

Perancangan *Automatic Gate Metal Detector* (AGMD) Di Pos Daerah Keamanan Terbatas (Dkt) Kargo Bandara Soekarno-Hatta

Rizki Septi Yoma ^{*)1}, Feti Fatonah ², Rudi Heryanto ³

^{1,2,3}Teknik Navigasi Udara Politeknik Penerbangan Indonesia Curug

^{*)}Corresponding author, email: rizki.s.yoma@gmail.com

Abstrak	INFO.
<p>Penelitian ini membahas tentang rancang bangun Automatic Gate Metal Detector (AGMD) dimana terdapat simulasi system Automatic Gate yang terintegrasi dengan peralatan WTMD (Walk-Through Metal Detector). Rancang bangun alat ini diharapkan dapat berkontribusi pada perusahaan atau dapat dikembangkan sebagai produk dalam negeri yang memiliki nilai jual. Automatic gate atau gerbang otomatis adalah pintu yang dapat membuka dan menutup secara otomatis tanpa menggunakan tenaga manusia. Gerbang otomatis biasanya menggunakan tenaga listrik atau sensor tekanan untuk bekerja. Walk-Through Metal Detector (WTMD) adalah alat deteksi logam yang berbentuk pintu yang berfungsi untuk mendeteksi barang bawaan penumpang di bandara. Rancang bangun AGMD (Automatic Gate Metal Detector) adalah alat yang mengintegrasikan antara System Automatic Gate dengan peralatan Walk-Through Metal Detector (WTMD) dengan rancang bangun alat ini diharapkan dapat meningkatkan keamanan dan keselamatan penerbangan.</p>	<p>Info. Artikel: No. 019 Received. June 25, 2025 Revised. July, 05, 2025 Accepted. August, 29, 2025 Page. 28 – 43</p> <p>Kata kunci:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Automatic Gate Metal Detector (AGMD) ✓ Walk-Through Metal Detector (WTMD) ✓ Gerbang otomatis ✓ Deteksi logam ✓ Keamanan penerbang

Abstract

This study discusses the design of Automatic Gate Metal Detector (AGMD) where there is a simulation of the Automatic Gate system integrated with WTMD (Walk-Through Metal Detector) equipment. The design of this tool is expected to contribute to the company or can be developed as a domestic product that has a selling value. Automatic gate or automatic gate is a door that can open and close automatically without using human power. Automatic gates usually use electricity or pressure sensors to work. Walk-Through Metal Detector (WTMD) is a metal detection tool in the form of a door that functions to detect passenger luggage at the airport. The design of AGMD (Automatic Gate Metal Detector) is a tool that integrates the Automatic Gate System with Walk-Through Metal Detector (WTMD) equipment with the design of this tool is expected to improve flight security and safety.

PENDAHULUAN

Berdasarkan Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor PM 9 Tahun 2024 Tentang Keamanan Penerbangan Nasional, Bandar Udara didefinisikan sebagai kawasan di daratan dan/atau perairan dengan batas-batas tertentu yang digunakan sebagai tempat pesawat udara mendarat dan lepas landas, serta naik turun penumpang, bongkar muat barang, dan sebagai lokasi perpindahan intra dan antarmoda transportasi. Bandar Udara dilengkapi dengan fasilitas keselamatan dan keamanan penerbangan, serta fasilitas pokok dan fasilitas penunjang lainnya (Kementerian Perhubungan RI, 2024).

Menurut peraturan tersebut, terdapat Daerah Keamanan Terbatas yaitu daerah-daerah di Sisi Udara di Bandar Udara yang diidentifikasi sebagai daerah berisiko tinggi. Di daerah ini, langkah-langkah pengendalian keamanan diterapkan, termasuk pengendalian akses dan pemeriksaan keamanan yang ketat. Daerah Keamanan Terbatas (Security Restricted Area) adalah daerah-daerah di sisi udara pada bandar udara setelah posisi pengendalian jalan masuk yang diidentifikasi sebagai daerah berisiko tinggi, sesuai dengan Peraturan Direktur Jenderal Perhubungan Udara Nomor: Skep 2765/XII/2010 [1].

POS DKT Kargo Bandara Soekarno-Hatta saat ini difungsikan sebagai pos pemeriksaan keamanan pertama (Security Check Point/SCP-1) untuk akses ke Daerah Keamanan Terbatas (Security Restricted Area) oleh pihak pengelola Bandara Soekarno-Hatta. Berdasarkan Peraturan Direktur Jenderal Perhubungan Udara

Nomor: Skep 2765/XII/2010, setiap pos pemeriksaan harus memiliki sekurang-kurangnya 1 (satu) jalur pemeriksaan dan setiap penumpang, personel pesawat udara dan orang perseorangan serta barang bawaan harus dilakukan pemeriksaan keamanan [2].

Pada jalur pemeriksaan yang menggunakan peralatan keamanan penerbangan harus mempunyai peralatan keamanan paling sedikit meliputi: Mesin *X-Ray*, *Walk Through Metal Detector* (WTMD), *Hand Held Metal Detector* (HHMD). Saat ini peralatan *Walk-Through Metal Detector* (WTMD) hanya difungsikan sebagai pendeteksi benda logam yang disembunyikan oleh penumpang pesawat udara atau pengguna jasa Bandara di dalam pakaian atau badan, sedangkan untuk otorisasi yang mengizinkan penumpang pesawat udara atau pengguna jasa Bandara memasuki kawasan terbatas adalah petugas Aviation Security (*Avsec*).

Penumpang dan crew pesawat udara terhadap tindakan melawan hukum dengan mencegah terangkutnya barang-barang yang dapat membahayakan penerbangan [3]. Namun dalam praktiknya, masih sering ditemukan praktek *bypass* dimana ketika peralatan *Walk-Through Metal Detector* (WTMD) mendeteksi adanya benda logam pada pengguna jasa, pengguna jasa tetap diijinkan masuk oleh petugas *Avsec* tanpa dilakukan pemeriksaan ulang sehingga dapat membahayakan Keamanan dan Keselamatan Penerbangan.

Beberapa faktor yang menyebabkan petugas Aviation Security (*Avsec*) melakukan *bypass* adalah pada mentalitas dari individu pengguna jasa itu sendiri, dimana dari individu tersebut tidak mengindahkan etika, sopan santun toleransi antar pengguna jasa, kematangan dalam pengendalian emosi [4]. Kejadian ini kadangkala terjadi apabila individu tersebut memiliki jabatan yang lebih tinggi dan menganggap pemeriksaan dari petugas Aviation Security (*Avsec*) merupakan tindakan yang merugikan dirinya. Kendala selanjutnya adalah masih ditemukan beberapa penumpang yang kurang kooperatif dalam mematuhi peraturan yang berlaku sehingga petugas memberikan pelayanan yang lebih terhadap penumpang tersebut agar terciptanya keamanan dan keselamatan dalam penerbangan [5].

