

**RANCANG BANGUN PROTOTIPE SISTEM PEMBUKA
PINTU DARURAT OTOMATIS BERBASIS SENSOR ASAP
DAN PANAS DI BANDARA I GUSTI NGURAH RAI- BALI**

PROYEK AKHIR

Oleh:

MADE RIKY JUNIARTA WIDYA PUTRA

NIT. 55232310013



**PROGRAM STUDI PENYELAMATAN DAN PEMADAM KEBAKARAN
PENERBANGAN PROGRAM DIPLOMA TIGA POLITEKNIK
PENERBANGAN PALEMBANG**

**RANCANG BANGUN PROTOTIPE SISTEM PEMBUKA
PINTU DARURAT OTOMATIS BERBASIS SENSOR ASAP DAN
PANAS DI BANDARA I GUSTI NGURAH RAI- BALI**

TUGAS AKHIR

Karya tulis sebagai salah satu syarat lulus pendidikan Program Studi Diploma
Tiga Penyelamatan dan Pemadam Kebakaran Penerbangan

Oleh:

MADE RIKY JUNIARTA WIDYA PUTRA

NIT. 55232310013



**PROGRAM STUDI PENYELAMATAN DAN PEMADAM
KEBAKARAN PENERBANGAN PROGRAM DIPLOMA TIGA POLITEKNIK
PENERBANGAN PALEMBANG**

2026

ABSTRAK

RANCANG BANGUN PROTOTIPE SISTEM PEMBUKA PINTU DARURAT OTOMATIS BERBASIS SENSOR ASAP DAN PANAS DI BANDARA I GUSTI NGURAH RAI – BALI

Oleh :

MADE RIKY JUNIARTA WIDYA PUTRA
NIT. 55232310013

PROGRAM STUDI PENYELAMATAN DAN PEMADAM KEBAKARAN PENERBANGAN

Terminal bandar udara merupakan fasilitas publik dengan tingkat mobilitas yang tinggi sehingga memerlukan sistem keselamatan yang mampu mendukung proses evakuasi secara cepat dan efektif pada kondisi darurat. Berdasarkan hasil observasi selama kegiatan *On the Job Training* (OJT) di Bandar Udara Internasional I Gusti Ngurah Rai Bali, ditemukan bahwa beberapa pintu darurat masih menggunakan mekanisme pembukaan manual sehingga berpotensi menghambat proses evakuasi saat terjadi kebakaran. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan menguji prototipe sistem pembuka pintu darurat otomatis berbasis sensor asap dan panas menggunakan Arduino Uno. Metode penelitian yang digunakan adalah *Research and Development* (R&D) dengan model pengembangan Borg and Gall yang disederhanakan menjadi enam tahapan, yaitu identifikasi masalah, pengumpulan data, desain produk, validasi desain, revisi desain, dan uji coba produk. Prototipe dikembangkan menggunakan Arduino Uno yang terintegrasi dengan sensor asap MQ-2, sensor panas, *relay*, *buzzer*, motor servo, *solenoid door lock*, dan *push button*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa prototipe mampu mendeteksi asap dan peningkatan suhu sesuai parameter yang ditetapkan, kemudian mengaktifkan alarm serta membuka pintu darurat secara otomatis. Hasil validasi ahli memperoleh nilai rata-rata 92,5% dengan kategori sangat layak. Dengan demikian, prototipe yang dikembangkan layak digunakan sebagai sistem simulasi evakuasi darurat dan berpotensi meningkatkan efektivitas keselamatan di lingkungan bandar udara.

Kata Kunci: pintu darurat, sensor asap, sensor panas, Arduino Uno, evakuasi darurat.

