunjukkan bahwa mekanisme ini lebih cepat dan mudah digunakan dibandingkan tombol tekan konvensional, sehingga mendukung rekomendasi Toquero mengenai desain antarmuka yang sederhana untuk situasi kritis.

Abidi (2024) menekankan bahwa perangkat darurat harus memerlukan interaksi minimal untuk meningkatkan keandalan dalam kondisi stres tinggi. Temuan penelitian ini menunjukkan bahwa sistem aktivasi satu langkah melalui tuas tarik mampu mengurangi kesalahan operasional, sehingga memperkuat konsep desain perangkat darurat berbasis minimal interaction.

Dari sisi desain perangkat, Istiarsyah (2023) menyatakan bahwa perangkat portabel dengan bentuk kecil dan mudah dibawa meningkatkan peluang penggunaan perangkat secara konsisten. *Smart Alert for Emergencies Keychain* dirancang dalam bentuk gantungan kunci, sehingga dapat dibawa setiap saat tanpa mengganggu aktivitas pengguna. Hal ini menunjukkan bahwa desain produk penelitian ini sesuai dengan prinsip desain teknologi asistif yang berorientasi pada pengguna (*user-centered design*).

Namun, penelitian ini juga menemukan keterbatasan yang sejalan dengan temuan Restianty (2024), yaitu penurunan akurasi GPS pada area tertutup serta ketergantungan pada jaringan seluler untuk pengiriman pesan. Keterbatasan ini menunjukkan bahwa pengembangan perangkat darurat di masa depan perlu mempertimbangkan penggunaan teknologi komunikasi alternatif, seperti LoRa atau

jaringan satelit, serta integrasi sensor tambahan untuk meningkatkan keandalan sistem.

Secara keseluruhan, penelitian ini memberikan kontribusi baru berupa pengembangan perangkat darurat mandiri berbasis IoT dengan mekanisme aktivasi manual yang sederhana dan desain portabel. Dibandingkan penelitian terdahulu, perangkat yang dikembangkan menawarkan tingkat aksesibilitas yang lebih tinggi bagi penyandang tunarungu dan tunawicara karena tidak memerlukan interaksi visual atau verbal, serta tidak bergantung pada perangkat *smartphone*. Dengan demikian, penelitian ini memperluas penerapan teknologi asistif pada aspek keselamatan pribadi yang inklusif dan mudah digunakan.

Tabel 4. Perbandingan Penelitian Terdahulu dengan *Smart Alert for Emergencies Keychain*

No.	Peneliti & Tahun	Fokus Penelitian	Fitur/Metode Utama	Kelebihan & Kekurangan	Kontribusi Penelitian
1.	Anderson (2023)	Sistem komunikasi darurat berbasis aplikasi mobile.	Pengiriman lokasi melalui <i>smartphone</i> dan teks.	Kelebihan: integrasi aplikasi mudah. Kekurangan: bergantung pada <i>smartphone</i> dan	Menunjukkan potensi teknologi digital dalam komunikasi darurat.

				kemampuan pengguna mengetik	
2.	Lersilp (2020)	Integrasi GPS pada perangkat keselamatan.	Pelacakan lokasi <i>real-time</i> menggunakan modul GPS.	Kelebihan: meningkatkan kecepatan pelacakan. Kekurangan: akurasi terbatas pada area tertutup.	Membuktikan efektivitas GPS dalam perangkat darurat.
3.	Toquer o (2020)	Desain antarmuka perangkat darurat	Evaluasi tombol dan antarmuka kompleks	Kelebihan: analisis <i>usability</i> . Kekurangan: belum mengembangkan prototipe fisik	Menyimpulkan antarmuka sederhana lebih efektif
4.	Abidi (2024)	Interaksi minimal pada perangkat darurat	Sistem aktivasi sederhana	Kelebihan: mengurangi kesalahan operasional. Kekurangan:	Memberikan konsep desain <i>minimal interaction</i>

