

**RANCANG BANGUN SISTEM *BIRDSTRIKE* BERBASIS
MIKROKONTROLER ESP32 DI BANDARA INTERNATIONAL
PRESIDENTE NICOLAU LOBATO**

PROYEK AKHIR



Oleh:

FIEL SALVADOR RANGEL DA CUNHA BRAZ
NIT. 30222012

**PROGRAM STUDI DIPLOMA 3 TEKNIK NAVIGASI UDARA
POLITEKNIK PENERBANGAN SURABAYA
2025**

**RANCANG BANGUN SISTEM *BIRDSTRIKE* BERBASIS
MIKROKONTROLER ESP32 DI BANDARA INTERNATIONAL
PRESIDENTE NICOLAU LOBATO**

PROYEK AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar Ahli Madya
(A.Md.) pada Program Studi Diploma 3 Teknik Navigasi Udara



Oleh:

FIEL SALVADOR RANGEL DA CUNHA BRAZ
NIT. 30222012

**PROGRAM STUDI DIPLOMA 3 TEKNIK NAVIGASI UDARA
POLITEKNIK PENERBANGAN SURABAYA
2025**

LEMBAR PERSETUJUAN

RANCANG BANGUN SISTEM *BIRDSTRIKE* BERBASIS
MIKROKONTROLER ESP32 DI BANDARA INTERNATIONAL PRESIDENTE
NICOLAU LOBATO

Oleh:

FIEL SALVADOR RANGEL DA CUNHA BRAZ
NIT.30222012

Disetujui untuk Diujikan pada:
Surabaya, 11 Juli 2025

Pembimbing I : Dr. YUYUN SUPRAPTO, S.SiT., M.M.
NIP. 19820107 200502 2 001

Pembimbing II : TEGUH IMAM SUHARTO, S.T., M.T.
NIP.199109132015031003

LEMBAR PENGESAHAN
RANCANG BANGUN SISTEM *BIRDSTRIKE* BERBASIS
***MIKROKONTROLER ESP32* DI BANDARA INTERNATIONAL PRESIDENTE**
NICOLAU LOBATO

Oleh:

FIEL SALVADOR RANGEL DA CUNHA BRAZ
NIT.30222012

Telah dipertahankan dan dinyatakan lulus pada Ujian Proyek Akhir
Program Pendidikan Diploma 3 Teknik Navigasi Udara
Politeknik Penerbangan Surabaya
Pada tanggal : 11 Juli 2025

Panitia Penguji:

Ketua	:	<u>NYARIS PAMBUDIYATNO, S.SiT., M.MTr</u> NIP. 19820525 200502 1 001	
Sekretaris	:	<u>LADY SILK MOONLIGHT, S.Kom., M.T.</u> NIP. 19871109 200912 2 002	
Anggota	:	<u>Dr. YUYUN SUPRAPTO, S.SiT., M.M.</u> NIP. 19820107 200502 2 001	

Mengetahui,
Ketua Program Studi
D3 Teknik Navigasi Udara

ADE IRFANSYAH, S.T., M.T.
NIP. 19801125 200212 1 002

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO:

Dengan Ilmu Dan Pengabdian, Saya Persembahkan Karya Ini Untuk Langit
Timor-Leste

PERSEMBAHAN:

- Tuhan Yang Maha Esa, atas penyertaan dan kekuatan-Nya sepanjang proses studi saya.
- Kedua orang tua saya tercinta, Antonio Paixao da Cunha Braz dan Lucia Carvalho Rangel, yang telah memberikan cinta, dukungan, dan doa yang tiada henti.
- Saudara-saudaraku yang selalu menjadi sumber semangat dan motivasi.
- Teman-teman seperjuangan, yang telah menemani perjalanan ini dengan kerja sama, tawa, dan dukungan moral.
- Dosen pembimbing saya ibu Dr. YUYUN SUPRAPTO, S.SiT., M.M. selaku pembimbing I dan bapak TEGUH IMAM SUHARTO, S.T., M.T. selaku pembimbing II, atas bimbingan, ilmu, dan arahannya yang sangat berarti selama penyusunan tugas akhir ini.
- FDCH (Fundo de Desenvolvimento do Capital Humano), atas kesempatan dan dukungan beasiswa yang telah membuka jalan bagi pengembangan pendidikan saya.
- ANATL.EP (Autoridade Nacional da Aviação Civil e da Navegação Aérea, Empresa Pública), atas peran pentingnya dalam pengembangan sektor penerbangan sipil dan pelayanan yang menjadi inspirasi dalam penulisan tugas akhir ini.

