# Aircraft Trajectory Optimization for Emission Reduction

A Contribution to Sustainable Development Goals

**Riset Internasional ITB 2026**

**Kontribusi terhadap SDGs**

Javensius Sembiring (Ketua), Hari Muhammad, Rianto Adhy Sasongko, Mufti Arifin, Hanif Imran Caesarian

Fakultas Teknik Mesin dan Dirgantara, Institut Teknologi Bandung

## Abstract

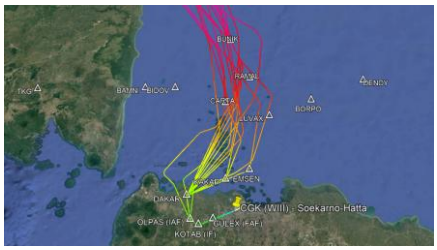
Riset AERO-OPT mengembangkan optimasi trajektori pada fase approach hingga final approach untuk menekan konsumsi bahan bakar dan emisi $CO_2$. Metode memadukan model kinerja pesawat, data operasional, optimal control, dan robust optimization dengan batasan prosedur lokal di Bandara Soekarno–Hatta (CGK). Validasi operasional direncanakan melalui full flight simulator A320 dan B737 di PPI Curug.

AERO-OPT

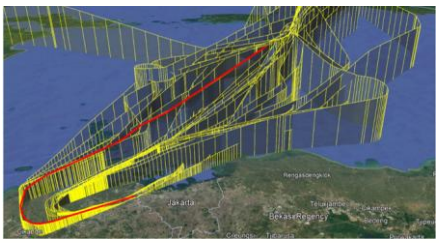
Kata kunci: optimasi trajektori, approach, emisi $CO_2$, STAR

## Introduction

Level-off, vectoring, dan pembatasan kecepatan pada fase kedatangan dapat menambah konsumsi bahan bakar. Optimasi perlu mempertahankan kepatuhan pada STAR/ILS, batas kecepatan dan ketinggian, serta kriteria stabilised approach.




Gambar 1. Contoh lintasan kedatangan di Bandara Soekarno–Hatta.



Gambar 2. Detail profil vertikal pendaratan CGK runway 07R.

## Research Method

Optimasi menyatukan model pesawat dengan batasan operasional. Angin dan massa pesawat menjadi sumber ketidakpastian yang dipertimbangkan.

### 01 Data dan model kinerja

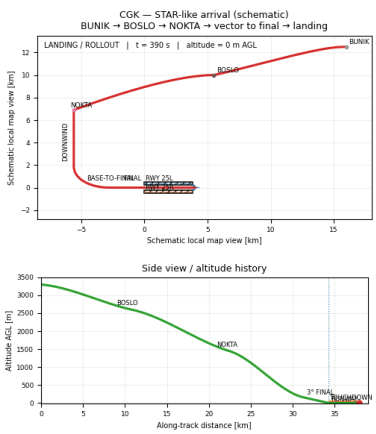
Representasi STAR, waypoint, batas kecepatan/ketinggian, serta model aerodinamika dan konsumsi bahan bakar pesawat.

### 02 Optimal control

Robust optimization mempertimbangkan angin dan massa pesawat. Trajektori meminimalkan fuel burn dan emisi $CO_2$, mengikuti batas kinerja serta prosedur approach.

### 03 Validasi operasional

Persiapan pengujian trajektori pada full flight simulator A320 dan B737 di PPI Curug untuk menilai kelayakan operasional.




Gambar 3. Skema model STAR dan profil ketinggian trajektori.



Gambar 4. Fasilitas full flight simulator dan kokpit di PPI Curug.

## Discussion & Result

Penelitian AERO-OPT berfokus pada pengembangan model dinamika penerbangan dan metode optimasi trajektori untuk meningkatkan efisiensi operasional serta mengurangi emisi pesawat. Pendekatan yang dikembangkan mengintegrasikan karakteristik kinerja pesawat, batasan operasional, dan kondisi lalu lintas udara, khususnya pada wilayah Terminal Maneuvering Area (TMA). Simulasi dan evaluasi dilakukan untuk membandingkan trajektori optimal dengan trajektori referensi berdasarkan konsumsi bahan bakar, emisi, dan kelayakan operasional. Hasil kuantitatif pengurangan bahan bakar dan emisi masih perlu dikonfirmasi melalui validasi dan analisis simulasi.

### Model dan trajektori

Pengembangan metode, model, dan perangkat lunak optimasi trajektori masih berlangsung. Finalisasi trajektori dan pengujian operasional menjadi langkah berikutnya.

Target jurnal Q1
Satu naskah berada dalam tahap perhitungan, analisis data, dan simulasi.

## Conclusion

Riset membangun metode optimasi trajektori kedatangan yang mempertimbangkan efisiensi dan batasan operasional. Besaran penghematan bahan bakar dan emisi masih memerlukan hasil simulasi serta validasi operasional.

### Sasaran operasional

Profil kecepatan, ketinggian, dan thrust yang lebih efisien dengan tetap memenuhi batas keselamatan.

### Tindak lanjut

Finalisasi trajektori dan prosedur penerbangan.
Persiapan pengujian di PPI Curug.
Penulisan dan finalisasi paper.

## Luaran ilmiah

Lalu Muhamad Alhadad, Yazdi I. Jenie, Adhitya Rizky Andhira Kusumah, Javensius Sembiring. "Smart Swarm Algorithm for Drone Inspection Mission." 2026 15th Asian Control Conference (ASCC). IEEE, 2026.

Zahran Nizar Fadhlan, Nibrasakhi Almer, Alfathdin Prida Nafianto, Javensius Sembiring, “Assessing the Resilience of Indonesian Air Transportation Networks Under Natural Disaster Scenarios Using Complex Network Theory”, Presented at ISAST 2026 and to be published at Journal of Indonesian Journal of Aerospace

Naufal Husna Risqulloh, Muhamad Luthfi Imam Nurhakim, Mufti Arifin, and Javensius Sembiring, “Risk Quantification of Tail Strike Accident During Flare Using Longitudinal Model and Subset Simulation”, Presented at ISAST 2026 and to be published at Indonesian of Aerospace Journal.

Target jurnal Q1
Satu naskah berada dalam tahap perhitungan, analisis data, dan simulasi.