ABSTRACT

DESIGN AND CONSTRUCTION OF A PROTOTYPE AUTOMATIC EMERGENCY DOOR OPENING SYSTEM BASED ON SMOKE AND HEAT SENSORS AT I GUSTI NGURAH RAI AIRPORT – BALI

By :

MADE RIKY JUNIARTA WIDYA PUTRA
NIT. 55232310013

AVIATION RESCUE AND FIRE FIGHTING STUDY PROGRAM DIPLOMA THREE PROGRAM

Airport terminals are public facilities with high passenger mobility that require effective safety systems to support rapid evacuation during emergency situations. Based on observations conducted during On-the-Job Training (OJT) at I Gusti Ngurah Rai International Airport, several emergency exits were found to rely on manual opening mechanisms, potentially delaying evacuation during fire incidents. This study aims to design and evaluate a prototype of an automatic emergency door opening system based on smoke and heat sensors using an Arduino Uno microcontroller. This research employed the Research and Development (R&D) method using the Borg and Gall development model, which was simplified into six stages: problem identification, data collection, product design, design validation, design revision, and product testing. The prototype was developed using an Arduino Uno integrated with an MQ-2 smoke sensor, heat sensor, relay module, buzzer, servo motor, solenoid door lock, and push button. The results showed that the prototype was capable of detecting smoke and elevated temperatures according to predetermined parameters, automatically activating an alarm and unlocking the emergency door. Expert validation results obtained an average score of 92.5%, categorized as highly feasible. Therefore, the developed prototype is considered suitable as an emergency evacuation simulation system and has the potential to improve evacuation effectiveness and safety within airport environments.

Keywords: emergency door, smoke sensor, heat sensor, Arduino Uno, emergency evacuation.

PENGEAHAN PEMBIMBING

Tugas Akhir : “RANCANG BANGUN PROTOTIPE SISTEM PEMBUKA PINTU DARURAT BERBASIS SENSOR ASAP DAN PANAS DI BANDARA INTERNASIONAL I GUSTI NGURAH RAI BALI” telah diperiksa dan disetujui untuk diuji sebagai salah satu syarat lulus pendidikan Program Studi Diploma Tiga Penyelamatan Dan Pemadam Kebakaran Penerbangan Angkatan ke-4, Politeknik Penerbangan Palembang - Palembang.



Nama : MADE RIKY JUNIARTA WIDYA PUTRA
NIT : 55232310013

PEMBIMBING I



Dr. Capt. AHMAD HARIRI, S.T., S.Si.T., M.Si.
Pembina Tk.1 (IV/b)
NIP. 197002031995031001

PEMBIMBING II



THURSINA ANDAYANI, M.SC.
Penata Muda Tk.1 (III/b)
NIP. 198607032022032002

KETUA PROGRAM STUDI



WILDAN NUGRAHA, S.E., MS.ASM.
Penata Tk.1 (III/d)
NIP. 198901212009121002

PENGESAHAN PENGUJI

Tugas Akhir : “RANCANG BANGUN PROTOTIPE SISTEM PEMBUKA PINTU DARURAT OTOMATIS BERBASIS SENSOR ASAP DAN PANAS DI BANDAR I GUSTI NGURAH RAI BALI” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Tugas Akhir Program Studi Diploma Tiga Penyelamatan Dan Pemadam Kebakaran Penerbangan Angkatan ke-4, Politeknik Penerbangan Palembang - Palembang. Tugas akhir ini telah dinyatakan LULUS Program Diploma III pada tanggal 30 Juni 2026.

KETUA



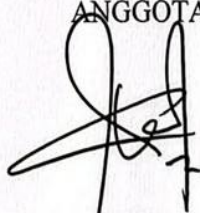
NOOR SULISTIYONO, S.SiT., M.M., M.Mar E.
Pembina (IV/a)
NIP. 19730430 2006041 001

SEKRETARIS



ZUSNITA HERMALA, S.Kom., M.Si.
Pembina (IV/a)
NIP. 197811182005022001

ANGGOTA



THURSINA ANDAYANI, M.SC.
Penata Muda Tk.1 (III/b)
NIP. 198607032022032002

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : MADE RIKY JUNIARTA WIDYA PUTRA

NIT : 55232310013

Program Studi : Penyelamatan dan Pemadam Kebakaran Penerbangan

Menyatakan bahwa TA berjudul “RANCANG BANGUN PROTOTIPE SISTEM PEMBUKA PINTU DARURAT OTOMATIS BERBASIS SENSOR ASAP DAN PANAS DI BANDARA I GUSTI NGURAH RAI BALI” merupakan karya asli saya bukan merupakan 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.