Teknologi dapat dimaknai sebagai pengetahuan mengenai bagaimana membuat sesuatu (*know how of making things*) atau bagaimana melakukan sesuatu (*know-how of doing things*), dalam arti kemampuan untuk mengerjakan sesuatu dengan lebih efektif dan efisien [6]. Dengan pesatnya perkembangan teknologi maka perlu adanya pengembangan sistem *Walk-Through Metal Detector* menjadi lebih efektif dan efisien.

Perkembangan teknologi saat ini yang sangat pesat menjadikan kegiatan yang dilakukan oleh manusia menjadi lebih mudah, diantaranya terdapat peralatan yang berfungsi sebagai gerbang pintu otomatis, dimana fungsi gerbang pintu tersebut berfungsi sebagai pembatasan kegiatan keluar dan masuk seseorang pada suatu wilayah tertentu tanpa harus adanya petugas yang melakukan penjagaan. Penelitian tentang "*Efektifitas Autogate sebagai Pondasi Pelayanan Keimigrasian Masa Depan*" menjelaskan bahwa sistem *autogate* yang terintegrasi dengan sistem pengamanan yang dapat melakukan prosedur pemindaian paspor dan sidik jari dapat mempermudah serta memaksimalkan dalam melakukan pengawasan bagi petugas imigrasi [7].

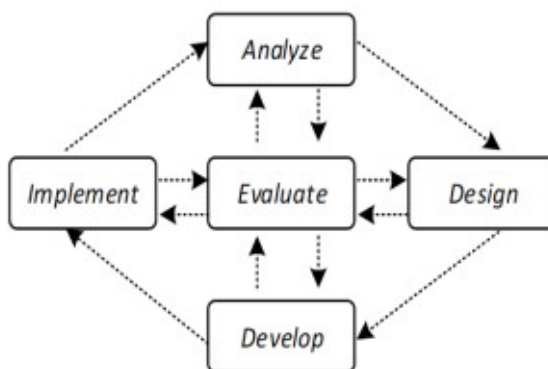
Penelitian sebelumnya dalam bidang keamanan, khususnya pengembangan sistem deteksi logam *Walk-Through Metal Detector* (WTMD), menunjukkan berbagai pendekatan inovatif. Referensi [8] mengembangkan sistem *Electromagnetic Imaging* untuk deteksi dan klasifikasi senjata yang dapat mendeteksi dan mengklasifikasi senjata secara efektif dan efisien. merancang *Metal Detector* menggunakan PIC *Microcontroller* yang tidak hanya mendeteksi keberadaan logam, tetapi juga mengidentifikasi jenis logam tersebut serta menampilkan informasi pada komputer dan mengambil gambar melalui *webcam*. Sementara referensi [9] mengembangkan *Arduino Based Auto Frisking Device* yang mengintegrasikan sistem pemantauan suhu tubuh, sistem deteksi logam, dan sistem sanitasi otomatis.

Penelitian-penelitian sebelumnya menunjukkan betapa pentingnya integrasi peralatan *Walk-Through Metal Detector* (WTMD) dengan *Automatic Gate*. Oleh karena itu, perlu dibuat rancangan *Automatic Gate Metal Detector* (AGMD) di Pos Daerah Keamanan Terbatas (DKT) Kargo. Penelitian ini berbeda dari yang sebelumnya, terutama dalam hal lokus dan sistem integrasi peralatan. Dalam rancangan ini *Walk-Through Metal Detector* (WTMD) diintegrasikan dengan sistem *Automatic Gate*, dan rancangan *Automatic Gate Metal*

Detector (AGMD) ini dirancang khusus untuk digunakan di bandara, tepatnya di Pos Daerah Keamanan Terbatas (DKT) Kargo.

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka diperlukan perancangan integrasi Walk-Through Metal Detector (WTMD) dengan autogate untuk meningkatkan keamanan secara signifikan. Integrasi ini diharapkan dapat menciptakan sistem keamanan yang lebih komprehensif, efisien, dan efektif dalam mencegah potensi ancaman di area terbatas, juga untuk mempermudah kerja petugas Avsec dalam melakukan screening dan penjagaan pada pengguna jasa Bandara dalam memasuki kawasan terbatas di Bandara.

Research & Development mencakup serangkaian aktivitas yang dimulai dengan *research* dan berlanjut dengan *development*. Kegiatan *research* berfokus pada pengumpulan informasi tentang kebutuhan pengguna (*needs assessment*) sedangkan kegiatan *development* dilakukan untuk menciptakan alat edukasi [10]. Salah satu keunggulan penelitian R&D model ADDIE adalah pada tahap kerjanya yang sistematis. Model ADDIE muncul pada tahun 1990-an yang dikembangkan oleh Reiser dan Mollena. Model ADDIE ada lima fase atau tahap yang perlu dilakukan secara sistematis. Adapun prosedur pengembangan produk dengan model ADDIE dapat dilihat pada gambar [11].



Gambar 1. Tahapan Model ADDIE

Perancangan sistem *Automatic Gate Metal Detector* (AGMD) mengintegrasikan berbagai komponen perangkat lunak dan keras untuk mendukung fungsionalitas secara otomatis dan presisi. Dari sisi perangkat lunak, digunakan Visual Studio Code (VS Code) dengan ekstensi PlatformIO IDE yang mendukung pengembangan Arduino, serta bahasa pemrograman C++ sebagai dasar penulisan instruksi sistem. Sedangkan dari sisi perangkat keras, sistem ini melibatkan laptop sebagai alat utama pemrograman, AVO meter untuk pengukuran arus, tegangan, dan hambatan, serta komponen utama seperti Arduino Uno yang mengendalikan kerja perangkat berdasarkan masukan dari berbagai sensor. Servo motor digunakan untuk membuka dan menutup gerbang secara otomatis, sementara modul detektor logam menjadi komponen kunci dalam mendeteksi benda berbahan logam di tubuh pengguna. Komponen pendukung lainnya meliputi power supply 12V 3A, modul step-down 5V, serta buzzer dan LCD 16x2 sebagai media indikator dan output.