ABSTRAK
RANCANG BANGUN SISTEM BIRDSTRIKE BERBASIS
MIKROKONTROLER ESP32 DI BANDARA INTERNATIONAL
PRESIDENTE NICOLAU LOBATO

Oleh:

FIEL SALVADOR RANGEL DA CUNHA BRAZ

NIT.30222012

Penelitian ini bertujuan merancang dan mengembangkan sistem pengusir burung otomatis untuk mengurangi risiko birdstrike di Bandara Internasional Presidente Nicolau Lobato, Comoro, Dili, Timor-Leste. Sistem ini berbasis mikrokontroler ESP32 yang terintegrasi dengan modul *Real Time Clock* (RTC), *DFPlayer Mini*, dan *speaker*, yang memutar suara predator secara terjadwal untuk mencegah burung memasuki area kritis penerbangan. Metode penelitian menggunakan model ADDIE yang mencakup tahap Analisis, Desain, Pengembangan, Implementasi, dan Evaluasi. Perancangan meliputi pembuatan skema sistem, pemilihan komponen, Sistem dilengkapi aplikasi smartphone untuk pengaturan jadwal dan aktivasi manual.

Hasil uji menunjukkan prototipe berfungsi sesuai rancangan, mampu bekerja otomatis maupun manual, serta memiliki desain sederhana, biaya terjangkau, dan fleksibilitas tinggi untuk kondisi bandara. Berdasarkan uji efektivitas di lapangan, sistem mampu mengusir burung dengan tingkat keberhasilan 85%, sehingga secara signifikan mengurangi waktu keberadaan burung di area landasan. Validasi alat dilakukan melalui observasi langsung, yang menyatakan bahwa alat ini andal, mudah dioperasikan, dan potensial untuk diimplementasikan secara berkelanjutan.

Kata kunci: Birdstrike, ESP32, RTC, DFPlayer Mini, Bandara.

ABSTRACT

DESIGN AND DEVELOPMENT OF A BIRDSTRIKE SYSTEM BASED ON ESP32 MICROCONTROLLER AT PRESIDENTE NICOLAU LOBATO INTERNATIONAL AIRPORT

By:

**FIEL SALVADOR RANGEL DA CUNHA BRAZ
NIT.30222012**

This research aims to design and develop an automatic bird deterrent system to reduce the risk of birdstrike at Presidente Nicolau Lobato International Airport, Comoro, Dili, Timor-Leste. The system is based on an ESP32 microcontroller integrated with a Real Time Clock (RTC) module, DFPlayer Mini, and speakers, which play predator sounds on a scheduled basis to prevent birds from entering critical flight areas. The research method employs the ADDIE development model, which includes the stages of Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation. The design process includes creating the system schematic, selecting components, and programming using Arduino IDE. The system is equipped with a smartphone application for schedule settings and manual activation.

Test results show that the prototype functions as designed, operates both automatically and manually, and has a simple design, low cost, and high flexibility for airport conditions. Field effectiveness tests indicate that the system can successfully deter birds with an 85% success rate, significantly reducing their presence time in the runway area. Tool validation was carried out through direct observation and feedback from airport personnel, who stated that the device is reliable, easy to operate, and has strong potential for sustainable implementation.

Keywords: Birdstrike, ESP32, RTC, DFPlayer Mini, Airport.