Palembang, 30 Juni 2026

Yang Membuat Pernyataan



MADE RIKY JUNIARTA WIDYA PUTRA

PEDOMAN PENGGUNAAN TUGAS AKHIR

Tugas akhir program Diploma Tiga 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 Proyek akhir ini dapat ditulis dalam bahasa Indonesia sebagai berikut :

Putra, M.R.J.W. (2026): *RANCANG BANGUN PROTOTIPE SISTEM PEMBUKA PINTU DARURAT OTOMATIS BERBASIS SENSOR ASAP DAN PANAS DI BANDARA I GUSTI NGURAH RAI- BALI*, Proyek Akhir Program Studi Diploma Tiga Penyelamatan dan Pemadam Kebakaran Perbangan, Politeknik Penerbangan Palembang.

Memperbanyak atau menerbitkan sebagian atau seluruh PA haruslah seizin Ketua Program Studi Penyelamatan dan Pemadam Kebakaran Penerbangan, Politeknik Penerbangan Palembang.

Dipersembahkan Kepada
Ayahanda I Made Sudiarta dan Ibunda Anik Widiyastuti
Serta Keluarga Besar

KATA PENGANTAR

Om Swastiastu, segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala limpahan rahmat, karunia, dan ridho-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir yang berjudul “Rancang bangun prototipe pembuka pintu darurat berbasis sensor asap dan panas di Bandar Udara I Gusti Ngurah Rai Bali” dengan baik dan tepat waktu.

Laporan Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Program Studi Diploma Tiga di Politeknik Penerbangan Palembang dan untuk memperoleh gelar Ahli Madya (A.Md.) dalam bidang keselamatan penerbangan. Penelitian ini diangkat sebagai bentuk kontribusi penulis dalam menjawab tantangan di bidang penerbangan, khususnya dalam meningkatkan efektivitas dan efisiensi proses evakuasi dalam keadaan darurat di bandara I Gusti Ngurah Rai - Bali.

Penyusunan laporan ini tentu tidak terlepas dari bantuan, arahan, dan dukungan dari berbagai pihak yang telah berperan penting selama proses penelitian hingga penyusunan laporan akhir ini. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada:

1. Ida Sang Hyang Widhi Wasa, yang telah memberikan anugerah, rahmat, dan perlindungan-Nya kepada hamba, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik.
2. Orang tua tercinta atas restu, doa, serta dukungan moril dan materil yang telah diberikan, sehingga penulis dapat menyusun dan menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini dengan lancar.
3. Direktur Politeknik Penerbangan Palembang Bapak Dr. Capt. Ahmad Hariri, S.T., S.Si.T., M.Si.
4. Bapak Wildan Nugraha, S.E., M.S.ASM. selaku Ketua program studi Penyelamatan dan Pemadam Kebakaran Penerbangan.
5. Bapak Dr. Capt. Ahmad Hariri, S.T., S.Si.T., M.Si. selaku Pembimbing 1.

6. Ibu Thursina Andayani, M.Sc. selaku Pembimbing 2.
7. Dosen Pembimbing On The Job Training, Bapak Yani Yudha Wirawan, S.Si.T.,M.T.
8. Bapak Nugroho Jati, selaku *General Manager* (GM) Bandar udara I Gusti Ngurah Rai Bali.
9. Bapak Sulistiyanto selaku unit *Airport Rescue and Fire Fighting Department Head* Bandar Udara I Gusti Ngurah Rai Bali.
10. Bapak I Made Evong Yudana selaku *Training Standard and Supervisor* unit *Airport Rescue and Fire Fighting* Bandar Udara I Gusti Ngurah Rai Bali.
11. Seluruh rekan-rekan Taruna PPKP 04 Politeknik Penerbangan Palembang.
12. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu memberikan dukungan kepada penulis.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih memiliki banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis sangat terbuka terhadap masukan, kritik, dan saran yang membangun dari berbagai pihak guna penyempurnaan di masa mendatang. Penulis juga berharap agar laporan Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak yang membutuhkan, terutama bagi personel *Airport Rescue and Fire Fighting*.

