

**RANCANG BANGUN *PROTOTYPE* VDGS MENGGUNAKAN
SENSOR LIDAR DENGAN ARDUINO MEGA DI BANDAR
UDARA KUALANAMU**

TUGAS AKHIR

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

Oleh

SYAFRI BAIHAQI

NIT. 56192030046



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA BANDAR
UDARA PROGRAM SARJANA TERAPAN
POLITEKNIK PENERBANGAN PALEMBANG
JULI 2024**

ABSTRAK

RANCANG BANGUN *PROTOTYPE* VDGS MENGGUNAKAN SENSOR LIDAR DENGAN ARDUINO MEGA DI BANDAR UDARA KUALANAMU

Oleh

SYAFRI BAIHAQI

NIT: 56192030046

Program Studi Teknologi Rekayasa Bandar Udara

Program Sarjana Terapan

Meningkatnya volume lalu lintas udara di bandara menuntut efisiensi dalam proses docking pesawat menuju parking stand. *Visual Docking Guidance System* (VDGS) menawarkan solusi untuk memandu pilot secara visual selama proses docking. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan VDGS yang dapat dioptimalkan untuk meningkatkan akurasi dan kecepatan dalam panduan docking. Metodologi penelitian ini menggunakan *research and development* menurut Borg & Gall meliputi pengumpulan informasi, perancangan produk, pengembangan alat, uji coba terbatas, revisi produk. Temuan penelitian menunjukkan bahwa VDGS yang dioptimalkan menggunakan sensor LiDAR dan algoritma pemrosesan gambar dapat meningkatkan akurasi panduan docking hingga 95% dan kecepatan docking hingga 30%. VDGS yang dioptimalkan ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi proses docking pesawat di bandara, sehingga mengurangi waktu tunggu dan meningkatkan keselamatan penerbangan. Selain itu, hal ini diantisipasi untuk mengurangi emisi dari alat VDGS akibat waktu menganggur yang berlebihan.

Kata Kunci: *Visual Docking Guidance System* (VDGS), sensor LiDAR, keakuratan panduan docking.

ABSTRACT

DESIGN AND OPTIMIZATION VDGS PROTOTYPE USING LIDAR SENSOR WITH ARDUINO MEGA AT KUALANAMU AIRPORT

By

SYAFRI BAIHAQI

NIT: 56192030046

Program Of Study Airport Engineering Technology

Bachelor's Degree Program

The increasing volume of air traffic at airports demands efficiency in the process of docking aircraft to the parking stand. Visual Docking Guidance System (VDGS) offers a solution to visually guide pilots during the docking process. This study aims to design and develop a VDGS that can be optimized to improve accuracy and speed in docking guidance. The methodology of this study uses research and development according to Borg & Gall including information collection, product design, tool development, limited trials, product revisions. The research show that the optimized VDGS using LiDAR sensors and image processing algorithms can increase docking guidance accuracy by up to 95% and docking speed by up to 30%. This optimized VDGS is expected to increase the efficiency of the aircraft docking process at the airport, thereby reducing waiting time and improving flight safety. In addition, this is anticipated to reduce emissions produce by VDGS equipment due to excessive idle time.

Keywords: Visual Docking Guidance System (VDGS), LiDAR sensor, docking guidance accura.

PENGESAHAN PEMBIMBING

Tugas Akhir : “RANCANG BANGUN PROTOTYPE VDGS MENGGUNAKAN SENSOR LIDAR DENGAN ARDUINO MEGA DI BANDAR UDARA KUALANAMU” telah diperiksa dan disetujui untuk diuji sebagai salah satu syarat lulus pendidikan Program Studi Diploma IV Teknologi Rekayasa Bandar Udara Angkatan ke-1, Politeknik Penerbangan Palembang.



Nama : SYAFRI BAIHAQI

NIT : 56192030046

PEMBIMBING I

Wahyudi Saputra, S.Si.T., M.T.

Pembina (IV/a)

NIP. 19821107 200502 1 001

PEMBIMBING II

Heru Kusdarwanto, S.E., M.T.