Lebih lanjut, sistem ini dilengkapi laser transmitter dan receiver untuk mendeteksi keberadaan objek atau individu di depan gerbang. Jika laser terhalang, sistem akan memberikan instruksi kepada Arduino untuk menindaklanjuti berdasarkan hasil dari detektor logam. Apabila benda logam terdeteksi, gerbang tetap tertutup dan buzzer menyala sebagai peringatan. Sebaliknya, jika tidak ditemukan logam berbahaya, motor servo akan menggerakkan gerbang untuk terbuka. Penggabungan perangkat lunak yang mumpuni dengan perangkat keras yang saling terintegrasi menjadikan sistem AGMD ini sebagai solusi efektif dalam mendukung keamanan dan efisiensi otomatisasi gerbang masuk di area publik seperti bandara atau tempat strategis lainnya.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metodologi Research and Development (R&D) dengan model Analisis Design Development Implementation Evaluation (ADDIE). Pendekatan R&D dipilih karena tujuan penelitian adalah mengembangkan dan menghasilkan produk inovatif berupa sistem Automatic Gate Metal Detector (AGMD) yang dapat meningkatkan efektivitas sistem Walk-Through Metal Detector (WTMD) yang sudah ada di Pos Daerah Keamanan Terbatas (DKT) Kargo Bandara Soekarno-Hatta.

Metodologi R&D dalam penelitian ini dibatasi hingga tahap ketiga yaitu tahap pengembangan (development), dengan fokus utama pada proses development dan pengujian produk untuk memastikan kelayakan dan efektivitasnya sebelum implementasi.

Tahap pertama adalah menganalisis kebutuhan sistem Automatic Gate Metal Detector (AGMD). Analisis ini mencakup:

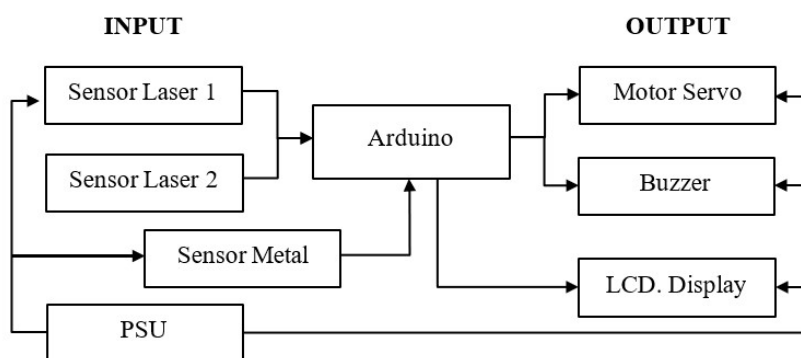
1. Melakukan studi literatur dengan melakukan observasi terkait urgensi perancangan Mock-Up Walk-Through Metal Detector (WTMD) dan Automatic Gate untuk digunakan dilokasi;
2. Menentukan spesifikasi komponen yang akan digunakan dalam perancangan Automatic Gate Metal Detector (AGMD);

Perancangan Produk (Design)

Pada tahap ini, sistem *Automatic Gate Metal Detector* (AGMD) dirancang secara detail. Proses perancangan meliputi:

1. Membuat diagram blok sistem yang menunjukkan hubungan antar-komponen utama, seperti sensor, mikrokontroler, dan motor servo;
2. Menyusun skema rangkaian elektronik untuk memastikan semua komponen terhubung dengan baik;
3. Membuat *flowchart* program yang menunjukkan alur kerja perangkat lunak yang akan dijalankan di mikrokontroler arduino.

Perancangan ini memastikan bahwa semua komponen sistem bekerja secara sinergis untuk mendeteksi logam dan mengontrol gerakan gerbang secara otomatis. Berikut adalah gambar Blok Diagram pada perancangan sistem *Automatic Gate Metal Detector* (AGMD):



Gambar 2. Blok Diagram dari sistem AGMD

Pembuatan Prototipe (Development)

Prototipe AGMD dibuat berdasarkan desain yang telah dirancang. Tahap ini mencakup:

1. Merakit perangkat keras (*hardware*), termasuk penyolderan komponen pada PCB dan penyusunan komponen dalam casing yang sesuai;

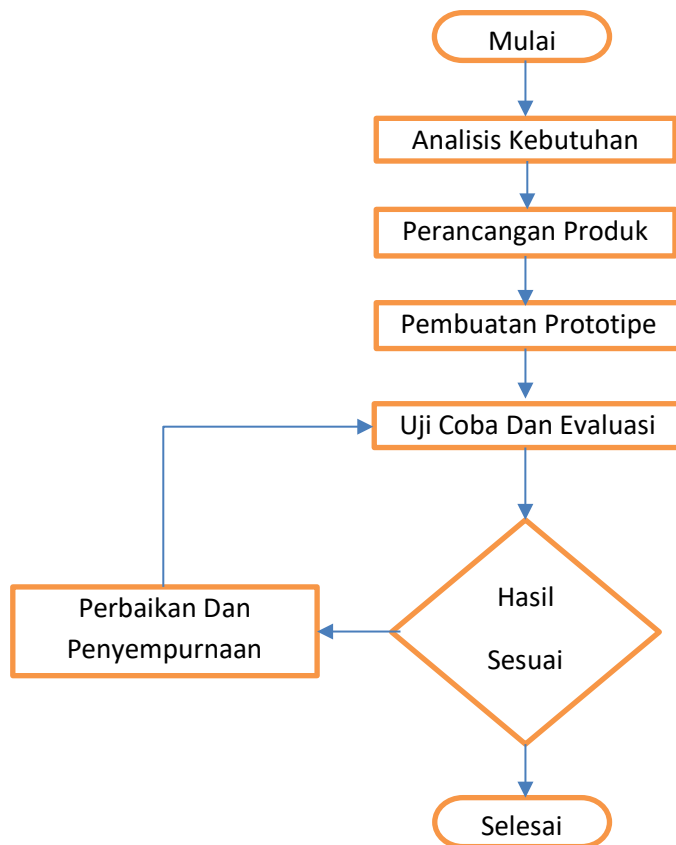
2. Mengembangkan perangkat lunak (software) dengan menulis kode program menggunakan bahasa C/C++ di Arduino IDE;
3. Mengintegrasikan hardware dan software agar sistem dapat bekerja sesuai dengan desain.