Om Santih, Santih, Santih, Om.

Palembang, 30 Juni 2026



MADE RIKY JUNIARTA WIDYA PUTRA
NIT.55232310013

DAFTAR ISI

ABSTRAK	ii
PENGESAHAN PEMBIMBING	iv
PENGESAHAN PENGUJI	v
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN	vi
PEDOMAN PENGGUNAAN TUGAS AKHIR	vii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	4
C. Batasan Masalah.....	4
D. Tujuan Penelitian.....	4
E. Manfaat Penelitian.....	5
F. Sistem Penulisan.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
A. Landasan Teori	7
B. Kajian Terhadap Relevan	17
BAB III METODE PENELITIAN	21
A. Prosedur Penelitian	21
B. Desain Penelitian	22
1. Potensi dan Masalah.....	22
2. Pengumpulan Data	23

3. Desain Produk	24
4. Validasi Desain	25
5. Revisi Desain.....	28
6. Uji Coba Produk.....	28
C. Jadwal Penelitian	29
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	30
A. Hasil Penelitian.....	30
1. Potensi dan masalah	30
2. Pengumpulan Data	33
3. Desain Produk	36
4. Validasi Desain	44
5. Revisi Desain.....	49
6. Uji Coba Produk Terbatas	51
B. Pembahasan	61
C. Teori pembandingan	61
BAB V SIMPULAN DAN SARAN.....	66
A. Simpulan.....	66
B. Saran.....	66
DAFTAR PUSTAKA	67
LAMPIRAN	70

DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1 Gedung bandara I Gusti Ngurah Rai.....	7
Gambar II.2 Sistem Proteksi Pasif Bandara I Gusti Ngurah Rai.....	9
Gambar II.3 Arduino Uno	12
Gambar II.4 Sensor Asap Mq-2.....	13
Gambar II.5 Sensor Api.....	14
Gambar II.6 Buzzer	14
Gambar II.7 Servo Sg90	15
Gambar II.8 Relay 2 channels	15
Gambar II.9 Power supply 12 volt	16
Gambar II.10 Selenoid Doorlock	16
Gambar II.11 Push Button.....	17
Gambar III.1 Tahapan Metode Research and Development (Borg & Gall).....	22
Gambar III.2 Tahap penyederhanaan tahapan Borg & Gall	21
Gambar III.3 Flowchart Alur Kerja	25
Gambar IV.1 Riwayat kerusakan dan pengecekan alat proteksi pasif.....	30
Gambar IV.2 Kejadian Kebakaran di bandar I Gusti Ngurah Rai	31
Gambar IV.3 Pengecekan Alat Proteksi bersama personil.....	33
Gambar IV.4 Flowchart kondisi eksisting	38
Gambar IV.5 Flowchart alat pembuka pintu otomatis	39
Gambar IV.6 Desain 3D SketchUp.....	40
Gambar IV.7 Proses Perakitan Rancang Bangun Alat.....	41
Gambar IV.8 Code Program Aplikasi Arduino IDE	42
Gambar IV.9 Uji Kelayakan Alat Secara Fungsi	43
Gambar IV.10 Desain 3D setelah revisi desain	50
Gambar IV.11 Hasil Alat Prototipe	51
Gambar IV.12 Proses Uji Coba Produk.....	52

