

**PERANCANGAN SISTEM *SAFE TUNNEL* BERBASIS
SENSOR *PROXIMITY* PADA *TUNNEL GARBARATA GLASS*
TYPE TERMINAL DOMESTIK JUANDA**

TUGAS AKHIR

Oleh:

MADE PUTRA DARSANA

NIT: 56192110015



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA BANDAR UDARA
PROGRAM SARJANA TERAPAN
POLITEKNIK PENERBANGAN PALEMBANG**

Juli 2025

**PERANCANGAN SISTEM *SAFE TUNNEL* BERBASIS
SENSOR *PROXIMITY* PADA *TUNNEL GARBARATA GLASS*
TYPE TERMINAL DOMESTIK JUANDA**

TUGAS AKHIR

Karya Tulis Sebagai Salah Satu Syarat Lulus Pendidikan
Program Sarjana Terapan
Teknologi Rekayasa Bandar Udara

Oleh:

MADE PUTRA DARSANA

NIT: 56192110015



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA BANDAR UDARA
PROGRAM SARJANA TERAPAN
POLITEKNIK PENERBANGAN PALEMBANG
Juli 2025**

ABSTRAK

PERANCANGAN SISTEM *SAFE TUNNEL* BERBASIS SENSOR *PROXIMITY* PADA *TUNNEL* GARBARATA *GLASS* *TYPE* TERMINAL DOMESTIK JUANDA

Oleh

Made Putra Darsana

NIT: 56192110015

Program Studi Teknologi Rekayasa Bandar Udara

Program Sarjana Terapan

Tunnel garbarata Bandar Udara Internasional Juanda belum memiliki sistem keamanan pada celah *tunnel* garbarata sehingga memiliki potensi kecelakaan, kerusakan fasilitas, dan keterlambatan operasional akibat keberadaan objek asing di area celah *tunnel* garbarata tipe kaca. Penelitian ini bertujuan merancang sistem keamanan berbasis sensor *proximity* yang mampu mendeteksi objek secara *real-time* serta memberikan notifikasi melalui aplikasi Telegram dan tampilan LCD. Metode penelitian menggunakan *Research and Development* (R&D) model Borg & Gall yang disederhanakan menjadi enam tahap, yaitu analisis masalah, pengumpulan data, desain produk, validasi desain, revisi, dan uji coba. Validasi dilakukan oleh dua ahli, yaitu ahli praktisi (supervisor mekanikal) dan ahli materi (pakar teknologi informasi), dengan skor rata-rata 80% yang termasuk kategori “Sangat Layak”. Hasil uji coba pada responden (teknisi dan operator garbarata) menunjukkan tingkat kelayakan sebesar 82% dengan tanggapan sangat positif terhadap kemudahan penggunaan dan keandalan sistem. Sistem yang dihasilkan berhasil mendeteksi objek secara akurat, memicu alarm *buzzer*, menampilkan peringatan di LCD, serta mengirim notifikasi ke Telegram secara *real-time*. Keberhasilan pengembangan sistem ini diharapkan mampu meningkatkan keselamatan operasional, meminimalkan risiko kecelakaan, mempercepat respons penanganan, dan mendukung modernisasi keamanan bandara berbasis *Internet of Things* (IoT).

Kata Kunci: Garbarata, *Internet of Things* (IoT), Notifikasi Telegram, Sensor *Proximity*, Sistem Keamanan.

ABSTRACT

DESIGN OF A SAFE TUNNEL SYSTEM BASED ON PROXIMITY SENSORS IN THE GLASS TYPE GARBARATA TUNNEL AT JUANDA DOMESTIC TERMINAL

By

Made Putra Darsana

NIT: 56192110015

Program Studi Teknologi Rekayasa Bandar Udara

Program Sarjana Terapan

The Juanda International Airport tunnel walkway does not yet have a security system in place for the tunnel walkway gaps, posing a potential risk of accidents, facility damage, and operational delays due to the presence of foreign objects in the glass tunnel walkway gap area. This study aims to design a proximity sensor-based security system capable of detecting objects in real-time and providing notifications via the Telegram app and LCD display. The research method uses the Borg & Gall Research and Development (R&D) model, simplified into six stages: problem analysis, data collection, product design, design validation, revision, and testing. Validation was conducted by two experts: a practitioner expert (mechanical supervisor) and a material expert (information technology specialist), with an average score of 80%, categorized as “Highly Feasible.” Testing results on respondents (airbridge technicians and operators) showed a feasibility rate of 82% with very positive feedback on the system's ease of use and reliability. The developed system successfully detected objects accurately, triggered a buzzer alarm, displayed warnings on the LCD, and sent real-time notifications to Telegram. The success of this system development is expected to enhance operational safety, minimize accident risks, accelerate response times, and support airport security modernization based on the Internet of Things (IoT).

Keywords: *Garbarata, Internet of Things (IoT), Telegram Notifications, Proximity Sensors, Security System.*

PENGESAHAN PEMBIMBING

Tugas Akhir: “PERANCANGAN SISTEM *SAFE TUNNEL* BERBASIS SENSOR PROXIMITY PADA *TUNNEL GARBARATA GLASS TYPE* TERMINAL DOMESTIK JUANDA” telah diperiksa dan disetujui untuk diuji sebagai salah satu syarat lulus pendidikan Program Studi Teknologi Rekayasa Bandar Udara Program Sarjana Terapan Angkatan ke-2, Politeknik Penerbangan Palembang – Palembang.



Nama : MADE PUTRA DARSANA
NIT : 56192110015

PEMBIMBING I

Ir. M. INDRA MARTADINATA, S.ST., M.Si.

PEMBINA (IV/a)

NIP. 19810306 200212 1 001

PEMBIMBING II

Dr. YETI KOMALASARI, S.Si.T., M.Adm.SDA.

PENATA TK.1 (III/d)

NIP. 19870525 200912 2 005

KETUA PROGRAM STUDI

Ir. M. INDRA MARTADINATA, S.ST., M.Si.

PEMBINA (IV/A)

NIP. 19810306 200212 1 001

PENGESAHAN PENGUJI

Tugas Akhir: “PERANCANGAN SISTEM *SAFE TUNNEL* BERBASIS SENSOR *PROXIMITY* PADA *TUNNEL* GARBARATA *GLASS TYPE* TERMINAL DOMESTIK JUANDA” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Tugas Akhir Program Studi Teknologi Rekayasa Bandar Udara Program Sarjana Terapan. Tugas Akhir ini telah dinyatakan LULUS Program Studi Teknologi Rekayasa Bandar Udara Program Sarjana Terapan pada tanggal 16 Juli 2025.

KETUA



Ir. DWI CANDRA YUNIAR, S.H., S.ST., M.Si.

PEMBINA (IV/a)

NIP. 19760612 199803 1 001

SEKRETARIS



HERLINA FEBIYANTI, S.T., M.M

PENATA TK.1 (III/d)

NIP. 19830207 200712 2 002

ANGGOTA



Ir. M. INDRA MARTADINATA, S.ST., M.Si.