Pembina (IV/a)

NIP. 19790610 200012 1 004

KETUA PROGRAM STUDI

Ir. M. Indra Martadinata, S.ST., M.Si.

Pembina (IV/a)

NIP. 19810306 200212 1 001

PENGESAHAN PENGUJI

Tugas Akhir : “RANCANG BANGUN PROTOTYPE VDGS MENGGUNAKAN SENSOR LIDAR DENGAN ARDUINO MEGA DI BANDAR UDARA KUALANAMU” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Tugas Akhir Program Studi Diploma IV Teknologi Rekayasa Bandar Udara Angkatan ke-1, Politeknik Penerbangan Palembang. Tugas akhir ini telah dinyatakan LULUS Program Diploma IV pada tanggal 23 Juli 2024.

KETUA



Fitri Masito, S.Pd., MS.ASM.
Penata Tk.1 (III/d)
NIP. 19830719 200912 2 001

SEKRETARIS



Wahyudi Saputra, S.Si.T., M.T.
Pembina (IV/a)
NIP. 19821107 200502 1 001

ANGGOTA



Thursina Andayani, M.Sc.
Penata Muda Tk.1 (III/b)
NIP. 19860703 202203 2 002

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : SYAFRI BAIHAQI

NIT : 56192030046

Program Studi : Diploma IV Teknologi Rekayasa Bandar udara

Menyatakan bahwa tugas akhir berjudul “RANCANG BANGUN PROTOTYPE VDGS MENGGUNAKAN SENSOR LIDAR DENGAN ARDUINO MEGA DI BANDAR UDARA KUALANAMU” 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.

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

Palembang, 17 Juli 2024

Yang Membuat Pernyataan



Handwritten signature of Syafri Baihaqi.

SYAFRI BAIHAQI

PEDOMAN PENGGUNAAN TUGAS AKHIR

Tugas akhir D.IV 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:

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

Tugas akhir ini saya persembahkan kepada kedua orang tua saya, Ayahanda Anas Suwito dan Ibunda Lusiyani yang telah senantiasa memberikan dukungan, semangat, serta doa kepada anaknya. Dan Terima kasih telah menjadi orang tua yang sempurna.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji bagi Allah SWT yang telah memberikan rahmat, hidayah, dan inayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini sesuai dengan jadwal yang ditentukan. Shalawat serta salam semoga tercurahkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW, keluarga, sahabat, dan seluruh umatnya hingga akhir zaman.

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada bapak Wahyudi Saputra, S.Si.T., M.T. dan bapak Heru Kusdarwanto, S.E., M.T. sebagai Pembimbing, atas segala saran, bimbingan, dan nasihat yang telah diberikan selama penelitian dan penulisan tugas akhir ini.

Adapun tugas akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan Program Diploma IV Program Studi Teknologi Rekayasa Bandar Udara di Politeknik Penerbangan Palembang. Dalam penulisan tugas akhir ini penulis menyadari, bahwa masih terdapat banyak kesalahan dan jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi perbaikan di masa mendatang. Penulis menyadari bahwa terwujudnya tugas akhir ini berkat adanya bantuan dan doa dari Ibunda Lusiyani dan Ayahanda Anas Suwito selaku orang tua penulis yang senantiasa memberikan dukungan dan doa selama penyusunan tugas akhir. Tugas akhir ini tidak lepas dari bantuan dan dukungan berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Sukahir, S.Si.T., M.T, selaku Direktur Politeknik Penerbangan Palembang.
2. Bapak Ir. M. Indra Martadinata, S.ST., M.Si, selaku ketua program studi Teknologi Rekayasa Bandar Udara.
3. Seluruh dosen dan Instruktur program studi Teknologi Rekayasa Bandar Udara, yang baik hati memberikan ilmu dan bimbingan selama empat tahun ini.
4. Bapak Bagus Setiawan A.Md selaku *Supervisor* yang telah banyak membantu penulis untuk melakukan kegiatan penelitian

5. Angkatan TRBU 01 BRAVO 2020, yang telah bersama – sama menempuh dunia perkuliahan selama empat tahun.

Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dari beberapa pihak, tugas akhir ini tidak akan dapat diselesaikan dengan baik dan tepat waktu. Semoga Tuhan yang maha esa membalas semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini dengan balasan yang setimpal.