DAFTAR TABEL

Tabel II.1 Kajian Terhadap Relevan	18
Tabel III.1 Daftar Narasumber Wawancara.....	24
Tabel III.2 Daftar Validator	26
Tabel III.3 Instrumen Validasi Penelitian	26
Tabel III.4 Kriteria Jawaban dengan Skala Likert.....	27
Tabel III.5 Rata Kriteria Kelayakan -Rata.....	27
Tabel III.6 Jadwal Pelaksanaan	29
Tabel IV.1 Tabel Hasil Wawancara.....	34
Tabel IV.2 Komponen Hardware	36
Tabel IV.3 Komponen software	37
Tabel IV.4 Tabel Penilaian Validator Ahli Materi.....	44
Tabel IV.5 Tabel Hasil Validasi Ahli Materi	46
Tabel IV.6 Penilaian Validator Ahli pengguna.....	46
Tabel IV.7 Tabel Hasil Validasi Ahli pengguna	48
Tabel IV.9 Tabel Revisi Alat	49
Tabel IV.10 Hasil Pengukuran Rangkaian Power Supply	53
Tabel IV.11 Hasil Pengukuran Rangkaian Sensor	53
Tabel IV.12 Hasil Pengukuran Rangkaian Sensor	54
Tabel IV.13 Hasil Pengukuran Aktuator Sistem	55
Tabel IV.14 Hasil Pengukuran Rangkaian Output dan Indikator	56
Tabel IV.15 Data Hasil Pengujian.....	57
Tabel IV.16 Hasil Pengujian sistem.....	59
Tabel IV.17 Tabel Perbandingan Komponen	63

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Bandar udara merupakan salah satu infrastruktur vital yang berperan dalam mendukung penyelenggaraan transportasi udara di Indonesia. Keberadaannya tidak hanya sebagai sarana operasional penerbangan, tetapi juga berfungsi sebagai gerbang utama suatu daerah yang turut mendorong pertumbuhan ekonomi masyarakat. Berdasarkan peraturan (Kementerian Perhubungan Republik Indonesia, 2021) bandar udara merupakan sebagai kawasan tertentu yang berada di daratan maupun perairan, yang digunakan untuk kegiatan *landing* dan *take-off* pesawat udara, pergerakan penumpang, proses bongkar muat barang, serta sebagai titik perpindahan antar moda transportasi. Selain itu, bandar udara juga dilengkapi dengan berbagai fasilitas keselamatan dan keamanan penerbangan, disertai sarana penunjang lainnya yang mendukung kelancaran operasional secara menyeluruh.

Transportasi udara memiliki peran penting dalam mendukung aktivitas masyarakat di bidang ekonomi, pemerintahan, dan pariwisata. Tingginya minat masyarakat terhadap transportasi udara turut meningkatkan mobilitas penumpang di bandar udara serta mendorong pertumbuhan ekonomi dan efisiensi perjalanan (Nurhikmah, 2023). Salah satu bandar udara dengan tingkat mobilitas penumpang yang tinggi adalah Bandar Udara Internasional I Gusti Ngurah Rai, yang melayani 24.125.161 penumpang, di antaranya penumpang internasional mendominasi sebanyak 15.177.283, sementara 8.947.878 penumpang domestik setiap tahunnya. Tingginya aktivitas penumpang tersebut menuntut tersedianya fasilitas keselamatan dan keamanan yang mampu menjamin kelancaran operasional serta melindungi pengguna bandar udara dalam kondisi darurat.

Terminal penumpang merupakan area dengan tingkat aktivitas yang tinggi sehingga memiliki potensi risiko terjadinya keadaan darurat, termasuk kebakaran. Oleh karena itu, penerapan sistem keselamatan di terminal harus

mengacu pada standar yang ditetapkan oleh *International Civil Aviation Organization* (ICAO) melalui Annex 14 Aerodromes serta regulasi nasional yang mengatur penyediaan fasilitas keselamatan, termasuk pintu darurat (*emergency exit*). Fasilitas tersebut harus mampu mendukung proses evakuasi secara cepat, aman, dan efektif ketika terjadi keadaan darurat. Sejalan dengan hal tersebut, Ariyanto (2020) menyatakan bahwa sistem keselamatan pada bangunan publik perlu dirancang untuk menjamin kelancaran evakuasi sehingga dapat meminimalkan risiko korban jiwa.

Kebakaran merupakan salah satu risiko yang perlu diantisipasi pada bangunan publik dengan tingkat aktivitas tinggi karena dapat menimbulkan kerugian material, mengganggu operasional, serta membahayakan keselamatan pengguna fasilitas. Oleh karena itu, penerapan sistem proteksi kebakaran dan penyediaan sarana evakuasi yang memadai menjadi bagian penting dalam meminimalkan dampak yang ditimbulkan akibat keadaan darurat.