PEMBINA (IV/a)

NIP. 19810306 200212 1 001

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Made Putra Darsana

NIT : 56192110015

Program Studi : Teknologi Rekayasa Bandar Udara Program Sarjana Terapan

Menyatakan bahwa Tugas Akhir berjudul “*PERANCANGAN SISTEM SAFE TUNNEL BERBASIS SENSOR PROXIMITY PADA TUNNEL GARBARATA GLASS TYPE TERMINAL DOMESTIK JUANDA*” merupakan karya asli saya bukan hasil plagiarisme.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya, dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi berupa pencabutan gelar akademik dari Politeknik Penerbangan Palembang.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar tanpa paksaan dari pihak mana pun.

Palembang, 16 Juli 2025

Yang Membuat Pernyataan



Made Putra Darsana

NIT. 56192110015

PEDOMAN PENGGUNAAN TUGAS AKHIR

Tugas akhir program sarjana terapan yang tidak dipublikasikan terdaftar dan tersedia di Perpustakaan Politeknik Penerbangan Palembang, dan terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta ada pada pengarang dengan mengikuti aturan HaKI yang berlaku di Politeknik Penerbangan Palembang. Referensi kepustakaan diperkenankan dicatat, tetapi pengutipan atau peringkasan hanya dapat dilakukan seizin pengarang dan harus disertai dengan kaidah ilmiah untuk menyebutkan sumbernya.

Sitasi hasil penelitian Tugas Akhir ini dapat ditulis dalam Bahasa Indonesia sebagai berikut:

Darsana, Made Putra. (2025): Perancangan Sistem *Safe Tunnel* Berbasis Sensor *Proximity* Pada *Tunnel Garbarata Glass Type* Terminal Domestik Juanda, Tugas Akhir Program Sarjana Terapan, Politeknik Penerbangan Palembang.

Memperbanyak atau menerbitkan sebagian atau seluruh Tugas Akhir haruslah seizin Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Bandar Udara, Politeknik Penerbangan Palembang.

*Dipersembahkan Kepada
Ayahanda I Ketut Suwenda dan Ibunda Ni Ketut Budawati
Serta Keluarga*

KATA PENGANTAR

Om Swastyastu,

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas limpahan rahmat, hidayah, dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Perancangan Sistem Keamanan Berbasis Sensor Proximity Pada Tunnel Garbarata *Type Glass* Terminal Domestik Juanda” ini dengan baik. Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan (S.Tr.T) Program Studi D-IV Teknologi Rekayasa Bandar Udara, Politeknik Penerbangan Palembang.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan hidayah-Nya sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orang tua, serta keluarga tercinta yang selalu memberikan doa, dukungan moral, dan materiil yang tiada henti.
2. Bapak Dr. Capt. Ahmad Hariri, S.T., S.Si.T., M.Si., selaku Direktur Politeknik Penerbangan Palembang.
3. Bapak Ir. M. Indra Martadinata, S.ST., M.Si., selaku dosen pembimbing utama dan ketua program studi D-IV Teknologi Rekayasa Bandar Udara, yang telah memberikan bimbingan, arahan, serta motivasi yang sangat berharga selama proses penyusunan tugas akhir ini.
4. Ibu Dr. Yeti Komalasari, S.Si.T., M.Adm.SDA., selaku dosen pembimbing kedua, yang juga telah memberikan banyak masukan, saran, dan dukungan yang sangat berarti bagi penulis.
5. Bapak/Ibu dosen dan seluruh staf pengajar di Program Studi D-IV Teknologi Rekayasa Bandar Udara, Politeknik Penerbangan Palembang, yang telah memberikan ilmu dan pengetahuan selama penulis menjalani pendidikan.
6. Pihak *Airport Mechanical Departement* Bandar Udara Internasional Juanda Surabaya, yang telah memberikan izin dan dukungan dalam pelaksanaan penelitian ini.

7. Rekan-rekan seperjuangan di Program D-IV Teknologi Rekayasa Bandar Udara, yang telah memberikan semangat, bantuan, dan kerja sama selama masa studi.
8. Saya juga ingin menyampaikan rasa terima kasih yang begitu tulus kepada dua oarang yang sudah hadir dalam hidup saya, untuk namanya saya tidak bisa sebutkan disini. Terima kasih atas setiap doa, dukungan, kesabaran, dan semangat yang tak pernah lelah kamu berikan. Kehadiranmu di setiap proses perjalanan dari On the Job Training hingga Sidang Tugas Akhir ini menjadi kekuatan tersendiri yang tak tergantikan.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan saran dan kritik yang membangun dari semua pihak demi kesempurnaan tugas akhir ini. Semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat dan kontribusi positif bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang teknologi dan teknik mekanik.

Akhir kata, semoga Tuhan Yang Maha Esa senantiasa melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya kepada kita semua.

Palembang, 16 Juli 2025



P.

Made Putra Darsana

DAFTAR ISI

ABSTRAK	ii
<i>ABSTRACT</i>	iii
PENGESAHAN PEMBIMBING	iv
PENGESAHAN PENGUJI	v
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN	vi
PEDOMAN PENGGUNAAN TUGAS AKHIR	vii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
DAFTAR GAMBAR DAN ILUSTRASI	xiv
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Perumusan Masalah	3
C. Batasan Masalah	3
D. Tujuan Penelitian	4
E. Manfaat Penelitian	4
F. Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
A. Teori Penunjang	6
B. Kajian Penelitian Terdahulu yang Relevan	18
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	21

A. Metode Penelitian.....	21
B. Desain Penelitian.....	21
C. Prosedur Pengembangan	23
D. Perancangan Alat.....	27
1. Perancangan Alat.....	28
2. Desain Alat	29
3. Cara Kerja Alat.....	30
E. Komponen Dalam Pembuatan Alat.....	32
F. Teknik Uji Coba Alat	32
G. Tempat dan Waktu Penelitian.....	33
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	34
A. Hasil	34
1. Tahapan Potensi Masalah.....	34
2. Pengumpulan Data	35
3. Desain Produk	38
4. Validasi Desain.....	50
5. Revisi Desain	51
6. Uji Coba Produk.....	53
B. Pembahasan.....	56
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	58
A. Kesimpulan	58
B. Saran.....	59
DAFTAR PUSTAKA	60
LAMPIRAN.....	63

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A Surat Penetapan Dosen Pembimbing	63
Lampiran B Dokumentasi Observasi Lapangan	64
Lampiran C Dokumen Wawancara	66
Lampiran D Dokumentasi Pembuatan Prototype.....	71
Lampiran E Lembar Validasi Ahli.....	73
Lampiran F Dokumentasi Uji Coba Produk	74
Lampiran G Standar Operasional Produk (SOP) Alat.....	75
Lampiran H Hasil Plagiarism Check.....	77
Lampiran I Lembar Bimbingan Dosen Pembimbing	78