				belum spesifik untuk disabilitas	
5.	Istiarsyah (2023)	Desain perangkat darurat portabel	Prototipe perangkat GPS berbasis sensor	<p>Kelebihan: portabel.</p> <p>Kekurangan: masih memerlukan antarmuka tombol kompleks</p>	Menunjukkan pentingnya desain <i>portable device</i>
6.	Penelitian Ini (Rizky Asmi Fadillah, 2026)	Perangkat alarm darurat IoT untuk tunarungu dan tunawicara	Aktivasi tuas tarik, GPS, GSM, <i>buzzer</i> , <i>Command Centre</i> , IoT	<p>Kelebihan: mandiri tanpa <i>smartphone</i>, aktivasi refleks, <i>monitoring web</i>.</p> <p>Kekurangan: tergantung jaringan GSM dan sinyal GPS.</p>	Menghasilkan prototipe inklusif dengan mekanisme refleks dan sistem <i>monitoring</i> terintegrasi

4.2.2. Analisis *Strenght, Novelty, & Research Contibution*

1) *Strenght (Kekuatan Penelitian)*

Penelitian ini memiliki beberapa keunggulan dibandingkan penelitian terdahulu. Pertama, perangkat yang dikembangkan bersifat mandiri dan tidak memerlukan *smartphone* sebagai media utama komunikasi, sehingga lebih inklusif bagi penyandang tunarungu dan tunawicara yang memiliki keterbatasan dalam penggunaan perangkat digital. Kedua, sistem aktivasi menggunakan mekanisme tuas tarik yang dapat dioperasikan secara refleks, sehingga mengurangi risiko kegagalan aktivasi dalam kondisi panik.

Selain itu, integrasi *Command Centre* berbasis web memungkinkan pemantauan terpusat terhadap sinyal darurat yang dikirimkan oleh perangkat. Hal ini memperluas fungsi perangkat tidak hanya sebagai alat alarm personal, tetapi juga sebagai sistem monitoring terintegrasi, yang belum banyak dikembangkan dalam penelitian terdahulu.

Dari sisi desain produk, bentuk gantungan kunci membuat perangkat mudah dibawa dan selalu tersedia dalam situasi darurat. Desain ini mendukung prinsip teknologi asistif yang menekankan portabilitas dan kemudahan akses bagi pengguna disabilitas.

2) *Novelty (Kebaruan Penelitian)*

Kebaruan (*novelty*) dari penelitian ini terletak pada kombinasi beberapa aspek yang belum banyak dikaji secara terintegrasi dalam penelitian sebelumnya, yaitu:

- a) Sistem aktivasi refleks berbasis tuas tarik yang dirancang khusus untuk kondisi panik pengguna disabilitas.

- b) Perangkat darurat IoT mandiri tanpa *smartphone*, berbeda dari sebagian besar penelitian yang mengandalkan aplikasi *mobile*.
- c) Integrasi *Command Centre* berbasis web sebagai pusat monitoring darurat secara *real-time*.
- d) Desain berbentuk gantungan kunci yang ergonomis dan portabel dengan fungsi komunikasi darurat terintegrasi.

Kombinasi fitur tersebut menjadikan perangkat ini tidak hanya sebagai prototipe teknologi asistif, tetapi juga sebagai sistem komunikasi darurat inklusif yang aplikatif di kehidupan nyata.

3) ***Research Contribution (Kontribusi Ilmiah Penelitian)***

Penelitian ini memberikan kontribusi ilmiah dalam beberapa aspek, yaitu:

a) **Kontribusi Teknologi**

Penelitian ini mengembangkan prototipe perangkat darurat berbasis IoT dengan integrasi GPS, GSM, *buzzer*, dan sistem *monitoring* web, yang dapat dijadikan referensi pengembangan perangkat keselamatan personal berbasis teknologi asistif.

b) **Kontribusi Desain Teknologi Asistif**

Penelitian ini memperkenalkan pendekatan desain perangkat darurat berbasis refleks fisik (*pull-trigger system*) yang sesuai dengan karakteristik pengguna tunarungu dan tunawicara. Pendekatan ini dapat menjadi model desain *user-centered assistive technology*.