Penulis juga memohon maaf jika terdapat hal – hal yang tidak sesuai dengan harapan. Semoga penulisan tugas akhir ini bermanfaat dan berguna bagi para pembaca.

Palembang, 20 juli 2024

Penulis



SYAFRI BAIHAQI

NIT: 56192030046

DAFTAR ISI

RANCANG BANGUN <i>PROTOTYPE</i> VDGS MENGGUNAKAN SENSOR LIDAR DENGAN ARDUINO MEGA DI BANDAR UDARA KUALANAMU ..	i
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
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Identifikasi Masalah.....	2
C. Tujuan Penelitian.....	3
D. Manfaat Penelitian.....	3
E. Batasan Masalah.....	4
F. Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
A. Teori Penunjang.....	6
B. Kajian Terdahulu yang Relevan.....	8
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	10
A. Metode Penelitian.....	10
B. Tahapan Penelitian.....	10
1. Pengumpulan informasi.....	11

2.	Perancangan Produk	13
3.	Pengembangan Alat.....	14
4.	Uji coba terbatas.....	15
5.	Revisi produk.	15
C.	Perencanaan Alat.....	16
1.	Desain Alat	16
2.	Cara Kerja Alat.....	17
3.	Komponen Alat	17
4.	Tahapan Pembuatan <i>Prototype</i>	20
D.	Teknik Pengujian.....	21
E.	Tempat dan Waktu Penelitian.....	21
1.	Tempat Penelitian.....	21
2.	Waktu Penelitian	22
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		23
A.	Perancangan Produk.....	23
B.	Perancangan Hardware Sistem.....	24
C.	Perancangan Desain Alat	24
BAB V SIMPULAN DAN SARAN.....		31
A.	Simpulan	31
B.	Saran.....	32
DAFTAR PUSTAKA		33
LAMPIRAN.....		35

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A Rutinitas docking	35
Lampiran B LED VDGS	35
Lampiran C Safedock System Sub-Units.....	36
Lampiran D Sketsa Ilustrasi	36
Lampiran E Alat	37
Lampiran F Coding Alat	37
Lampiran G Hasil Turnitin.....	38

DAFTAR GAMBAR DAN ILUSTRASI

Gambar III. 1 Flowchart Penelitian.....	10
Gambar III. 2 Deskripsi spesifikasi VDGS.....	13
Gambar III. 3 Desain Alat.....	16
Gambar III. 4 Cara Kerja Alat.....	17
Gambar IV. 1 Diagram Alur Sistem.....	23
Gambar IV. 2 Rancangan <i>Wiring</i> Diagram.....	24

DAFTAR TABEL

Tabel. 1. Hasil Observasi	12
Tabel. 2. Waktu Penelitian.....	22

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Bandar udara merupakan sarana transportasi penting yang menghubungkan berbagai wilayah baik dalam negeri maupun internasional. Kehadiran bandara mengurangi jarak dan waktu perjalanan sehingga efisien. Bandara juga berperan dalam mendorong pertumbuhan ekonomi dan mempererat hubungan antar negara. Bandar udara pertama kali dibangun di Eropa pada abad ke-19. Awalnya, bandara ini hanya digunakan untuk keperluan militer. Namun seiring berkembangnya teknologi penerbangan, bandara mulai digunakan untuk tujuan komersial. Pesatnya perkembangan transportasi udara di era global menjadi faktor perkembangan yang penting. Untuk menjadi negara maju, sebagai negara kepulauan yang luas, Indonesia harus siap menghadapi tantangan di berbagai bidang seperti kesejahteraan, pendidikan, transportasi, dan infrastruktur (Putra & Hartono, 2018).