DAFTAR GAMBAR DAN ILUSTRASI

Gambar II. 1 Garbarata	6
Gambar II. 2 Tunnel Garbarata Glass Type.....	8
Gambar II. 3 Monitoring	9
Gambar II. 4 Prototyping	10
Gambar II. 5 Early Warning System	11
Gambar II. 6 Sensor Proximity	11
Gambar II. 7 Mikrokontroler ESP32.....	15
Gambar II. 8 Logo Aplikasi Telegram	17
Gambar III. 1 Tahapan-Tahapan Pada Metode R&D.....	21
Gambar III. 2 Tahapan Pengembangan Yang Diterapkan	22
Gambar III. 3 Diagram Sistem Produk	28
Gambar III. 4 Wiring Diagram Prototype	29
Gambar III. 5 Flowchart Cara Kerja Rancangan	30
Gambar III. 6 Komponen Pembuatan Alat.....	32
Gambar IV. 1 Observasi Pada Area Tunnel Garbarata.....	34
Gambar IV. 2 Kondisi Existing	36
Gambar IV. 3 Kondisi Real	38
Gambar IV. 4 Racangan Desain 3D	38
Gambar IV. 5 Desain Prototype	39
Gambar IV. 6 Desain Produk	40
Gambar IV. 7 Instalasi Komponen Perangkat Keras.....	41
Gambar IV. 8 Hasil Jadi Prototype.....	42

DAFTAR TABEL

Tabel II. 1 Jenis-Jenis Sensor Proximity	12
Tabel II. 2 Pinout ESP32 (ESP-WROOM-32).....	15
Tabel III. 1 Informan Wawancara.....	24
Tabel III. 2 Pertanyaan Wawancara.....	25
Tabel III. 3 Kriteria Penilaian Validasi	26
Tabel III. 4 Nilai Validasi	26
Tabel III. 5 Penjelasan Simbol-Simbol Flowchart	30
Tabel III. 6 Komponen Alat dan Bahan	32
Tabel III. 7 Waktu Kegiatan Penulis.....	33
Tabel IV. 1 Potensi dan Masalah.....	35
Tabel IV. 2 Perbandingan Skala	39
Tabel IV. 3 Komponen Prototype	40
Tabel IV. 4 Datasheet NodeMCU ESP32.....	41
Tabel IV. 5 Tampilan Telegram di Device.....	49
Tabel IV. 6 Total Penilaian Validasi	50
Tabel IV. 7 Saran dan Masukan Validator 1	52
Tabel IV. 8 Saran dan Masukan Validator 2	53
Tabel IV. 9 Uji Coba Produk	54

DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG

SINGKATAN	Nama	Pemakaian Pertama Kali Pada Halaman
Bandara	Bandar Udara	1
ICAO	International Civil Aviation Organization	2
IoT	Internet of Things	3
LCD	Liquid Crystal Display	3
MTOW	Maximum Take-Off Weight	6
UART	Universal Asynchronous Receiver/Transmitter	14
VSPI	Versatile Serial Peripheral Interface	14
ADC	Analog to Digital Converter	28
R&D	Research and Development	22
OJT	On the Job Training	34
SOP	Standard Operating Procedure	36
EMI	Electromagnetic Interference	36
GSE	Ground Support Equipment	36
IP Rating	Ingress Protection Rating	36
HT	Handy Talky	36
BOT	Robot/Program Otomatis Telegram	16
S.Tr.T	Sarjana Terapan Teknik	ix

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Bandar udara atau bandara merupakan bagian krusial dalam sistem transportasi khususnya transportasi udara, dan memiliki fungsi sebagai titik pertukaran bagi penumpang serta elemen penting dalam jaringan penerbangan. Fasilitas ini menjadi tempat bagi pesawat untuk lepas landas dan mendarat. Selain itu, bandara juga memiliki peran strategis dalam industri pariwisata, karena menjadi kesan pertama dan terakhir bagi wisatawan selama perjalanan mereka (Alde Rizal & Saidatuningtyas, 2022). Salah satu aspek yang akan menjamin keselamatan pada area bandara yaitu dengan memastikan setiap fasilitas di dalamnya berfungsi dengan optimal dan aman (Al-Saad dkk., 2019). Bandar udara memiliki beberapa fasilitas penunjang, seperti adanya terminal, *tenant-tenant*, maupun untuk menambahkan rasa nyaman bagi penumpang yaitu adanya fasilitas garbarata. Terminal merupakan salah satu fasilitas penunjang yang ada di bandara, terminal ini juga bisa dibagi menjadi dua bagian yaitu fasilitas publik dan non publik. Terminal fasilitas publik adalah fasilitas bandara yang terdapat bagian komersil bagi penumpang, dan untuk terminal sisi udara adalah bagian terminal yang dimana para penumpang untuk melakukan boarding menuju ke dalam pesawat. Dimana didalam terminal sisi udara juga terdapat layanan penting dalam operasional bandara yaitu fasilitas garbarata, yaitu jembatan penghubung antara terminal dengan pesawat yang dirancang untuk mempercepat proses naik dan turun penumpang (Sari dkk., 2021). Garbarata memungkinkan penumpang untuk berpindah dari terminal ke pesawat tanpa harus turun ke landasan, sehingga meningkatkan efisiensi operasional sekaligus mengurangi risiko kecelakaan dibandingkan dengan penggunaan tangga eksternal (Mufidah dkk., 2019). Di sisi lain dari banyaknya manfaat dari fasilitas garbarata juga memiliki potensi risiko yang dapat membahayakan keselamatan penumpang, awak kabin, teknisi, maupun petugas bandara. Beberapa insiden terkait garbarata telah terjadi di berbagai bandara

dunia, baik yang disebabkan oleh kegagalan teknis, kelalaian manusia, maupun kurangnya sistem keamanan yang efektif. Sebagai contoh, pada tahun 2014 di Bandara Sepinggan, Balikpapan, seorang teknisi garbarata mengalami cedera serius akibat terjebak di mekanisme garbarata yang bergerak tiba-tiba. Investigasi menunjukkan bahwa sistem keamanan yang ada tidak mampu mendeteksi keberadaan teknisi dalam area berisiko, sehingga kecelakaan tidak dapat dihindari. Selain itu, pada tahun 2022 di Bandara Internasional Hong Kong, sebuah garbarata mengalami kegagalan mekanis saat sedang digunakan, menyebabkan celah yang berbahaya bagi penumpang yang melintas dan hampir mengakibatkan kecelakaan, menunjukkan perlunya sistem pemantauan yang lebih ketat terhadap potensi bahaya di area garbarata.