Dalam mendukung aspek keselamatan tersebut, Unit Pertolongan Kecelakaan Pesawat dan Pemadam Kebakaran (PKP-PK) bertugas melaksanakan penanggulangan kebakaran, penyelamatan, serta pemantauan fasilitas proteksi kebakaran di lingkungan bandar udara. Berdasarkan Peraturan (Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2008b), sistem proteksi kebakaran terdiri atas sistem proteksi aktif dan proteksi pasif. Sistem proteksi aktif mencakup perangkat pendeteksi dan pemadam kebakaran, sedangkan sistem proteksi pasif meliputi ketahanan material bangunan dan konstruksi terhadap api (Permana & Fatchul, 2022). Meskipun kejadian darurat di bandar udara relatif jarang terjadi, kesiapsiagaan unit PKP-PK tetap harus terjaga karena keadaan darurat dapat terjadi sewaktu-waktu dan memerlukan respons yang cepat serta tepat.

Berdasarkan hasil observasi terbatas yang dilakukan penulis selama kegiatan *On the Job Training* (OJT) di Bandar Udara Internasional I Gusti Ngurah Rai, ditemukan bahwa beberapa fasilitas *emergency exit* (pintu darurat) di gedung terminal masih menggunakan mekanisme pembukaan manual dan pada kondisi tertentu berada dalam keadaan terkunci sebagai bagian dari sistem keamanan

fasilitas. Temuan tersebut diperoleh melalui pengamatan langsung serta informasi dari personel yang bertugas pada bidang keselamatan dan penanggulangan keadaan darurat. Meskipun penguncian dilakukan untuk mencegah akses tidak sah dan menjaga keamanan fasilitas, belum terdapat mekanisme yang mampu mengintegrasikan aspek keamanan dan keselamatan secara optimal sehingga akses evakuasi berpotensi mengalami keterlambatan pada kondisi darurat.

Kondisi tersebut menjadi perhatian karena pada tahun 2019 pernah terjadi kebakaran pada salah satu fasilitas penunjang di lingkungan bandar udara akibat gangguan instalasi listrik. Walaupun kejadian tersebut dapat segera ditangani dan tidak berkembang lebih luas, munculnya asap sempat menimbulkan kepanikan sehingga penumpang dan pengguna jasa harus diarahkan menuju jalur evakuasi yang tersedia, termasuk melalui pintu darurat. Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem yang mampu menjaga keseimbangan antara aspek keamanan dan keselamatan dengan memastikan akses evakuasi dapat digunakan secara cepat, aman, dan efektif ketika terjadi keadaan darurat.

Kebakaran merupakan keadaan darurat yang dapat berkembang dengan cepat dan menimbulkan risiko besar terhadap keselamatan jiwa maupun aset. Menurut *National Fire Protection Association* (NFPA), api dapat berkembang menjadi kondisi berbahaya dalam waktu singkat, sehingga keterlambatan deteksi dan respons dapat meningkatkan potensi kerugian. Selain itu, proses evakuasi sering kali terkendala oleh kepanikan, kepadatan penghuni, dan keterbatasan waktu. Penelitian mengenai sistem evakuasi menunjukkan bahwa keterlambatan dalam mengakses jalur evakuasi menjadi salah satu faktor yang dapat meningkatkan risiko korban (Azhari *et al.*, 2025).

Berbagai penelitian terdahulu umumnya berfokus pada pengembangan sistem deteksi kebakaran berbasis sensor asap atau suhu yang terintegrasi dengan alarm peringatan. Namun, penelitian yang mengintegrasikan sistem deteksi kebakaran dengan mekanisme pembukaan pintu darurat secara otomatis masih relatif terbatas, khususnya pada lingkungan bandar udara. Kondisi tersebut menunjukkan adanya kesenjangan penelitian (*research gap*) berupa belum dua