Transportasi yang memadai merupakan faktor kunci dalam mempercepat kemajuan dan kesejahteraan suatu negara. Ketiga moda transportasi di Indonesia saling melengkapi dan bekerja sama menghubungkan berbagai pulau dan wilayah. Dengan transportasi yang memadai, maka percepatan dan pemerataan pertumbuhan ekonomi dapat terjadi (Amri, B. N., 2022). Bandar Udara Kualanamu tidak hanya menjadi pusat vital bagi konektivitas dan pertumbuhan ekonomi di Sumatera Utara. Dengan menciptakan lapangan pekerjaan dan mendukung industri pariwisata, bandara ini telah menjadi katalisator pembangunan wilayah, merubah pemandangan dan mengukir jejak kemajuan dalam sejarah penerbangan Indonesia (Wulandari *et al.*, 2021). *Visual Docking Guidance System* (VDGS) merupakan suatu sistem panduan visual yang dirancang untuk membantu pilot dan petugas darat dalam melakukan proses penempatan pesawat di posisi yang tepat pada apron atau tempat parkir di bandar udara.

Sistem ini memanfaatkan teknologi visual dan panduan otomatis untuk memudahkan dan meningkatkan keamanan dalam manuver pesawat di area parkir. Sebelum ada VDGS, proses pendaratan dan parkir pesawat di bandara sebagian besar mengandalkan instruksi verbal dari petugas *marshaller* (Bheku & Suprpti, 2023). Dengan semakin majunya teknologi kamera, sensor, dan perangkat lunak, muncullah ide untuk mengembangkan sistem panduan parkir pesawat secara otomatis. Seiring dengan kemajuan teknologi, pemeliharaan VDGS juga mencakup upaya untuk mengadopsi inovasi terbaru (Ivanova *et al.*, 2020). Dengan memperbarui sistemnya dengan teknologi terkini, maskapai penerbangan dapat meningkatkan kinerja VDGS dan tetap menjadi yang terdepan dalam menjaga keselamatan operasional (Dermawan & Jalu Purnomo, 2015).

Dengan demikian, latar belakang pelaksanaan pemeliharaan VDGS pada pesawat bukan hanya tentang menjaga peralatan fisik, tetapi juga tentang mempertahankan keamanan, mematuhi regulasi, dan memanfaatkan teknologi terkini untuk memastikan operasi penerbangan yang lancar dan efisien (Dermawan *et al.*, 2021). Dimasa lalu, metode pemetaan tradisional dilakukan secara manual atau menggunakan teknologi yang kurang presisi. Hal ini memakan waktu, tenaga, dan beresiko tinggi, terutama pada area yang sulit dijangkau. LiDAR hadir sebagai solusi untuk mengatasi keterbatasan tersebut. Dengan menggunakan prinsip cahaya laser, LiDAR menawarkan pengukuran jarak dan pembuatan peta dengan tingkat akurasi yang tinggi (Santoso, 2020).

Penelitian ini pada dasarnya bertujuan untuk meningkatkan kinerja dari VDGS melalui penambahan sensor yang dibuat dengan skala kecil yaitu prototipe. Peneliti memilih topik tersebut dikarenakan kadang terjadi masalah dalam membaca tipe pesawat diharapkan prototipe yang dihasilkan dalam penelitian ini dapat membantu meningkatkan operasional VDGS yang sekarang.

B. Identifikasi Masalah

Dari pemaparan latar belakang masalah yang ada, peneliti merumuskan masalah yaitu bagaimana perancangan VDGS dengan menambahkan sensor LiDAR?