Keamanan dalam pengoperasian dan pemeliharaan garbarata menjadi aspek yang sangat penting untuk diperhatikan. Beberapa faktor yang dapat meminimalisir kecelakaan kerja atau insiden dalam pengoperasian garbarata antara lain adalah inspeksi rutin dan preventif, penerapan teknologi deteksi dini seperti menggunakan sensor *proximity*, pelatihan keselamatan bagi petugas bandara, serta penerapan standar keselamatan berbasis regulasi internasional seperti dari *International Civil Aviation Organization (ICAO)*. Sensor *proximity* dapat berperan dalam mendeteksi keberadaan objek asing atau petugas yang berada di area berisiko, sehingga memberikan peringatan dini dan mencegah terjadinya kecelakaan akibat kelalaian atau gangguan teknis.

Sistem keamanan yang ada saat ini masih mengandalkan pengawasan manual dan peralatan keamanan yang terbatas, sehingga kurang mampu mendeteksi potensi bahaya secara dini pada fasilitas garbarata khususnya pada *tunnel* garbarata itu sendiri. Oleh karena itu, diperlukan inovasi dalam sistem keamanan berbasis teknologi canggih yang dapat bekerja secara *real-time* untuk meminimalkan risiko kecelakaan pada garbarata. Salah satu solusi yang dapat diterapkan adalah sistem keamanan berbasis sensor *proximity* yang mampu mendeteksi keberadaan benda asing atau pekerja dalam area berisiko dan

memberikan peringatan sebelum terjadi kecelakaan. Sistem ini juga dapat dikombinasikan dengan pemantauan berbasis *Internet of Things* (IoT) dan alarm otomatis guna meningkatkan respons terhadap situasi darurat.

Berdasarkan permasalahan yang telah dipaparkan sebagai solusi inovatif dalam meningkatkan keselamatan operasional garbarata serta meminimalkan risiko kecelakaan yang dapat membahayakan penumpang maupun petugas bandara, penelitian ini mengusulkan **“Perancangan Sistem *Safe Tunnel* Berbasis Sensor Proximity Pada Tunnel Garbarata *Glass Type* Terminal Domestik Juanda”**.

B. Perumusan Masalah

Dari latar belakang yang telah diungkapkan di atas diperoleh beberapa permasalahan, diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang sistem keamanan berbasis sensor *proximity* pada *tunnel* garbarata di Terminal Domestik Bandar Udara Internasional Juanda Surabaya?
2. Bagaimana menampilkan hasil deteksi objek yang telah didapatkan pada platform telegram dan LCD secara *real-time*?

C. Batasan Masalah

Sebagai gambaran yang terarah dan pembahasan masalah menjadi jelas sehingga tidak keluar konteks judul, maka penulis membatasi penelitian Tugas Akhir ini difokuskan pada perancangan alat sistem keamanan berbasis sensor *proximity* pada *tunnel* garbarata *type glass* di *gate* 1 Terminal Domestik dalam meningkatkan operasional dan keamanan unit garbarata di Bandar Udara Internasional Juanda Surabaya.

D. Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan tujuan, sebagai berikut:

1. Memperoleh rancangan alat sistem keamanan berbasis sensor *proximity* pada *tunnel* Garbarata di Terminal Domestik Bandar Udara Internasional Juanda Surabaya.
2. Memperoleh hasil deteksi objek yang telah didapatkan pada *platform* telegram dan LCD.

E. Manfaat Penelitian

Berdasarkan tujuan di atas, maka penulis berharap dapat bermanfaat dalam Pendidikan, adapun manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Manfaat Bagi Penulis

Memperoleh pengalaman yang berharga dalam merancang sistem keamanan berbasis sensor *proximity*, yang meningkatkan keterampilan teknis serta keahlian dalam bidang teknologi sensor dan sistem otomatisasi. Penelitian ini juga memberikan kontribusi akademik dengan menyumbangkan hasilnya pada pengetahuan akademik di bidang keamanan dan teknologi bandara, serta memberikan dasar untuk penelitian lebih lanjut dalam bidang sistem pengamanan berbasis sensor.

2. Manfaat Bagi Bandara

Penerapan sistem ini dapat meningkatkan keselamatan operasional di *tunnel* garbarata dengan mendeteksi objek atau individu secara otomatis, mengurangi potensi kecelakaan, serta meningkatkan efisiensi pengawasan keamanan. Sistem ini juga dapat membantu dalam pengelolaan risiko dengan memberikan peringatan dini terhadap potensi bahaya, sehingga meningkatkan keandalan operasional garbarata. Selain itu, penelitian ini memberikan manfaat bagi petugas keamanan dan teknisi bandara, karena dengan adanya sistem pemantauan otomatis, mereka dapat mendeteksi potensi gangguan atau ancaman dengan lebih cepat dan akurat. Hal ini juga memungkinkan perencanaan tindakan preventif yang lebih efektif, sehingga keselamatan dan kenyamanan penumpang dapat lebih terjamin.

F. Sistematika Penulisan

Susunan penulisan ini dirancang untuk memudahkan pembahasan tentang isu-isu saat ini, yang meliputi poin-poin berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Mencakup pembahasan mengenai latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Berisi tentang teori-teori yang digunakan dalam penelitian, baik itu teori penunjang dan kajian penelitian terdahulu yang relevan sebagai acuan produk yang dihasilkan.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Menjelaskan metode penelitian yang digunakan, teknik pengumpulan data, teknik analisa data, dan jadwal pelaksanaan penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Menjabarkan implementasi hasil metodologi penelitian dalam bentuk pembahasan dan rancangan produk.

BAB V SIMPULAN DAN SARAN

Berisikan kesimpulan secara keseluruhan dari hasil dan pembahasan serta saran perbaikan untuk penelitian lebih lanjut.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

A. Teori Penunjang

Dalam penelitian ini, peneliti merujuk pada beberapa teori yang relevan guna memperkuat argumentasi serta memperdalam pemahaman mengenai topik yang dikaji. Teori-teori tersebut digunakan sebagai landasan dalam menganalisis dan merancang sistem yang diusulkan, sehingga hasil penelitian dapat memiliki dasar ilmiah yang kuat dan dapat dipertanggungjawabkan, sebagai berikut:

1. Garbarata



Gambar II. 1 Garbarata

Garbarata (*aviobridge*) adalah fasilitas bandara yang menghubungkan terminal dengan pesawat, mempermudah akses penumpang, serta meningkatkan efisiensi dan keselamatan. Sesuai dengan PM 185 Tahun 2015, maskapai penerbangan domestik wajib menggunakan garbarata, kecuali jika pesawat diparkir di *remote parking*. Pengelolaan garbarata di Indonesia dilakukan oleh PT Angkasa Pura Indonesia dengan kerja sama

dengan PT Bukaka Teknik Utama Tbk, dengan tarif yang ditentukan berdasarkan *Maximum Take-Off Weight* (MTOW), jumlah unit yang digunakan, dan durasi pemakaian. Data pemakaian dicatat dalam *Aviobridge Utilization Sheet* dan dimasukkan ke dalam sistem OASys untuk perhitungan biaya (Mufidah dkk., 2019).