Setelah *prototipe* selesai dibuat, dilakukan uji coba untuk memastikan bahwa sistem berfungsi sesuai dengan spesifikasi. Tahapan uji coba meliputi:

1. Pengujian Fungsi Detektor Logam
 - a. Menguji sensitivitas dan akurasi modul detektor logam dalam mendeteksi berbagai jenis logam.
 - b. Mengkalibrasi detektor untuk mengurangi *false positives*.
2. Pengujian *Motor Servo*
 - a. Menguji kecepatan dan presisi gerakan motor servo dalam membuka dan menutup gerbang.
 - b. Memastikan servo mampu menahan posisi dengan stabil.
3. Pengujian *Laser Transmitter dan Receiver*
 - a. Menguji kemampuan *laser* dalam mendeteksi objek yang menghalangi jalur sinar.
 - b. Menyesuaikan posisi laser agar deteksi optimal.
4. Pengujian Keseluruhan Sistem
 - a. Menguji integrasi semua komponen dalam skala laboratorium.
 - b. Memastikan sistem dapat merespon dalam waktu yang cepat dan akurat.
 - c. Data yang diperoleh dari hasil pengujian akan dianalisis untuk mengevaluasi kinerja sistem Automatic Gate Metal Detector (AGMD). Analisis dilakukan dengan membandingkan hasil pengujian dengan tujuan awal penelitian. Parameter yang dianalisis meliputi:
 - d. Tingkat akurasi deteksi logam
 - e. Keandalan sistem dalam operasi berkelanjutan

Hasil analisis akan digunakan sebagai dasar untuk melakukan perbaikan dan penyempurnaan sistem sebelum implementasi final.

Berikut merupakan *Flow Chart* penelitian menggambarkan tahapan-tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini mulai dari analisis kebutuhan hingga implementasi dan penyebaran. Diagram alir penelitian dapat dilihat pada Gambar berikut:



Gambar 3. Flow Chart Penelitian

A. Alat dan Bahan

Berikut adalah daftar alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini:

1. Alat

- a. *Laptop/PC* untuk pemrograman dan dokumentasi.
- b. *Multimeter* untuk mengukur tegangan, arus, dan resistansi.
- c. Obeng set untuk memasang dan membuka komponen..

2. Bahan

- a. *Arduino Uno* sebagai mikrokontroler utama.
- b. *Power Supply Unit (PSU) 12V 3A* untuk menyediakan daya.
- c. *Motor Servo* untuk menggerakkan gerbang otomatis.
- d. Modul Detektor Logam untuk mendeteksi keberadaan logam.
- e. *Laser Transmitter* dan *Receiver* untuk mendeteksi objek di depan gerbang.
- f. *Buzzer* sebagai indikator suara.
- g. LCD 16x2 untuk menampilkan informasi status sistem.
- h. *Modul Step-Down* untuk menurunkan tegangan dari PSU ke 5V.
- i. Kabel dan konektor untuk menyambungkan komponen

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Gambaran Umum Perancangan

Rancangan sistem *Automatic Gate Metal Detector* (AGMD) ini didasarkan pada kebutuhan untuk meningkatkan keamanan penerbangan khususnya di area Daerah Keamanan Terbatas (DKT) Kargo Bandara Soekarno Hatta, Sistem ini mengintegrasikan beberapa komponen elektronika yang bekerja secara sinergis sehingga dapat menghasilkan perancangan alat *Automatic Gate Metal Detector* (AGMD), untuk membuat mock-up dari sistem perancangan ini dibutuhkan komponen elektronika seperti *modul step down*, *sensor laser*, *sensor metal detector*, *buzzer*, *motor servo*, *LCD display* dan unit kontrol berupa *mikrokontroler Arduino Uno*, berikut adalah penjelasan fungsi dari masing – masing komponen:

1. *Modul step down* berfungsi sebagai *Power Supply Unit* (PSU) yang memberikan tegangan pada masing – masing komponen elektronika;
2. *Sensor laser 1* berfungsi sebagai *trigger* pada *motor servo* untuk membuka *gate*;
3. *Sensor laser 2* berfungsi sebagai *trigger* pada *motor servo* untuk menutup *gate*;
4. *Sensor metal detector* berfungsi untuk mendeteksi adanya benda yang terbuat dari metal atau logam;
5. *Buzzer* berfungsi sebagai *indicator* atau informasi berupa suara apabila *sensor metal detector* mendeteksi adanya benda metal atau logam;
6. *LCD display* berfungsi memberikan informasi secara tertulis ketika benda metal atau logam terdeteksi;
7. *Motor servo* berfungsi untuk menggerakkan perancangan *gate* / palang / pintu;
8. Komponen utama dari perangkat ini adalah *mikrokontroler Arduino Uno* yang berfungsi sebagai kontrol dari perancangan alat ini.

Langkah selanjutnya adalah memastikan bahwa prototipe dari perancangan akan menjadi sebuah *Mock-Up* sehingga dapat memberikan gambaran *visual* terkait perancangan produk. Setelah perancangan menjadi sebuah *prototipe* maka pengujian fungsi dan evaluasi terkait performansi peralatan perlu dilakukan hingga didapatkan hasil berupa sebuah *mock-up*.

B. Langkah-langkah Perancangan

Sistem *Automatic Gate Metal Detector* (AGMD) dirancang menggunakan metode R&D model ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation*). Model ini dipilih karena memiliki tahapan yang sistematis dan memungkinkan evaluasi berkala untuk penyempurnaan sistem. Berikut merupakan langkah-langkah perancangan sistem *Automatic Gate Metal Detector* (AGMD) menggunakan pendekatan ADDIE:

1. Tahap Analisis (*Analisis*)

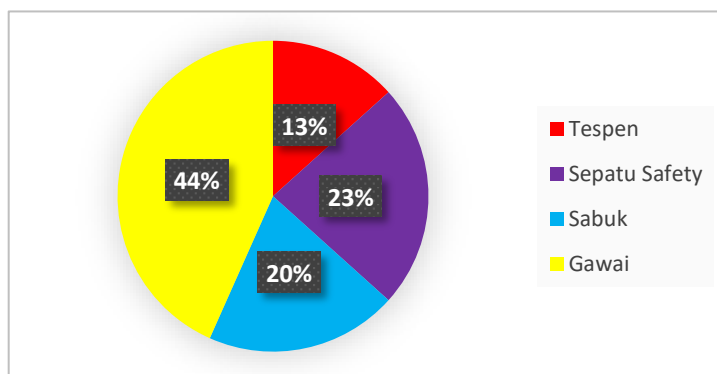
Pada tahap ini, dilakukan identifikasi terhadap kebutuhan perancangan sistem keamanan di Pos Daerah Keamanan Terbatas (DKT) Kargo di Bandara Soekarno-Hatta. Beberapa langkah yang dilakukan dalam tahap ini adalah:

- a. Melakukan studi literatur dengan melakukan observasi terkait urgensi perancangan *Walk-Through Metal Detector* (WTMD) dan *Automatic Gate*, metode observasi dilengkapi dengan penyebaran survei untuk memperoleh data, berikut adalah data hasil observasi:
 - 1) Pengumpulan data dilakukan terhadap 30 partisipan yang melintasi area Pos Daerah Keamanan Terbatas (DKT) Kargo, partisipan tersebut dipilih secara acak, mewakili berbagai instansi yang terkait.