C. Tujuan Penelitian

Penelitian ini didorong dengan tujuan untuk meningkatkan operasional VDGS yang terintegrasi dengan sensor LiDAR. Tujuan utamanya adalah merancang dan membangun sistem VDGS dengan sensor LiDAR. Sistem ini diharapkan dapat mendeteksi objek dengan lebih akurat dan presisi. Penelitian ini akan berfokus pada pengembangan VDGS untuk pengguna. Integrasi perangkat dengan sensor LiDAR akan menjadi aspek utama, dengan fokus pada bagaimana sensor LiDAR pada sistem. Jenis sensor LiDAR tertentu akan dipilih berdasarkan ketersediaan, biaya, dan spesifikasi yang dibutuhkan. Platform Arduino Mega akan digunakan sebagai *platform* utama untuk pengendalian sistem. Dengan memahami batasan masalah, penelitian ini dapat berfokus pada pengembangan prototype VDGS yang terarah dengan sensor LiDAR untuk menunjang penggunaan sistem. Tujuannya adalah untuk mewujudkan *prototype* VDGS dengan sensor LiDAR yang praktis dan terjangkau dalam cara kerja VDGS.

D. Manfaat Penelitian

Berdasarkan dari tujuan penelitian tersebut, penulis memiliki harapan penelitian ini memiliki mandaat dalam pendidikan, adapapun diantaranya:

1. Penulis
Tambahan relasi pengetahuan serta bekal untuk memasuki dunia kerja yang sesungguhnya.
2. Lembaga (Politeknik Penerbangan Palembang)
Dapat menambah ilmu pengetahuan serta data dokumentasi sebagai tambahan sumber wawasan, sekaligus menjadi bahan referensi untuk melakukan penelitian ilmiah bagi kegiatann penelitian selanjutnya.
3. Perusahaan
Diharapkan dapat dijadikan suatu masukan yang bermanfaat saat ini hingga masa yang akan datang.

E. Batasan Masalah

Penulis dalam penelitian ini berfokus pada pengembangan VDGS dengan menggunakan sensor LiDAR untuk meningkatkan keselamatan proses parkir. Namun, penting untuk dipahami ada batasan cakupan penelitian ini dengan terfokus pada rumusan masalah bagaimana perancangan VDGS dengan menambahkan sensor LiDAR. Penelitian ini akan lebih mengarah pada bagaimana merancang sensor LiDAR ke dalam sistem VDGS yang sudah ada. Optimalisasi deteksi objek secara detail mungkin tidak akan dibahas secara mendalam.

Fokus utama adalah memastikan sensor LiDAR dapat bekerja bersama komponen lainnya. Penelitian ini akan menggunakan Arduino Mega sebagai *platform* utama untuk mengendalikan sistem VDGS. Pemilihan *platform* tersebut mempertimbangkan kemudahan penulis. Penelitian berfokus pada kemampuan VDGS dalam mendeteksi objek tertentu yang paling relevan dengan proses parkir. Objek tersebut meliputi pesawat, mobil, orang. Deteksi objek diluar lingkup tersebut mungkin tidak akan dibahas secara mendalam. Penelitian ini akan berfokus pada VDGS mendeteksi objek simulasi pesawat.

Penelitian ini bertujuan untuk membangun *prototype* VDGS dan menguji fungsinya dalam mendeteksi objek. Aspek komersialisasi dan produksi massal tidak akan menjadi fokus utama, penelitian ini lebih berfokus pada evaluasi kinerja sistem secara keseluruhan. Dengan memahami batasan masalah ini, penelitian dapat berfokus pada pengembangan *prototype* VDGS yang terarah dengan sensor LiDAR untuk meningkatkan proses parkir.

F. Sistematika Penulisan

Berdasarkan penelitian ini memiliki sistematika diantaranya:

1. Bab I Pendahuluan

Pada bagian ini mengandung latar belakang masalah, identifikasi masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

2. Bab II Tinjauan Pustaka

Pada bagian ini mengandung teori yang digunakan dalam penelitian, teori penunjang, dan kajian penelitian terdahulu yang relevan sebagai perbandingan produk yang dihasilkan.

3. Bab III Metodologi Penelitian

Pada bagian ini mengandung paparan terkait metode penelitian yang digunakan, perancangan, dan langkah-langkah pembuatan produk.

4. Bab IV Hasil dan Pembahasan

Pada bagian ini mengandung hasil dari metodologi penelitian yang dijabarkan dalam bentuk pembahasan dan mengeoperasikan produk.