Garbarata merupakan fasilitas penting dalam operasional bandara dengan beberapa jenis yang disesuaikan dengan kebutuhan, seperti *fixed*, *telescopic*, *apron drive*, *glass tunnel*, dan *commuter bridge*. Garbarata *glass tunnel* semakin populer karena desainnya yang modern serta visibilitas yang lebih baik bagi penumpang. Komponen utama garbarata meliputi rangka, *cabin*, *telescopic tunnel*, rotunda, serta sistem hidrolik untuk pergerakan. Pengoperasiannya dikendalikan melalui *control panel* dengan fitur keamanan seperti sensor *proximity* yang berfungsi untuk mencegah kesalahan penyambungan.

Prosedur standar pengoperasian garbarata mencakup pemeriksaan awal sebelum digunakan, penyambungan yang dilakukan dengan hati-hati, serta pemantauan selama penggunaan. Tantangan utama dalam penggunaannya meliputi potensi kecelakaan akibat kesalahan penyambungan, biaya pemeliharaan yang tinggi, serta ketergantungan pada sistem manual. Untuk mengatasi tantangan tersebut, berbagai inovasi mulai diterapkan, seperti sensor *proximity* untuk deteksi otomatis serta sistem pemantauan berbasis *Internet of Things* (IoT) guna meningkatkan keselamatan dan efisiensi operasional. Seiring dengan perkembangan teknologi, garbarata terus mendukung kelancaran penerbangan sekaligus meningkatkan kenyamanan serta keamanan bagi para penumpang.

a) *Tunnel Garbarata*



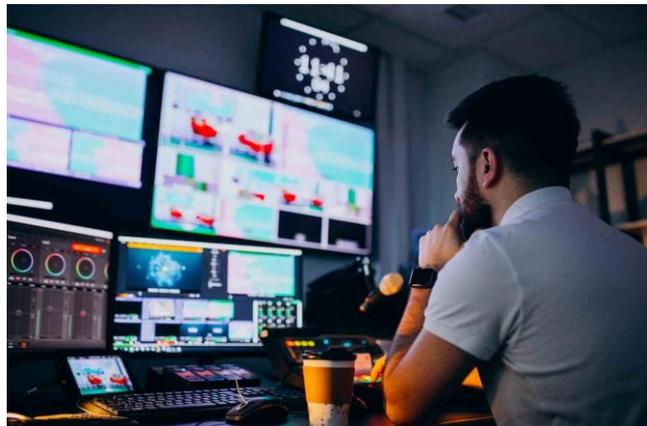
Gambar II. 2 Tunnel Garbarata Glass Type

Tunnel Garbarata merupakan jembatan penghubung berbentuk terowongan yang digunakan di bandara untuk menghubungkan terminal dengan pesawat, di Indonesia itu sendiri terdapat dua jenis *tunnel* garbarata yaitu *type glass tunnel* dan *glass less type tunnel*. Struktur ini dirancang untuk meningkatkan kenyamanan dan keamanan penumpang saat naik dan turun dari pesawat, terutama dalam kondisi cuaca ekstrem. Garbarata terdiri dari beberapa segmen yang dapat diperpanjang atau disesuaikan dengan ketinggian dan posisi pintu pesawat, memungkinkan fleksibilitas dalam penggunaannya untuk berbagai jenis pesawat.

Penerapan teknologi modern pada sistem garbarata mendukung mobilitas yang lebih efisien serta meningkatkan pengalaman penumpang di bandara. Selain itu, garbarata juga berperan dalam mempercepat operasional bandara dengan mengurangi interaksi langsung antara penumpang dan kendaraan di landasan pacu, sehingga meningkatkan aspek keselamatan penerbangan (Zhang dkk., 2022).

Dalam penelitian ini, lokasi yang dipilih adalah *tunnel* garbarata *type glass* di *Gate 1* Terminal Domestik Bandar Udara Internasional Juanda Surabaya. Pemilihan lokasi ini didasarkan pada tingginya volume penumpang domestik serta intensitas penggunaan garbarata yang cukup tinggi di area tersebut. Sebagai salah satu pintu utama untuk penerbangan domestik, *Gate 1* sering digunakan oleh berbagai maskapai, seperti Garuda Indonesia, *Citilink*, *Pelita Air*, dan *Super Air Jet*, sehingga pengamanan garbarata menjadi aspek yang sangat penting. Dengan adanya sistem keamanan berbasis sensor *proximity*, diharapkan risiko gangguan operasional akibat benda asing atau kesalahan teknis dapat diminimalkan, sehingga meningkatkan keselamatan dan efisiensi operasional di Terminal Domestik Bandara Internasional Juanda Surabaya.

2. Monitoring



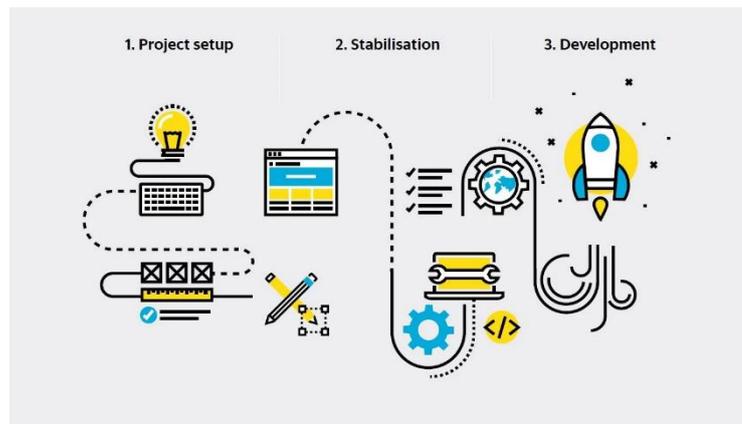
Gambar II. 3 Monitoring

Sumber: <https://www.ad-ins.com>

Kegiatan *monitoring* adalah suatu rangkaian proses yang meliputi pengumpulan informasi, evaluasi, pelaporan, dan aksi korektif yang didasarkan pada data yang diperoleh. Tujuan fundamental dari *monitoring* adalah untuk membandingkan kinerja aktual sebuah proses dengan target yang telah ditetapkan. Sebagaimana dijelaskan oleh (Bayu dkk., 2021), dalam manajemen kinerja, *monitoring* berfungsi untuk memastikan bahwa implementasi proses berjalan sesuai rencana. Terdapat dua fungsi utama

dalam *monitoring*, yakni *compliance monitoring* untuk memastikan ketaatan pada regulasi, dan *performance monitoring* untuk menilai progres pencapaian sasaran. Seluruh temuan dari proses *monitoring* ini kemudian didokumentasikan dalam sebuah laporan kemajuan yang menjadi acuan bagi pengambilan keputusan dan langkah perbaikan di masa mendatang.