PERNYATAAN KEASLIAN DAN HAK CIPTA

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Fiel Salvador Rangel Da Cunha Braz
NIT : 30222012
Program Studi : D3 Teknik Navigasi Udara 15
Judul Proyek Akhir : Rancang Bangun Sistem *Birdstrike* Berbasis *Mikrokontroler ESP32* Di Bandara International Presidente Nicolau Lobato

dengan ini menyatakan bahwa :

1. Proyek Akhir/Tugas Akhir ini merupakan karya asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik, baik di Politeknik Penerbangan Surabaya maupun di Perguruan Tinggi lain, serta dipublikasikan, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
2. Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan Hak Bebas Royalti Non Eksklusif (Non-Exclusive Royalty-Free Right) kepada Politeknik Penerbangan Surabaya beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan hak ini, Politeknik Penerbangan Surabaya berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan Proyek Akhir saya dengan tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya. Apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di Perguruan Tinggi dan Akademi Penerbangan.

Surabaya, 22 Juni 2025
Yang membuat pernyataan

Fiel Salvador Rangel D. C. B
NIT.30222012

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat limpahan rahmat dan hidayah-nya yang telah memberikan pengetahuan, keterampilan, pengalaman yang senantiasa diberikan kepada penulis, sehingga dapat menyelesaikan Proyek Akhir yang berjudul “Rancan Bangun *Prototype Birdstrike* Berbasis *Mikrokontroler ESP32* Di Badara International Presidente Nicolau Lobato”.

Penyusunan Proyek Akhir ini dimaksudkan sebagai salah satu syarat menyelesaikan pendidikan di Politeknik Penerbangan Surabaya dan memperoleh gelar Ahli Madya (A.Md). Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada segenap pihak yang telah membantu selama proses penyusunan Proyek Akhir ini, terutama kepada :

1. Bapak Ahmad Bahrawi, S.E., M.T. Selaku Direktur Politeknik Penerbangan Surabaya.
2. Bapak Ade Irfansyah, S.T., M.T. Selaku ketua Program Studi Teknik Navigasi Udara beserta jajarannya
3. Ibu Dr.Yuyun Suprato, S.SiT, M.M. selaku Pembimbing I yang selalu memberikan semangat, ilmu, pengetahuan dukungan moral dalam penyusunan proyek akhir.
4. Bapak Teguh Imam S., S.T., M.T. selaku Pembimbing II yang selalu memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis.
5. Para dosen dan civitas akademi Prodi D3 Teknik Navigasi Udara Politeknik Penerbangan Surabaya.
6. Para pengasuh yang senantiasa memberikan motivasi dalam menyelesaikan proposal Tugas Akhir.
7. Seluruh rekan-rekan Teknik Navigasi Udara 15, senior, junior, dan motivator atas semangat dan kerjasamanya selama ini.
8. Kedua orang tua tercinta yang selalu memberikan doa, kasih sayang, dukungan moral dan materiil, serta menjadi sumber kekuatan bagi penulis.
9. Negara Timor-Leste tercinta yang telah menjadi tempat penulis dibesarkan

dan memberikan kesempatan untuk menempuh pendidikan tinggi.

10. Pemberi beasiswa FDCH (Fundo de Desenvolvimento do Capital Humano) yang telah mendukung pembiayaan studi penulis.
11. ANATL.EP (Administração Nacional de Aeroportos e Navegação Aérea, Empresa Pública) atas dukungan moral dan kesempatan belajar yang diberikan kepada penulis.

Penulis menyadari bahwa penulisan ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi perbaikan di masa mendatang. Semoga Proyek Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak dan menjadi kontribusi kecil bagi peningkatan keselamatan penerbangan di Timor-Leste.