Tabel 1. Tabel perbandingan hasil deteksi individu

Kategori Individu	Jumlah Individu Diperiksa	Jumlah Individu Terdeteksi Benda Logam	Jumlah Individu Tidak Dilakukan Pemeriksaan Kembali
Membawa Benda Logam	12	7	2
Tidak Membawa Benda Logam	18	0	0
Total	30	7	2

- 2) Variasi benda logam yang pernah terdeteksi dan tidak dilakukan pemeriksaan ulang oleh petugas avsec saat melewati *Walk-Through Metal Detector* di Pos Daerah Keamanan Terbatas (DKT) Kargo meliputi tespen, sepatu *safety*, sabuk, dan gawai. Data diperoleh dari partisipan survei dan ditunjukkan melalui diagram batang berikut dalam bentuk persentase:



Gambar 4. Diagram Variasi Benda Logam Terdeteksi

- b. Mengumpulkan informasi mengenai spesifikasi teknis komponen yang akan digunakan dalam perancangan sistem *Automatic Gate Metal Detector* (AGMD), seperti:
- 1) Power Supply Unit (PSU) (LM2596)
Power Supply Unit (PSU) (LM2596) merupakan komponen yang berfungsi sebagai penyedia sumber daya listrik yang stabil bagi seluruh sistem. PSU ini memastikan bahwa tegangan yang diterima oleh setiap komponen elektronik tetap dalam kisaran yang aman dan sesuai dengan kebutuhan operasional perangkat. Dengan spesifikasi tegangan output sebesar 5V, PSU ini mampu menyuplai daya ke sensor, motor servo, serta perangkat pendukung lainnya tanpa mengalami gangguan atau fluktuasi tegangan yang dapat mengganggu kinerja sistem.
 - 2) Sensor Laser 1 (KY-008 & *Laser Receiver module* sensor Arduino)
Sensor Laser 1 (KY-008 & *Laser Receiver module* sensor Arduino) digunakan untuk mendeteksi keberadaan objek yang akan melewati gerbang. Sensor ini bekerja dengan memancarkan sinar laser yang akan diterima oleh modul penerima laser. Jika sinar laser tidak terhalang oleh objek, sistem akan menganggap bahwa area tersebut kosong. Namun, jika ada objek yang menghalangi sinar laser, maka Arduino akan menerima sinyal bahwa terdapat individu atau benda yang akan memasuki sistem *Automatic Gate Metal Detector* (AGMD), dan selanjutnya akan menentukan apakah gerbang perlu dibuka atau tidak.
 - 3) Sensor Laser 2 (KY-008 & *Laser Receiver module* sensor Arduino)
Sensor Laser 2 (KY-008 & *Laser Receiver module* sensor Arduino) memiliki fungsi yang hampir serupa dengan Sensor Laser 1, namun diletakkan pada posisi yang berbeda. Sensor ini bekerja

untuk memastikan bahwa objek yang telah melewati gerbang benar-benar telah keluar dari area deteksi. Jika sensor ini mendeteksi keberadaan objek setelah gerbang dibuka, maka sistem akan memastikan bahwa mekanisme pengamanan telah berjalan dengan baik dan gerbang akan menutup kembali.

4) *Sensor Metal Detector (MDS-60 Metal Detector)*

Sensor Metal Detector (MDS-60 Metal Detector) merupakan komponen utama dalam sistem *Automatic Gate Metal Detector (AGMD)* yang bertugas mendeteksi keberadaan benda logam. Sensor ini bekerja dengan menghasilkan medan elektromagnetik yang akan berubah ketika ada objek logam melintas di sekitarnya. Jika benda logam terdeteksi, sistem akan mengirimkan sinyal ke Arduino agar *motor servo* tetap dalam kondisi tertutup, sehingga individu yang membawa benda logam tidak dapat melewati gerbang tanpa pemeriksaan lebih lanjut.

5) *Arduino Uno*

Arduino Uno adalah pusat kendali sistem *Automatic Gate Metal Detector (AGMD)* yang berfungsi untuk menerima data dari sensor, memproses informasi yang diterima, dan mengontrol aktuator seperti *motor servo* serta perangkat lainnya. *Arduino Uno* berperan sebagai otak sistem yang mengolah sinyal dari sensor laser dan sensor *metal detector*, lalu mengambil keputusan apakah gerbang perlu dibuka atau tetap tertutup. Dengan pemrograman yang disesuaikan, *Arduino* memastikan bahwa setiap komponen bekerja sesuai dengan skenario keamanan yang telah ditentukan.

6) *Buzzer*

Buzzer adalah komponen yang digunakan untuk memberikan peringatan suara jika sistem mendeteksi adanya benda logam. Ketika sensor *metal detector* mendeteksi logam, *buzzer* akan berbunyi.

7) *LCD Display (16x2)*

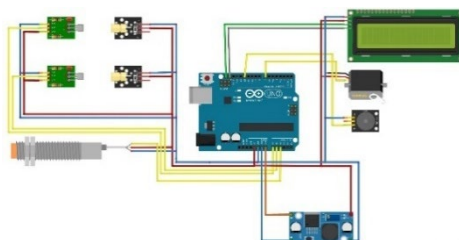
LCD Display (16x2) digunakan untuk menampilkan status sistem secara real-time. Tampilan ini memberikan informasi apakah logam terdeteksi atau tidak dengan pesan seperti "metal terdeteksi" atau "metal tidak terdeteksi". Dengan adanya *LCD*, petugas keamanan dapat dengan mudah memahami status keamanan yang sedang berlangsung dan mengambil tindakan yang sesuai berdasarkan informasi yang ditampilkan.

8) *Motor Servo*

Motor Servo adalah aktuator utama yang mengontrol pergerakan gerbang. Jika sistem mendeteksi bahwa tidak ada logam yang terdeteksi, *Arduino* akan mengaktifkan *motor servo* untuk membuka gerbang, memungkinkan individu melewati area keamanan. Sebaliknya, jika sensor *metal detector* mendeteksi adanya logam, *Arduino* akan mencegah *motor servo* bergerak, sehingga gerbang tetap tertutup sampai pemeriksaan lebih lanjut dilakukan. *Motor servo* memastikan bahwa gerbang dapat bergerak dengan cepat dan responsif sesuai dengan hasil analisis sensor.