3. *Prototype*



Gambar II. 4 Prototyping
Sumber: <https://polydin.com>

Prototyping merupakan proses pembuatan model awal suatu sistem yang bertujuan untuk memvisualisasikan fungsionalitasnya secara keseluruhan. Model sederhana ini memungkinkan pengguna untuk mendapatkan gambaran dasar program serta memfasilitasi pengujian pada tahap awal pengembangan (Herdiana & Triatna, 2020). Bagi pengembang, prototipe berfungsi sebagai alat validasi untuk memastikan arah pengembangan sudah tepat. Para profesional memanfaatkan prototipe untuk memperoleh umpan balik yang krusial dari pengguna akhir sebelum tahap implementasi penuh dimulai, di mana masukan tersebut sangat penting untuk menghasilkan desain final yang berdampak signifikan. Tahap *prototyping* itu sendiri mencakup perancangan dan konstruksi desain sistem, yang konsepnya ditentukan berdasarkan studi pendahuluan seperti tinjauan pustaka dan observasi, sebelum dilanjutkan ke implementasi praktis (Amalia dkk., 2023).

4. *Early Warning System*



Gambar II. 5 Early Warning System

Sumber: <https://th.bing.com>

Menurut (Taufik & Putri, 2016), sebuah sistem peringatan dini tersusun atas beberapa subsistem yang terintegrasi dan bekerja secara sinergis untuk mencapai tujuan tunggal, yakni penyampaian peringatan. Sistem ini memiliki tiga komponen utama: subsistem masukan (*input*) yang terdiri dari perangkat deteksi, subsistem pemrosesan informasi, dan subsistem keluaran (*output*) yang menghasilkan sinyal atau sarana lain untuk mengkomunikasikan peringatan kepada teknisi, petugas AMC, dan para penumpang yang menggunakan garbarata.

5. Rancangan Alat

a) *Sensor Proximity*



Gambar II. 6 Sensor Proximity

Sumber: www.foxitfy.blogspot.com

Sensor *proximity* adalah sensor yang digunakan untuk mendeteksi keberadaan atau kedekatan suatu objek tanpa memerlukan kontak fisik. Sensor ini bekerja berdasarkan berbagai prinsip seperti induksi elektromagnetik, kapasitansi, ultrasonik, atau inframerah. Sensor

proximity banyak digunakan dalam berbagai aplikasi industri, termasuk otomatisasi pabrik, kendaraan, dan perangkat elektronik seperti layar sentuh serta sistem keamanan. Keunggulan utama dari sensor ini adalah daya tahan tinggi karena tidak mengalami keausan mekanis serta kecepatan deteksi yang lebih baik dibandingkan sensor kontak fisik (Rhee dkk., 2021).

Proximity Sensor atau Sensor Jarak ini adalah perangkat yang sangat berguna apabila digunakan di tempat yang berbahaya. Namun seiring dengan perkembangan teknologi, *Proximity Sensor* ini telah banyak digunakan untuk mempermudah pekerjaan manusia. Bahkan, Sensor Jarak ini sudah diaplikasikan pada hampir semua jenis ponsel pintar (*smartphone*) zaman ini. Sensor *Proximity* ini umumnya digunakan untuk mendeteksi keberadaan, kedekatan, posisi dan penghitungan pada mesin otomatis dan sistem manufaktur. Mesin-mesin yang menggunakan Sensor Proksimitas ini diantaranya adalah mesin kemasan, mesin produksi, mesin percetakan, mesin pencetakan plastik, mesin pengerjaan logam, mesin pengolahan makanan dan masih banyak lagi (Komalasari dkk., 2023).

Tabel II. 1 Jenis-Jenis Sensor Proximity

Nama	Keterangan
<i>Inductive Proximity Sensor</i> (Sensor Jarak Induktif)	Sensor Jarak Induktif atau <i>Inductive Proximity Sensor</i> adalah Sensor Jarak yang digunakan untuk mendeteksi keberadaan logam baik logam jenis Ferrous maupun logam jenis non-ferrous. Sensor ini dapat digunakan untuk mendeteksi keberadaan (ada atau tidak adanya objek logam), menghitung objek logam dan aplikasi pemosisian. Sensor induktif sering digunakan sebagai pengganti saklar mekanis karena kemampuannya yang dapat beroperasi pada kecepatan yang lebih tinggi dari sakelar mekanis biasa.

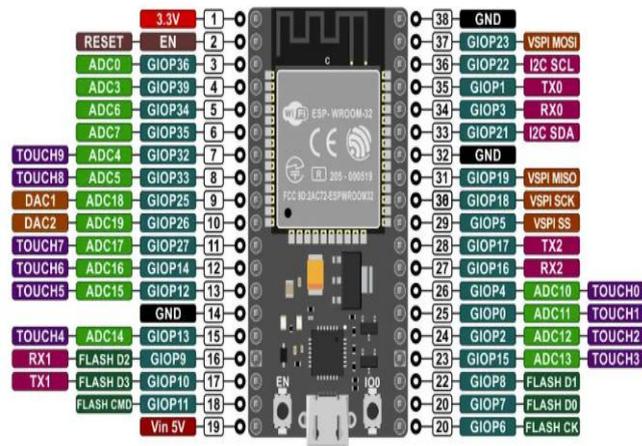
	Sensor Jarak Induktif ini juga lebih andal dan lebih kuat.
<i>Capacitive Proximity Sensor</i> (Sensor Jarak Kapasitif)	Sensor Jarak Kapasitif atau <i>Capacitive Proximity Sensor</i> adalah Sensor Jarak yang dapat mendeteksi gerakan, komposisi kimia, tingkat dan komposisi cairan maupun tekanan. Sensor Jarak Kapasitif dapat mendeteksi bahan-bahan dielektrik rendah seperti plastik atau kaca dan bahan-bahan dielektrik yang lebih tinggi seperti cairan sehingga memungkinkan sensor jenis ini untuk mendeteksi tingkat banyak bahan melalui kaca, plastik maupun komposisi kontainer lainnya.
<i>Ultrasonic Proximity Sensor</i> (Sensor Jarak Ultrasonik)	Sensor Jarak Ultrasonik atau <i>Ultrasonic Proximity Sensor</i> adalah sensor jarak yang menggunakan prinsip operasi yang mirip dengan radar atau sonar yaitu dengan menghasilkan gelombang frekuensi tinggi untuk menganalisis gema yang diterima setelah terpantul dari objek yang mendekatinya. Sensor <i>Proximity Ultrasonik</i> ini akan menghitung waktu antara pengiriman sinyal dengan penerimaan sinyal untuk menentukan jarak objek yang bersangkutan. sering digunakan untuk mendeteksi keberadaan objek dan mengukur jarak objek di proses otomasi pabrik.