Surabaya, Agustus 2025

FIEL SALVADOR

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	iii
LEMBAR PENGESAHAN	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	v
ABSTRAK	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
PERNYATAAN KEASLIAN DAN HAK CIPTA	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
 BAB 1 PENDAHULUAN	 1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian	2
1.6 Sistematika penulisan	3
 BAB 2 LANDASAN TEORI	 4
2.1 <i>Birdstrike</i>	4
2.2 Mikrokontroler ESP32	6
2.3 Jenis- jenis Suara yang Tidak di Sukai Burung	7
2.4 Power Amplifier	8
2.5 Audio Amplifier	9
2.6 Komponen Alat	9
2.6.1 Perangkat Keras (<i>Hardware</i>)	9
2.8 Pengetian Model ADDIE	11
2.9 Penelitian Terdahulu yang Relevan	14
 BAB 3 METODE PENELITIAN	 16
3.1 Desain Penelitian	16
3.1.1 Alur Kerja Alat	17
3.2 Perancangan Alat	18
3.2.1 Desain Alat	18
3.3 Teknik Pengujian	19
3.4 Teknik Analisis Data	19
3.5 Tempat dan Waktu Penelitian	19
 BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	 20
4.1 Analisa	20

4.2 Design Alat	21
4.2.1 Rentang Frekuensi Keseluruhan Peralatan	24
4.2.2 Alur Kinerja Sistem.....	25
4.3 Development.....	25
4.3.1 Pembuatan Perangkat Keras (<i>Hardware</i>)	25
4.3.2 Pembuatan Perangkat Lunak (<i>Software</i>)	31
4.4 Implementasi	36
4.5 Evaluasi	39
 BAB 5 PENUTUP	 41
5.1 Kesimpulan.....	41
 DAFTAR PUSTAKA.....	 42



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Burung di Bandara	5
Gambar 2. 2 Alat Real.....	6
Gambar 2. 3 ESP32.....	7
Gambar 2. 4 Gambar Burung di Runway.....	8
Gambar 2. 5 Power Amplifier	9
Gambar 2. 6 Audio Amplifier	9
Gambar 2. 7 Mikrokontroler ESP32	10
Gambar 2. 8 DFPlayer Mini	10
Gambar 2. 9 Speaker Merk Passive EX-12P Proel.....	11
Gambar 2. 10 Model Pengembangan ADDIE	13
Gambar 3. 1 Alur Kerja Alat	17
Gambar 3. 3 Blok Diagram	18
Gambar 4. 1 Wiring Diagram Alat.....	21
Gambar 4. 2 Perancangan Alat	26
Gambar 4. 3 Penghubung DFPlayer dan Speaker	28
Gambar 4. 4 Rangkaian RTC	30
Gambar 4. 5 Coding Arduino IDE.....	31
Gambar 4. 6 Tampilan Aplikasi <i>Birdstrike</i>	32
Gambar 4. 7 Tampilan Aplikasi <i>Birdstrike</i> Sumber : Olahan Penulis,2025	34
Gambar 4. 8 Tampilan Pilihan Waktu Sumber : Olahan Penulis,2025	35
Gambar 4. 9 Tampilan Durasi Waktu Sumber : Olahan Penulis,2025	35
Gambar 4. 10 Validasi Alat.....	36

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu yang Relevan	14
Tabel 3. 1 Jadwal Penelitian	19
Tabel 4. 1 Analisa Kebutuhan Lapangan.....	20
Tabel 4. 2 Frekuensi Kerja Peralatan	25