c) Kontribusi Sosial

Perangkat yang dikembangkan berpotensi meningkatkan rasa aman dan akses terhadap bantuan darurat bagi kelompok disabilitas, sehingga mendukung tujuan inklusivitas dan keselamatan sosial.

d) Kontribusi Akademik

Penelitian ini memperluas kajian IoT pada bidang teknologi asistif dan keamanan personal, yang masih relatif terbatas di Indonesia, khususnya untuk penyandang disabilitas komunikasi.

BAB V

PENUTUP

5.1. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian sistem *Smart Alert for Emergencies Keychain* berbasis *Internet of Things* (IoT) sebagai alat bantu komunikasi darurat bagi penyandang tuna rungu dan tuna wicara, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

- 1) Perangkat *Smart Alert for Emergencies Keychain* berhasil dirancang dan direalisasikan sebagai perangkat alarm darurat portabel berbasis IoT yang dilengkapi dengan sistem aktivasi manual berupa tuas tarik, modul GPS untuk pelacakan lokasi, modul GSM untuk pengiriman pesan darurat, serta *buzzer* sebagai alarm suara.
- 2) Sistem komunikasi darurat berbasis IoT mampu mengirimkan informasi lokasi pengguna secara *real-time* ke *Command Centre* berbasis web dan aplikasi Telegram, sehingga kontak darurat dapat mengetahui posisi pengguna dengan cepat dan memberikan respons pertolongan secara tepat.
- 3) Mekanisme aktivasi manual menggunakan tuas tarik terbukti lebih mudah dan responsif dibandingkan antarmuka tombol atau menu digital, khususnya dalam kondisi panik, sehingga sesuai dengan karakteristik pengguna tunarungu dan tunawicara yang memiliki keterbatasan komunikasi verbal.
- 4) Hasil pengujian fungsional menunjukkan bahwa perangkat bekerja sesuai spesifikasi sistem, dengan kemampuan mengirimkan pesan darurat secara stabil, tingkat akurasi GPS yang memadai, serta *buzzer* yang dapat terdengar dalam radius

5) tertentu sebagai bentuk alarm lingkungan. Integrasi *Command Centre* sebagai pusat monitoring memberikan nilai tambah sistem, karena memungkinkan pemantauan terpusat terhadap sinyal darurat yang dikirimkan oleh perangkat, sehingga memperluas fungsi alat tidak hanya sebagai alarm personal, tetapi juga sebagai sistem komunikasi keselamatan berbasis IoT.

Secara keseluruhan, penelitian ini berhasil membuktikan bahwa *Smart Alert for Emergencies Keychain* dapat menjadi solusi teknologi asistif yang inklusif dan aplikatif untuk meningkatkan rasa aman dan perlindungan bagi penyandang tuna rungu dan tuna wicara dalam situasi darurat.

5.2. SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran untuk pengembangan dan penelitian selanjutnya, yaitu:

- 1) Pengembangan fitur tambahan, seperti integrasi sensor lingkungan (misalnya sensor getaran, suhu, atau deteksi jatuh) untuk meningkatkan fungsi perangkat sebagai sistem keselamatan komprehensif.
- 2) Peningkatan keandalan sistem komunikasi, dengan menambahkan teknologi komunikasi alternatif seperti NB-IoT atau LoRaWAN agar perangkat tetap dapat berfungsi pada area dengan jaringan GSM yang terbatas.
- 3) Optimasi konsumsi daya perangkat, melalui penggunaan modul hemat energi dan sistem manajemen daya yang lebih efisien untuk memperpanjang masa pakai baterai.
- 4) Pengujian skala luas pada pengguna disabilitas, dengan melibatkan lebih banyak responden tunarungu dan tunawicara untuk memperoleh data usability dan user experience yang lebih komprehensif secara kuantitatif.