5. Bab V Simpulan dan Saran

Pada bagian ini mengandung kesimpulan menyeluruh dari hasil dan pembahasan dan saran- saran atau aspek yang perlu didalami kedepannya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Teori Penunjang

1. Rancang Bangun

Desain adalah penciptaan gambar, denah, sketsa, dan penataan elemen-elemen yang terpisah menjadi satu kesatuan yang fungsional. *Design and build* merupakan tahap pasca-analisis dari siklus pengembangan sistem. Ini termasuk menentukan persyaratan fungsional dan membangun sistem. Hal ini mungkin melibatkan tidak hanya penyusunan komponen, tetapi juga menggambar, merencanakan, membuat sketsa, atau mengintegrasikan beberapa elemen individu menjadi satu kesatuan yang berfungsi (Kurniawan *et al.*, 2020).

Rancang bangun bagaikan sebuah orkestrasi rumit, dimana berbagai Desain sistem (disebut juga desain) adalah serangkaian langkah yang digunakan untuk menerjemahkan hasil suatu sistem ke dalam bahasa pemrograman. Tujuan dari proses ini adalah untuk memberikan penjelasan rinci tentang cara kerja komponen-komponen yang ada menciptakan sistem baru, mengganti atau menyempurnakan sistem yang sudah ada secara keseluruhan atau sebagian; disebut sebagai bangun atau pembangunan sistem. Dalam proses ini, rancang bangun terkait dengan perancangan dan pembangunan sistem (Novianti, 2020).

2. VDGS (*Visual Docking Guidance System*)

Peralatan yang dikenal sebagai *Visual Docking Guidance System* Mengarahkan pesawat secara visual ke area parkir apron. Tujuan dari sistem panduan ini adalah untuk memberikan panduan berlabuh yang lancar dan akurat ke terminal gerbang dengan cepat. Penanda frekuensi memantau jenis pesawat untuk memastikannya cocok dengan informasi docking. Memastikan arah docking yang tepat, alat ini memiliki layar intensitas tinggi LED yang dapat dilihat oleh pilot.

Sistem *docking* VDGS adalah perangkat terkomputerisasi yang dikembangkan dengan bantuan Teknologi Komunikasi Informasi (TIK), yang memandu pesawat dari *taxiway* ke posisi *gate* dan sebaliknya. Hal ini memungkinkan pesawat berbadan lebar untuk parkir pada posisi yang benar di tempat parkir tanpa bantuan *Ground Marshal*. *Ground Marshal* adalah personel terlatih yang dipekerjakan untuk membantu pilot dalam memandu pesawat ke dermaga.

Ground Marshalls berdiri di depan pesawat di hadapan pilot dan memberikan isyarat tangan, termasuk melepaskan tongkat pemukul di waktu siang dan malam untuk mengarahkan pilot untuk mengarahkan dan menghentikan pesawat di titik pemberhentian yang ditentukan (Priambodo, 2021).

3. *Microcontroller*

Microcontroller adalah sistem komputer yang berjalan pada sebuah chip yang terdiri dari inti prosesor, perangkat input/output, memori (sejumlah kecil RAM, memori program, atau keduanya), dan memori. Salah satu komponen utama sistem komputer adalah *microcontroller*. *Microcontroller* terdiri dari komponen dasar yang sama seperti komputer pribadi dan komputer *mainframe*, meskipun ukurannya lebih kecil. Sederhananya, komputer akan menghasilkan output tertentu berdasarkan input dan program yang dikerjakan (Kurniasih *et al.*, 2016).

Microcontroller adalah perangkat sistem komputer yang digunakan untuk mengendalikan suatu sistem. *Microcontroller* adalah perangkat yang sangat efisien yang mampu mengontrol alat kontrol gerbang dan pintu garasi dengan harga terjangkau, menciptakan sistem kendali jarak jauh yang dapat menjalankan fungsi secara otomatis. Arduino adalah *platform* komputasi fisik sumber terbuka berdasarkan sirkuit *input/output* (I/O) sederhana. Arduino dapat digunakan untuk mengembangkan objek interaktif mandiri atau untuk terhubung dengan perangkat lunak di komputer Anda (*Flash, Processing, VVVV, Max/MSP, dll*) Sirkuit dapat dirakit dengan tangan atau dibeli. Arduino IDE adalah sumber terbuka (Amalia *et al.*, 2020).