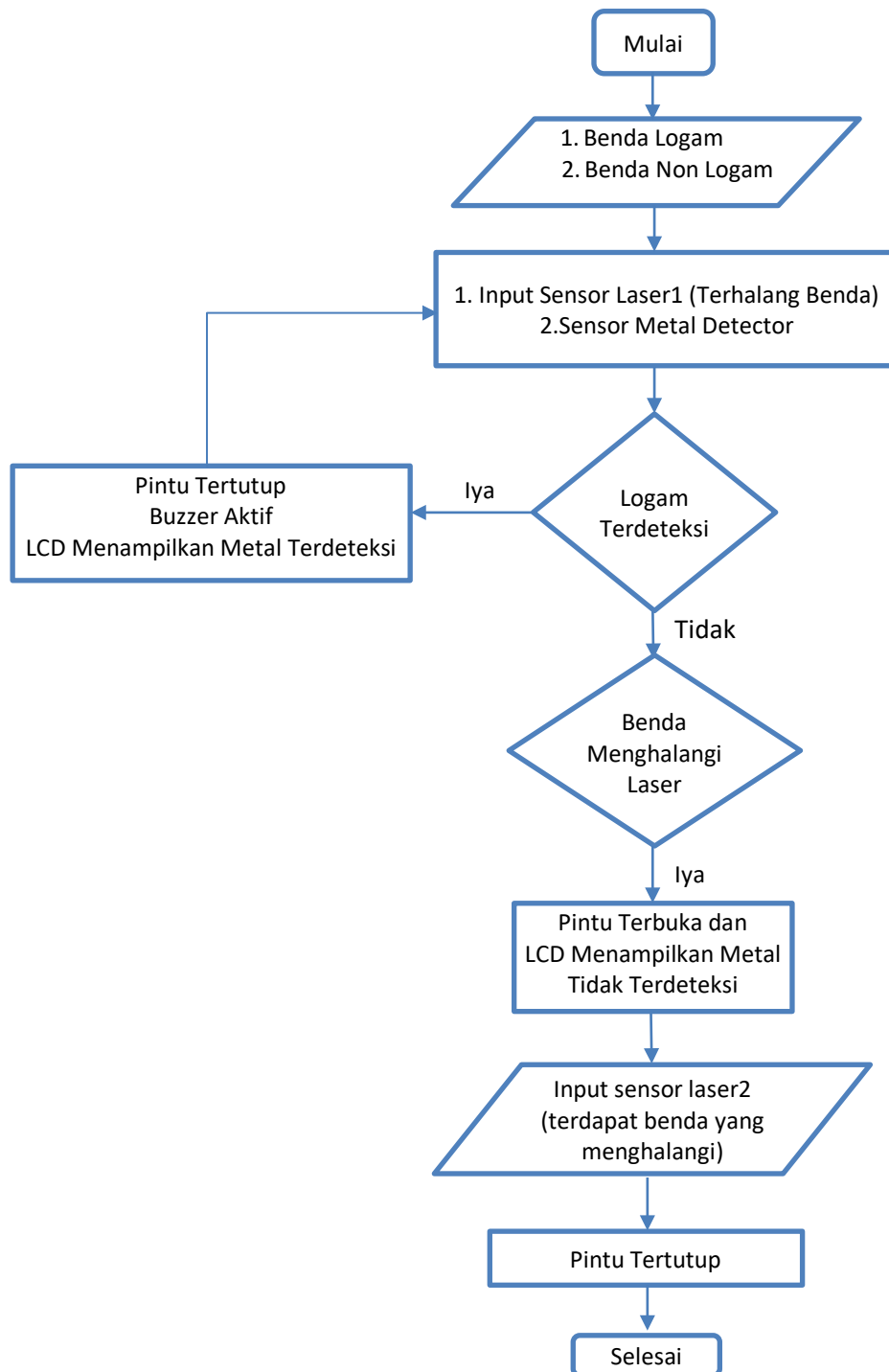
2. Tahap Desain (*Design*)

Pada tahap desain, sistem *Automatic Gate Metal Detector (AGMD)* mulai dirancang dalam bentuk skematik dan perencanaan alur kerja. Berikut adalah gambar schematic dari perancangan *Automatic Gate Metal Detector (AGMD)*:



Gambar 5. Gambar Schematic Perancangan AGMD

Berikut adalah *flowchart* yang menggambarkan bagaimana sistem akan bekerja, mulai dari pendeteksian logam hingga pengoperasian gerbang otomatis:

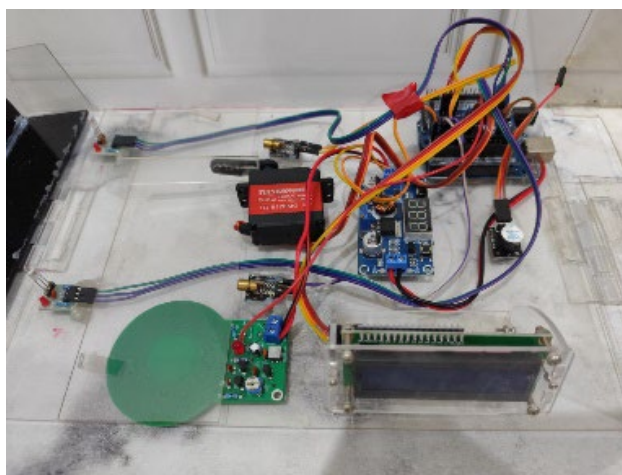


Gambar 6. *Flowchart Kerja AGMD*

3. Tahap Pengembangan (*Development*)

Pada tahap ini, sistem mulai dibuat dalam bentuk Mock-up (prototipe awal) dan dilakukan pengujian dalam skala laboratorium. Karena penelitian ini masih berada dalam tahap perancangan, beberapa batasan yang diterapkan dalam tahap ini adalah:

- a. Pembuatan pembuatan model simulasi dari sistem *Automatic Gate Metal Detector* (AGMD), berikut adalah foto dari mock-up *Automatic Gate Metal Detector* (AGMD)



Gambar 7. Mock-up AGMD

- b. Rincian lengkap mengenai proses pembuatan program yang diimplementasikan dalam sistem tersebut, termasuk *source code* dan algoritma secara komprehensif dicantumkan pada bagian lampiran dari dokumen ini.
- c. Pengujian yang dilakukan dalam skala laboratorium, proses pengujian dilakukan untuk menguji kinerja sistem AGMD *Automatic Gate Metal Detector* (AGMD) berdasarkan standar yang telah ditetapkan. Beberapa aspek yang diuji meliputi:
 - 1) Pengujian tegangan kerja dilakukan dengan membandingkan tegangan dari datasheet komponen dengan hasil pengukuran aktual. Hasil perbandingan ini dibuat dalam bentuk tabel untuk melihat apakah sistem bekerja sesuai dengan spesifikasi teknisnya.