doptimalnya integrasi antara sistem deteksi dini kebakaran dan akses evakuasi otomatis. Oleh karena itu, melalui penelitian berjudul “*Rancang Bangun Prototipe Sistem Pembuka Pintu Darurat Otomatis Berbasis Sensor Asap Dan Panas Menggunakan Arduino Uno Di Bandara I Gusti Ngurah Rai*”, dikembangkan suatu sistem yang tidak hanya berfungsi sebagai pendeteksi dini kebakaran, tetapi juga mampu memberikan respon otomatis berupa pembukaan pintu darurat guna mempercepat proses evakuasi dan meminimalkan risiko dalam kondisi darurat.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang, peneliti merumuskan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang prototipe pembuka pintu *emergency* berbasis sensor asap dan panas menggunakan mikrokontroler Arduino Uno?
2. Bagaimana tingkat akurasi dan kecepatan respons sensor asap dan panas dalam mengaktifkan kunci otomatis?

C. Batasan Masalah

Penelitian ini dibatasi pada perancangan prototipe pembuka pintu *emergency* berbasis mikrokontroler *Arduino Uno* dengan menggunakan sensor asap MQ-2 dan sensor panas, yang diintegrasikan dengan aktuator berupa servo atau *solenoid door lock*, serta hanya diuji pada prototipe pintu dalam skala kecil untuk mendukung proses evakuasi di gedung terminal Bandar Udara I Gusti Ngurah Rai.

D. Tujuan Penelitian

Berdasarkan batasan masalah yang saya sudah tetapkan, maka tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui dan menghasilkan rancangan sistem perangkat keras dan perangkat lunak pada prototipe pembuka pintu *emergency* berbasis sensor asap dan panas yang terintegrasi menggunakan mikrokontroler.
2. Mengetahui tingkat akurasi dan kecepatan respons sensor asap dan panas dalam mendeteksi indikasi kebakaran serta dalam mengaktifkan sistem kunci otomatis pada pintu darurat

E. Manfaat Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk memberikan manfaat yang relevan, sebagaimana dijabarkan dalam poin-poin berikut:

1. Manfaat Teoritis

Menambah wawasan dan referensi ilmiah mengenai pemanfaatan teknologi digital dalam bidang keselamatan penerbangan, khususnya terkait penerapan teknologi berbasis sensor dalam sistem pendukung evakuasi darurat guna mendukung tugas personel PKP-PK di bandara.

2. Manfaat Praktis

- a. Bagi Manajemen Bandara: Dapat membantu memperoleh gambaran mengenai penerapan teknologi yang dapat mempercepat akses keluar saat terjadi kebakaran. Selain itu, prototipe ini juga berpotensi mendukung peningkatan standar keamanan operasional serta meminimalkan risiko keterlambatan dalam evakuasi penumpang di area mobilitas yang tinggi seperti gedung terminal bandar udara.
- b. Bagi personil unit PKP-PK: Meningkatkan dalam proses evakuasi penumpang di area terminal.

Studi ini diharapkan dapat membantu mempercepat akses keluar pada kondisi darurat sehingga meminimalisir risiko korban jiwa, khususnya pada area terminal yang dominan mobilitas pergerakan penumpang yang tinggi.

F. Sistem Penulisan

Desain penelitian adalah kerangka kerja atau struktur yang digunakan dalam suatu penelitian untuk memastikan bahwa proses penelitian dilakukan secara sistematis, logis, dan relevan.

BAB I PENDAHULUAN

Bagian ini akan membahas dasar pemikiran penelitian, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, serta struktur penyusunan laporan ini yang diterapkan dalam penelitian ini.

BAB II LANDASAN TEORI

Berisi teori-teori yang digunakan dalam penelitian, teori penunjang, serta studi-studi terdahulu yang relevan untuk perbandingan produk yang dihasilkan.

BAB III METODE PENELITIAN

Bagian ini menguraikan metode yang digunakan dalam penelitian, yang mencakup tahapan perancangan dan pengembangan sistem, serta proses penciptaan inovasi yang menjadi inti dari penelitian ini.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Berisi hasil dari metodologi penelitian yang dijabarkan dalam bentuk pembahasan dan pengoperasian produk.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Berisi ringkasan lengkap mengenai hasil dan pembahasan, serta saran-saran untuk perbaikan atau aspek lain yang perlu dikaji lebih lanjut