B. Kajian Terdahulu yang Relevan

Untuk membandingkannya dengan penelitian lain dan sekaligus melihat penelitian ini, penelitian lain harus dipertimbangkan. Penelitian yang hampir sama dengan penelitian ini adalah:

1. Karya Octafian Firdaus “Perancangan Dan Pemodelan *Aircraft Visual Docking Guide System* Berbasis Arduino”. Penelitian ini difokuskan pada penelitian *Visual Docking Guidance System*. Permasalahannya yaitu Di setiap bandar udara ada seorang *Marshaller* yang bertugas memakirkan pesawat, yang diawasi hanya oleh satu operator yang bekerja di lintasan bandara. Ini tampaknya tidak tepat dari perspektif manusiawi. Dengan demikian, diputuskan bahwa metode untuk memfasilitasi parkir pesawat harus dibuat oleh sistem yang dirancang untuk menjamin keamanan dan keselamatan penumpang pesawat. Metode ini adalah *Visual Docking Guidance System* (VDGS). Sistem otomatisasi VDGS dipasang dengan Arduino (Firdaus, 2021).
2. Karya Adetayo Olaniyi Adeniran “*Acceptance Of Visual Docking Guidance System By Ground Marshalls In Nigerias' Airport. International Journal of Advanced Networking and Applications*”. Penelitian ini difokuskan pada penelitian penerimaan *Visual Docking Guidance System* (VDGS) oleh *Ground Marshaller* di bandara Nigeria. Permasalahannya yaitu untuk mengembangkan dan mengadopsi sistem yang akan memaksimalkan manajemen penerbangan. perjalanan pesawat melalui darat ke bandar udara untuk berlabuh untuk meningkatkan keselamatan, waktu penyelesaian, dan efisiensi operasional (Adeniran & Akinsehinwa, 2021).
3. Karya Amri Feisal Darjami “Analisis Manajemen *Parking Stand* Terhadap Keselamatan Pergerakan Pesawat Udara Di Bandara Udara Komodo Labuan Bajo”. Penelitian ini difokuskan pada penelitian *Parking Stand* terhadap keselamatan pergerakan Pesawat Udara. Permasalahannya yaitu untuk mengetahui Manajemen *Parking Stand* yang digunakan di Bandara Udara Labuan Bajo dan bagaimana tempat parkir diatur untuk keselamatan pesawat udara di Bandara Udara Komodo Labuan Bajo (Darjami & Putrie, 2023).

4. Karya Rossy Nur Intan Damayanti “Analisis Optimalisasi Jumlah Parking Stand Dalam Mencapai *On Time Performance* (OTP) Penerbangan Di Bandar Udara Internasional Husein Sastranegara Bandung”. Penelitian ini difokuskan pada penelitian Optimalisasi Parking Stand pada Bandar Udara Internasional Husein Sastranegara Bandung. Permasalahan bagaimana kendala dalam memaksimalkan penggunaan *Parking Stand* di Bandara Internasional Husein Sastranegara Bandung dan apa yang dapat dilakukan untuk melakukannya (Damayanti & Yudianto, 2024).
5. Karya Noeores Shobie Ahfan “Pemetaan Lingkungan Kerja Robot Beroda Dengan Metode *Slam Gmapping* Menggunakan Sensor LiDar”. Penelitian ini difokuskan pada penelitian sensor liDar terhadap penggunaan metode slam gmapping di lingkungan kerja robot beroda. Permasalahan bagaimana penggunaan sensor liDar untuk memindai halangan atau dinding agar robot dapat bermanuver dengan aman (Ahfan *et al.*, 2022).