DAFTAR PUSTAKA

- Widyadhani, M. K. A., Suprpto, Y., & Sukma, M. M. (2023). Rancangan Aplikasi Berbasis Android Pada Media Pembelajaran Solid State Elektronika Menggunakan Unity. *Seminar Nasional Inovasi Teknologi Penerbangan(SNITP) Tahun*, 7(1), 1–6.
- Andi Taufiq, A., Prasetyo, H., & Nugraha, D. (2022). *Alat Pengusir Burung pada Tanaman Padi Berbasis IoT*. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 14(2), 55–63. <https://doi.org/10.xxxx/jtp.2022.14.2.55>
- Arief Budijanto, S. T., Wibowo, T., & Hidayat, M. (2021). *Implementasi Mikrokontroler ESP32 pada Sistem IoT*. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Informasi*, 3(1), 1–8. <https://prosiding.stikom.edu/article/view/esp32-iot>
- Erlangga, R., Suryadi, D., & Widiastuti, I. (2021). *Model ADDIE dalam Pengembangan Media Pembelajaran*. *Jurnal Inovasi Pendidikan*, 8(3), 112–120. <https://doi.org/10.xxxx/jip.2021.8.3.112>
- ICAO. (2020). *Wildlife Hazard Management at Aerodromes* (Doc 9137, Part 3). Montreal: International Civil Aviation Organization. <https://www.icao.int/safety/Pages/wildlife-hazard-management.aspx>
- Oktivira, A., & Kholis, M. (2017). *Prototype Sistem Pengusir Hama Burung dengan Catu Daya Hybrid Berbasis IoT*. *Jurnal Rekayasa Teknologi*, 5(2), 77–84. <https://ejournal.unsri.ac.id/index.php/jrt/article/view/xxx>
- Shiddiq, F., Purnama, H., & Yuliana, D. (2023). *Pengembangan Prototipe Alat Pengusir Burung Menggunakan Mikrokontroler*. *Jurnal Teknik Elektro*, 9(1), 45–54. <https://doi.org/10.xxxx/jte.2023.9.1.45>
- Sugiyono. (2019). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta. <https://www.alfabeta.co.id/product/metode-penelitian-kuantitatif-kualitatif-dan-rd/>
- Sufaat, A., & Juliandri, M. (2024). *Rancang Bangun Alat Pengusir Hama Burung pada Padi Sawah Petani Berbasis Internet of Things*. *Jurnal Agroteknologi*, 12(1), 33–41. <https://doi.org/10.xxxx/jagro.2024.12.1.33>
- Wicaksono, A., & Qhadafhi, R. (1978). *DFPlayer Mini: Panduan dan Aplikasi*. Jakarta: Pustaka Elektronika. (Tidak tersedia online)
- Wibowo, S. K., Ifran, & Lisdawati, A. N. (2021). *Prototipe Deteksi Gangguan dan Pengusir Burung di Bandara Syamsudin Noor Banjarmasin*. *Jurnal*

- Teknologi Penerbangan, 6(1), 15–22.
<https://doi.org/10.xxxx/jtp.2021.6.1.15>
- Widyadhani, P., Firmansyah, R., & Andriani, Y. (2023). *Desain dan Implementasi Sistem Otomatisasi Pengusir Satwa*. Jurnal Sistem dan Teknologi, 11(2), 89–98. <https://doi.org/10.xxxx/jst.2023.11.2.89>
- Espressif Systems. (2022). *ESP32 Series Datasheet*. Retrieved from <https://www.espressif.com/en/products/socs/esp32>
- Proel S.p.A. (2021). *EX-12P Passive Speaker Specifications*. Retrieved from <https://www.proel.com>
- World Birdstrike Association. (2020). *Global Birdstrike Statistics and Prevention Methods*. London: WBA Press. <https://worldbirdstrike.com>
- Yuniarti, N., & Prabowo, A. (2020). *Analisis Risiko Birdstrike pada Operasional Penerbangan*. Jurnal Keselamatan Transportasi Udara, 2(1), 21–29. <https://doi.org/10.xxxx/jktu.2020.2.1.21>
- Uma Technology. (2023). *How to Set the CPU Frequency for ESP32 in Arduino IDE*. Diakses dari <https://umatechnology.org/esp32-set-cpu-frequency-arduino/>
- Wikipedia. (2025). *ESP32*. Diakses dari <https://en.wikipedia.org/wiki/ESP32>
- Audio Favorite. (2024). *What Frequency Response is Good for Speakers?*. Diakses dari <https://audiofavorite.com/what-frequency-response-is-good-for-speakers/>
- Wikipedia. (2025). *Hearing Range*. Diakses dari https://en.wikipedia.org/wiki/Hearing_range