Tabel 2. Tabel Pengujian Tegangan Kerja

Nama Komponen	Tegangan Datasheet	Tegangan Pengujian	Prosentase Validitas	Kesesuaian Dengan Datasheet
<i>Sensor Laser Transmitter</i>	5 V	5,1 V	102%	Sesuai
<i>Sensor Laser Receiver</i>	5 V	5,1 V	102%	Sesuai
<i>Sensor Metal</i>	3 V – 5 V	4,8 V	96%	Batas Toleransi
<i>Buzzer</i>	1,5 V – 15 V	5,1 V	100%	Sesuai
<i>Motor Servo</i>	4,8 V – 8,4 V	5,2 V	100%	Sesuai
<i>LCD Display</i>	5 V	5 V	100%	Sesuai

- 2) Pengujian fungsi AGMD menggunakan standar aturan PR 14 Tahun 2024 yang berhubungan dengan keamanan penerbangan, dalam pengujian in menggunakan material alat uji NIJ Standar 0601.02 sebagai standar untuk mendeteksi logam, untuk lokasi pengujian pada workshop *General Electronic Service Non – Terminal*. (Penyesuaian posisi tabel setelah pengujian)

Tabel 3. Tabel Pengujian Fungsi Sistem AGMD

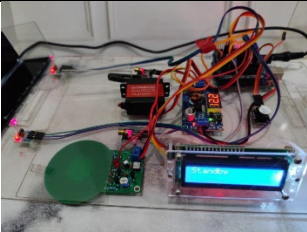
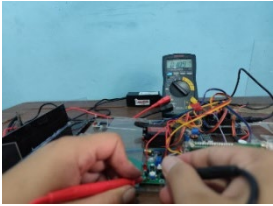
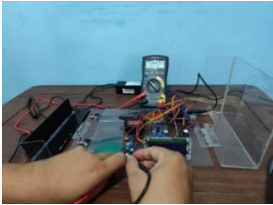
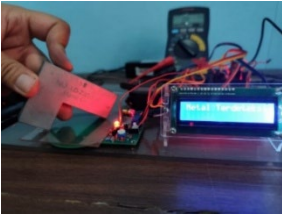

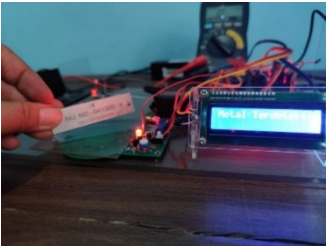
Sensor Metal	Sensor Laser 1	Sensor Laser 2	Fungsi Motor Servo	Fungsi Kontrol Arduino
-	-	-	Pintu Tertutup (Off)	Valid
Nama Komponen	Tegangan Datasheet	Tegangan Pengujian	Prosentase Validitas	Kesesuaian Dengan Datasheet
Terdeteksi Benda Logam	Benda Terdeteksi	-	Pintu Tertutup (Off)	Valid
Tidak Terdeteksi Benda Logam	Benda Terdeteksi	-	Pintu Terbuka (On)	Valid
-	-	Benda Terdeteksi	Pintu Menutup (On)	Valid

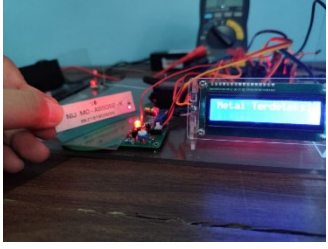
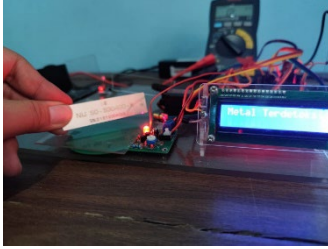
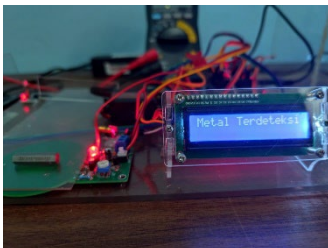


Tabel 4. Tabel Pengujian Fungsi Menggunakan OTP

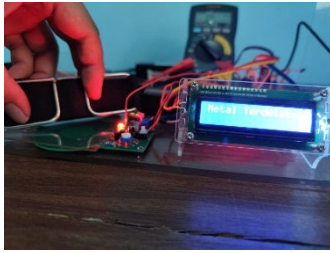
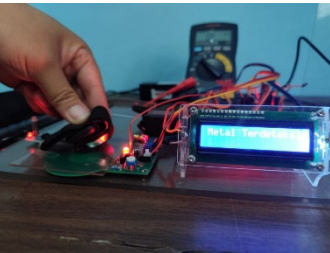

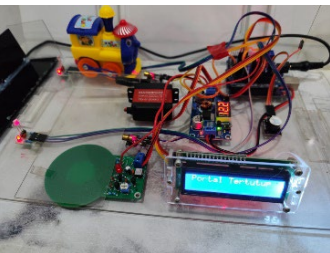
Alat Uji	Fungsi Sensor Laser	Fungsi Metal Detector	Fungsi Motor Servo	Fungsi VR 1	Nilai VR 1	Hasil Uji
DETECTION TEST OBJECT						
1. NIJ LO-Z35530 Hand Gun	✓	✓	✓	✗	10.9Ω	Berhasil
2. NIJ LO-G41400 Hand Gun	✓	✓	✓	✗	10.9Ω	Berhasil
3. NIJ LO-A96061 Hand Gun	✓	✓	✓	✗	10.9Ω	Berhasil
4. NIJ MO-G41300 Knife	✓	✓	✓	✗	10.9Ω	Berhasil
5. NIJ MO-A95052 Knife	✓	✓	✓	✗	10.9Ω	Berhasil
6. NIJ SO-G30400 SS Knife	✓	✓	✓	✗	10.9Ω	Berhasil
7. NIJ SO-G41400 Screw driver Bit	✓	✓	✓	✓	100,2Ω	Berhasil
INNOCUOUS ITEM TEST OBJECT						
1. Set of coins (USA)	✓	✓	✓	✗	10.9Ω	Berhasil
2. Belt Buckle S30400	✓	✓	✓	✗	10.9Ω	Berhasil
3. Eyeglasses S30400	✓	✓	✓	✗	10.9Ω	Berhasil
4. Watch S30400	✓	✓	✓	✗	10.9Ω	Berhasil

- 3) Hasil dari kedua prosedur pengujian yang dilakukan menunjukkan bahwa fungsi dari sistem AGMD sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan. Validasi menggunakan material alat uji NIJ Standar 0601.02 memberikan hasil yang positif, memenuhi kriteria pengujian yang ditetapkan.