- 5) Pengembangan aplikasi *mobile* dan *dashboard* lanjutan, agar *Command Centre* dapat diakses melalui perangkat seluler dan mendukung notifikasi *real-time* kepada pihak keluarga atau pihak berwenang.
- 6) Kajian keamanan data dan privasi, khususnya terkait pengiriman data lokasi pengguna, sehingga sistem memenuhi standar keamanan informasi dan etika teknologi asistif.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidi, M. H., Noor Siddiquee, A., Alkhalefah, H., & Srivastava, V. 2024. A comprehensive review of navigation systems for visually impaired individuals. *Heliyon*, 10(11), e31825. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e31825>.
- Anderson, R., Morris, J., Cowart, D., & Lippincott, B. 2023. Emergency Communication for People with Disabilities. *Journal on Technology and Persons with Disabilities Robles*.
- Farhan, M. N., Ayoub, M. G., & Al-Jader, A. R. H. 2023. GPS-based fall detection system for old and specially-abled people. *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, 31(3), 1545–1550. <https://doi.org/10.11591/ijeecs.v31.i3.pp1545-1550>.
- Hartigan, S., Brooks, M., Hartley, S., Miller, R. E., Santen, S. A., & Hemphill, R. R. 2020. Review of the Basics of Cognitive Error in Emergency Medicine: Still No Easy Answers. *Western Journal of Emergency Medicine*, 21(6), 125–131. <https://doi.org/10.5811/WESTJEM.2020.7.47832>.
- Istiarsyah, I., Kamarullah, K., Setiawan, R., & Dawi, A. H. 2023. Improving Disaster Preparedness Services for People with Disabilities. *Journal of ICSAR*, 7(2), 248. <https://doi.org/10.17977/um005v7i22023p248>.
- Lersilp, S., Putthinoi, S., Lerttrakarnnon, P., & Silsupadol, P. 2020. Development and Usability Testing of an Emergency Alert Device for Elderly People and People with Disabilities. *Scientific World Journal*, 2020. <https://doi.org/10.1155/2020/5102849>.

- Muzakki, A. G., Pratiwi, A., & Kumala, F. N. 2022. Kemampuan dan Kondisi Komunikasi Sosialisasi pada Anak Penyandang Difabel Tunawicara.
- Noval, P. A. P., Kirana, N. D., Iroth, N. C., Salsabila, A., & Assyifa, R. F. B. 2022. Fenomena Penggunaan Bahasa Isyarat Bagi Penyandang Tuna Rungu di Sekolah Inklusi.
- Olusanya, B. O., Nair, M. K. C., Wright, S. M., & Hadders-Algra, M. (2023). Global progress towards early childhood development for children with disabilities, 2013-2023. *BMJ Paediatrics Open*, 7(1), 1–3. <https://doi.org/10.1136/bmjpo-2023-002046>.
- Putri, A. A., & Ritonga, F. U. (2024). Proses Penanganan Kasus Kekerasan Seksual Pada Anak Berkebutuhan Khusus di Unit Pelaksana Teknis Daerah Perlindungan Perempuan dan Anak (UPTD PPA) Kota Medan.
- Restianty, A., Sumartias, S., Hadisiwi, P., & Hafiar, H. 2024. Digital Applications as Assistive Technology for Students with Disabilities. *ASEAN Journal of Science and Engineering*, 4(3), 445–470. <https://doi.org/10.17509/ajse.v4i3.74413>.
- Rina, F., Marier, S. M., Hidayah, U. I., & Ardani, M. M. 2024. Perancangan Aplikasi Difamap V2 untuk Pencegahan Kekerasan Seksual Bagi Penyandang Disabilitas Tunarungu.
- Toquero, C. M. D. 2020. Mobile Healthcare Technology for People with Disabilities amid the COVID-19 pandemic. *European Journal of Environment and Public Health*, 5(1), em0060. <https://doi.org/10.29333/ejeph/8551>.
- UNICEF. 2021. *The State of the World's Children 2021: Adolescence*