<p><i>Photoelectric Proximity Sensor</i> (Sensor Jarak Fotolistrik)</p>	<p>Sensor Jarak Fotolistrik atau <i>Photoelectric Proximity Sensor</i> adalah sensor jarak yang menggunakan elemen peka cahaya untuk mendeteksi obyek. Sensor Proximity Fotolistrik terdiri sumber cahaya (atau disebut dengan Emitter) dan Penerima (<i>Receiver</i>). Terdapat 3 jenis Sensor Jarak Fotolistrik, yaitu:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Direct Reflection – <i>Emitor</i> dan <i>Receiver</i> yang ditempatkan bersama, menggunakan cahaya yang dipantulkan langsung dari obyek untuk dideteksi. ▪ Refleksi dengan Reflektor – <i>Emitor</i> dan <i>Receiver</i> yang disimpan bersama dan membutuhkan Reflektor, Sebuah Obyek dideteksi ketika obyek tersebut mengganggu berkas cahaya antara sensor dan reflektor. ▪ Thru Beam – <i>Emitor</i> dan <i>Receiver</i> ditempatkan secara terpisah, mendeteksi suatu obyek ketika obyek tersebut mengganggu berkas cahaya antara pemancar dan penerima.
---	--

(Sumber: Rhee dkk., 2021)

Pada penelitian ini, sensor jarak fotolistrik refleksi yang beroperasi dengan reflektor eksternal digunakan sebagai instrumen deteksi utama. Prinsip operasionalnya didasarkan pada emisi berkas cahaya oleh sensor yang kemudian dipantulkan kembali oleh reflektor. Deteksi objek terjadi ketika objek fisik masuk dan mengganggu integritas berkas cahaya yang melintasi ruang antara pemancar (sensor) dan penerima pantulan (reflektor). Perubahan sinyal optik yang diterima kemudian diinterpretasikan sebagai indikasi keberadaan objek, memungkinkan penentuan posisi atau pergerakan objek secara akurat.

b) Mikrokontroler ESP32



Gambar II. 7 Mikrokontroler ESP32

Sumber: www.aiophotoz.com

ESP32 adalah mikrokontroler 32-bit berbiaya rendah yang dilengkapi dengan *Wi-Fi* dan *Bluetooth* bawaan, menjadikannya ideal untuk aplikasi IoT. Dengan 48 pin GPIO (*General-Purpose Input/Output*), ESP32 dapat mendukung berbagai sensor dan perangkat. Dalam penggunaannya, *Wi-Fi* internal ESP32 memungkinkan komunikasi dengan aplikasi seluler *Blynk*, dasbor *website*, maupun aplikasi telegram (Pereira dkk., 2023). Berikut ini penjelasan tentang *Pinout Microcontroller ESP32*, sebagai berikut:

Tabel II. 2 Pinout ESP32 (ESP-WROOM-32)

Pin No.	Nama Pin	Keterangan
1	3.3V	Catu daya 3.3V (Output dari regulator on-board)
2	EN	Enable (Aktifkan) chip ESP32 (Active High)
3	ADC0 / GPIO36	GPIO 36, Saluran ADC
4	ADC3 / GPIO39	GPIO 39, Saluran ADC
5	ADC6 / GPIO34	GPIO 34, Saluran ADC
6	ADC7 / GPIO35	GPIO 35, Saluran ADC
7	TOUCH9 / ADC4 / GPIO32	GPIO 32, Saluran ADC, Sensor Sentuh
8	TOUCH8 / ADC5 / GPIO33	GPIO 33, Saluran ADC, Sensor Sentuh
9	DAC1 / ADC18 / GPIO25	GPIO 25, Saluran DAC, Saluran ADC
10	DAC2 / ADC19 / GPIO26	GPIO 26, Saluran DAC, Saluran ADC

11	TOUCH7 / ADC17 / GPIOP27	GPIO 27, Saluran ADC, Sensor Sentuh
12	TOUCH6 / ADC16 / GPIOP14	GPIO 14, Saluran ADC, Sensor Sentuh
13	TOUCH5 / ADC15 / GPIOP12	GPIO 12, Saluran ADC, Sensor Sentuh
14	GND	Ground (Catu Daya)
15	TOUCH4 / ADC14 / GPIOP13	GPIO 13, Saluran ADC, Sensor Sentuh
16	RX1 / FLASH D2 / GPIOP9	GPIO 9, UART RX, Pin Flash
17	TX1 / FLASH D3 / GPIOP10	GPIO 10, UART TX, Pin Flash
18	FLASH CMD / GPIOP11	GPIO 11, Pin Flash, Perintah SPI
19	Vin 5V	Input Catu Daya 5V (untuk regulator on-board)
20	GPIOP6 / FLASH CK	GPIO 6, Pin Flash, Clock SPI
21	GPIOP7 / FLASH D0	GPIO 7, Pin Flash, Data SPI
22	GPIOP8 / FLASH D1	GPIO 8, Pin Flash, Data SPI
23	GPIOP15 / ADC13 / TOUCH3	GPIO 15, Saluran ADC, Sensor Sentuh
24	GPIOP2 / ADC11 / TOUCH2	GPIO 2, Saluran ADC, Sensor Sentuh
25	GPIOP0 / ADC10 / TOUCH1	GPIO 0, Saluran ADC, Sensor Sentuh
26	GPIOP4 / ADC12 / TOUCH0	GPIO 4, Saluran ADC, Sensor Sentuh
27	RX2 / GPIOP16	GPIO 16, UART RX
28	TX2 / GPIOP17	GPIO 17, UART TX
29	GPIOP5 / VSPI SS	GPIO 5, SPI Slave Select (VSPI)
30	GPIOP18 / VSPI SCK	GPIO 18, SPI Clock (VSPI)
31	GPIOP19 / VSPI MISO	GPIO 19, SPI Master In Slave Out (VSPI)
32	GND	Ground (Catu Daya)
33	GPIOP21 / I2C SDA	GPIO 21, I2C Data (SDA)
34	GPIOP3 / RX0	GPIO 3, UART0 RX (Receiver)
35	GPIOP1 / TX0	GPIO 1, UART0 TX (Transmitter)
36	GPIOP22 / I2C SCL	GPIO 22, I2C Clock (SCL)
37	GPIOP23 / VSPI MOSI	GPIO 23, SPI Master Out Slave In (VSPI)
38	GND	Ground (Catu Daya)

(Sumber: Pereira dkk., 2023)

c) Aplikasi Telegram



Telegram

Gambar II. 8 Logo Aplikasi Telegram

Sumber: www.freepnglogos.com

Telegram adalah aplikasi pesan instan berbasis *cloud* yang memungkinkan pengguna mengakses satu akun dari berbagai perangkat secara bersamaan. Aplikasi ini mendukung pengiriman file hingga 1,5 GB, termasuk dokumen, gambar, audio, video, serta format lain seperti RAR, ZIP, dan APK. Semua file yang dikirim menggunakan enkripsi standar internasional, memastikan keamanan pesan dan data dari akses pihak ketiga (Nizam dkk., 2022). Telegram memiliki beberapa varian yang dapat digunakan sesuai kebutuhan pengguna, sebagai berikut:

- 1) Telegram Standar – Aplikasi utama yang tersedia untuk Android, iOS, Windows, macOS, dan Linux dengan semua fitur komunikasi dasar.
- 2) Telegram X – Versi yang lebih ringan dan cepat dengan antarmuka yang lebih responsif dan animasi yang lebih halus (sebelumnya dikembangkan sebagai eksperimen oleh Telegram).
- 3) Telegram Web – Versi berbasis peramban yang memungkinkan pengguna mengakses Telegram tanpa harus menginstal aplikasi.
- 4) Telegram Desktop – Aplikasi khusus untuk pengguna PC yang mendukung hampir semua fitur dari versi mobile, termasuk berbagi file besar dan penggunaan multi-akun.
- 5) Telegram Business (belum resmi dirilis) – Dirancang untuk keperluan bisnis dengan fitur seperti chatbot canggih, integrasi layanan pelanggan, dan alat analitik.

d) Telegram Bot

Menurut (Nizam dkk., 2022b) bot telegram adalah sistem pihak ketiga yang dapat digunakan dalam Telegram, memungkinkan pengguna untuk mengirim pesan, perintah, dan permintaan *inline*. Kontrol bot juga dapat dilakukan melalui HTTPS ke API Telegram. Bot Telegram memiliki berbagai fungsi, di antaranya:

- 1) Berperan sebagai penghubung dengan layanan lain seperti Gmail, pencarian gambar, GIF, IMDB, Wikipedia, musik, dan YouTube.
- 2) Digunakan sebagai alat khusus untuk memberikan notifikasi, ramalan cuaca, terjemahan, pemformatan teks, serta berbagai layanan lainnya.
- 3) Mendukung permainan, baik dalam mode *single player* maupun *multiplayer*.

Selain itu, bot dapat digunakan untuk mengotomatiskan tugas yang berulang serta berfungsi sebagai alat pemantauan atau *monitoring* yang dijalankan oleh admin.

B. Kajian Penelitian Terdahulu yang Relevan

Penulisan ini mengacu terhadap penelitian sebelumnya yang relevan dan mempunyai topik serupa atau mendekati persamaan yang digunakan sebagai acuan penelitian. Penelitian tersebut akan dirincikan oleh tabel di bawah ini.

1. Kajian pertama yang di tulis oleh (Savitri & Paramytha, 2022) yang berjudul “Sistem *Monitoring* Parkir Mobil berbasis Mikrokontroller Esp32”. Penelitian ini membahas tentang sistem monitoring parkir mobil berbasis mikrokontroler ESP32 yang dirancang untuk memudahkan pengendara dalam menemukan tempat parkir di Universitas Bina Darma Palembang. Sistem ini menggunakan beberapa sensor, yaitu sensor *infrared* untuk mendeteksi kendaraan yang masuk dan keluar, sensor *proximity* untuk mendeteksi ketersediaan slot parkir, serta RFID untuk mengontrol akses kendaraan.

2. Kajian kedua yang ditulis oleh (Nizam dkk., 2022) yang berjudul “Mikrokontroler Esp 32 Sebagai Alat Monitoring Pintu Berbasis Web”. Penelitian ini membahas tentang sistem monitoring pintu berbasis web menggunakan mikrokontroler ESP32 sebagai solusi keamanan ruangan. Sistem ini dirancang untuk memantau kondisi pintu (terbuka atau tertutup) secara *real-time* dan memberikan notifikasi otomatis kepada pengguna melalui Telegram. Komponen utama dalam sistem ini meliputi sensor *magnetic door switch* untuk mendeteksi status pintu, *buzzer* sebagai alarm peringatan, serta web monitoring yang memungkinkan pengguna melihat kondisi pintu dari jarak jauh. Dengan teknologi *Internet of Things* (IoT), sistem ini memberikan kemudahan bagi pemilik kamar atau ruangan untuk tetap mengontrol akses tanpa harus terus-menerus memantau secara langsung.
3. Kajian ketiga yang ditulis oleh (Arifin dkk., 2022) yang berjudul “Sistem Keamanan Pintu Rumah Berbasis *Internet of Things* via Pesan Telegram”. Penelitian ini membahas sistem keamanan pintu rumah berbasis *Internet of Things* (IoT) yang terintegrasi dengan aplikasi Telegram untuk memberikan notifikasi kepada pemilik rumah. Sistem ini menggunakan mikrokontroler Wemos D1 R1, sensor *proximity* E18-D80NK untuk mendeteksi gerakan, kamera VC0706 untuk menangkap gambar objek, serta *solenoid door lock* sebagai pengunci pintu otomatis. Sistem dapat bekerja dalam dua mode, yaitu otomatis (ketika sensor mendeteksi gerakan, kamera akan mengambil gambar dan mengirimkannya ke Telegram) dan manual (pengguna dapat mengontrol pintu melalui perintah BOT Telegram). Dengan sistem ini, pemilik rumah dapat memonitor kondisi pintu secara *real-time* dan mengontrol akses pintu dari jarak jauh menggunakan *smartphone*.
4. Kajian keempat yang ditulis oleh (Ulandari dkk., 2023) yang berjudul “Rancang Bangun *Prototype* Sistem Monitoring Keamanan Rumah Menggunakan NodeMCU ESP32 dengan Multisensor Berbasis *Website*”. Penelitian ini membahas rancang bangun prototipe sistem monitoring

keamanan rumah menggunakan NodeMCU ESP32 dengan multisensor berbasis *website*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan sistem keamanan rumah yang dapat mendeteksi ancaman keamanan secara otomatis dan memberikan notifikasi kepada pengguna melalui aplikasi Telegram serta tampilan *website*. Sistem ini menggunakan Sensor *Ultrasonik* HCSR04, Sensor PIR, Sensor Api, dan Sensor Gas MQ-2 untuk mendeteksi keberadaan objek asing, gerakan mencurigakan, kebakaran, dan kebocoran gas. Ketika sensor mendeteksi ancaman, sistem akan mengaktifkan *buzzer*, membunyikan lonceng, serta mengirimkan peringatan ke Telegram. Selain itu, data dari sensor dapat dipantau secara *real-time* melalui *website* yang *user-friendly*.

5. Kajian kelima yang ditulis oleh (Malik & Sumpena, 2023) yang berjudul “Analisis Sistem Pemantauan Pemisah Sampah Logam dan Non Logam berbasis *Internet of Things*”. Penelitian ini membahas analisis sistem pemantauan pemisah sampah logam dan non-logam berbasis *Internet of Things* (IoT). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan tempat sampah pintar yang mampu memilah sampah logam dan non-logam secara otomatis serta memantau kapasitas sampah secara *real-time* menggunakan aplikasi Blynk. Sistem ini menggunakan sensor *proximity* untuk mendeteksi jenis sampah, sensor *ultrasonik* untuk mengukur volume sampah, sensor gas MQ135 untuk mendeteksi bau sampah, serta mikrokontroler ESP32 sebagai pusat kendali. Tempat sampah ini dirancang untuk mempermudah pengelolaan sampah dan mengoptimalkan waktu pengambilan sampah oleh petugas kebersihan melalui notifikasi otomatis ketika tempat sampah penuh.