Tabel IV. 5 Tabel Dokumentasi Kegiatan Pengujian

No	Pengujian	Dokumentasi	Hasil Pengujian
1.	Mock-up perancangan tanpa ada trigger / kondisi standby.		Berfungsi Normal
2.	Pengukuran tegangan mock-up perancangan dengan nilai VR1 Standart		Berfungsi Normal
3.	Pengukuran tegangan mock-up perancangan dengan nilai VR1 setelah dilakukan adjust.		Berfungsi Normal
4.	Pengujian menggunakan NIJ LO-Z35530 Hand Gun		Berfungsi Normal
5.	Pengujian menggunakan NIJ LO-A96061 Hand Gun		Berfungsi Normal
6.	Pengujian menggunakan NIJ MO-G41300 Knife		Berfungsi Normal

No	Pengujian	Dokumentasi	Hasil Pengujian
7.	Pengujian menggunakan NIJ MO-A95052 Knife		Berfungsi Normal
8.	Pengujian menggunakan NIJ SO-G30400 SS Knife		Berfungsi Normal
9.	Pengujian menggunakan NIJ SO-G41400 Screw driver Bit		Berfungsi Normal
10.	Pengujian menggunakan Set of coins (USA)		Berfungsi Normal
11.	Pengujian menggunakan Belt Buckle S30400		Berfungsi Normal

No	Pengujian	Dokumentasi	Hasil Pengujian
12.	Pengujian menggunakan Eyeglasses S30400		Berfungsi Normal
13.	Pengujian menggunakan Watch S30400		Berfungsi Normal
14.	Pengujian menggunakan Benda Non Logam (masuk)		Berfungsi Normal
15.	Pengujian menggunakan Benda Non Logam (keluar)		Berfungsi Normal

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan yang dilakukan, dapat diambil beberapa Kesimpulan sebagai berikut: Telah berhasil dibuat perancangan sistem simulasi yang mengintegrasikan Automatic Gate dengan Walk-Through Metal Detector (WTMD), membentuk rancang bangun Automatic Gate Metal Detector (AGMD) dalam wujud mock-up. Desain ini mengimplementasikan Arduino Uno sebagai sistem kontrol terpadu yang menghubungkan Walk-Through Metal Detector (WTMD) dan Automatic Gate, sensor deteksi logam, sensor laser sebagai pemicu gerbang otomatis, motor servo untuk penggerak gerbang, serta buzzer dan LCD 16x2 sebagai indikator status deteksi logam. Rancangan ini dikembangkan dengan mempertimbangkan efektivitas dan efisiensi dalam meningkatkan keamanan serta kelancaran proses pemeriksaan di area tersebut;

Telah dilakukan pengujian fungsionalitas komponen perangkat keras dan perangkat lunak pada mock-up prototipe Automatic Gate yang terintegrasi dengan Walk-Through Metal Detector (WTMD), menggunakan material alat uji NIJ Standar 0601.02.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada dosen pembimbing Ibu Dr. Feti Fatonah, SE, M.Si. dan Bapak Rudi Hertanto, .SiT. yang telah bersedia menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan skripsi ini, dan juga terima kasih penulis sampaikan kepada Bapak Toni, S.I.P., M.Si. ; Bapak Urip Hermanus, S.T., MBA. Dan Bapak Priyo Wibowo, S.Si., M.T. selaku dosen penguji yang memberikan saran, kritik dan arahan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Direktur Jenderal Perhubungan Udara, "Peraturan Direktur Jenderal Perhubungan Udara Nomor : SKEP / 2765 / XII / 2010," pp. 1–31, 2010.
- [2] D. Dogramatzis, "Biosupply Chain," *Healthc. Biotechnol.*, pp. 471–510, 2019, doi: 10.1201/9781439894125-11.
- [3] F. F. Anastasia Tiara Andini, Archie Haidar, Bagas Arib N, Chintya Permatasari, "Politeknik Penerbangan Indonesia," vol. 7, no. 021, pp. 18163–18169, 2024.
- [4] N. Komang and R. Kumala, "KERTA DYATMIKA : Jurnal Ilmiah Fakultas Hukum Universitas Dwijendra Available Online at <http://ejournal.undwi.ac.id/index.php/kertadyatmika> TINDAKAN KEBIRI KIMIAWI TERHADAP PELAKU KERTA DYATMIKA : Jurnal Ilmiah Fakultas Hukum Universitas Dwijendra P-ISSN," vol. 18, no. 1, pp. 68–80, 2021.
- [5] R. Ulfa, "Implementasi Standar Operasional Prosedur Oleh Petugas Aviation Security (Avsec) Guna Pengoptimalan Keamanan Dan Keselamatan Penerbangan Di Bandar Udara Nusawiru Pangandaran Jawa Barat," *J. Manaj. Dirgant.*, vol. 15, no. 2, pp. 287–291, 2022, doi: 10.56521/manajemen-dirgantara.v15i2.764.
- [6] J. V. Marpaung, "Penerapan Konsep Pembelajaran Industri 4.0 pada Pendidikan Dasar Desain," *J. Desain Idea J. Desain Prod. Ind. Inst. Teknol. Sepuluh Nop. Surabaya*, vol. 19, no. 1, p. 19, 2020, doi: 10.12962/ipitek_desain.v19i1.7011.
- [7] R. Putra, F. M. T., Kusumaningdewi, F. P., & Aishanda, "Efektifitas Autogate sebagai Pondasi Pelayanan Keimigrasian Masa Depan.," *JiIP - J. Ilm. Ilmu Pendidik.*, vol. 5, no. 12, pp. 5369–5376, 2022, [Online]. Available: <https://doi.org/10.54371/jiip.v5i12.1197>
- [8] A. Al-Qubaa, G. Y. Tian, and J. Wilson, "Electromagnetic imaging system for weapon detection and classification," *SENSORCOMM 2011 - 5th Int. Conf. Sens. Technol. Appl. WSNSCM 2011, 1st Int. Work. Sens. Networks Supply Chain Manag.*, no. c, pp. 317–321, 2011.
- [9] B. V. S. Prasad, "Arduino Based Auto Frisking Device," *Interantional J. Sci. Res. Eng. Manag.*, vol. 06, no. 05, pp. 1–6, 2022, doi: 10.55041/ijrsrem12938.
- [10] I. Prasetyo, "Teknik Analisis Data Dalam Research and Development, UNY 2014.," *UNY Fak. Ilmu Pendidik.*, vol. 6, p. 11, 2014.
- [11] Z. N. Adesfiana, I. Astuti, and E. Enawaty, "Pengembangan Chatbot Berbasis Web Menggunakan Model Addie," *J. Khatulistiwa Inform.*, vol. 10, no. 2, pp. 147–152, 2022, doi: 10.31294/jki.v10i2.14050.