

## **PENGARUH WEIGHT AND BALANCE TERHADAP EFISIENSI BAHAN BAKAR DALAM PENERBANGAN KOMERSIAL**

**Ni Luh Silvia S, Nabilah Miranti V, Adrista Yafri A, Hadi Prayitno**

Politeknik Penerbangan Surabaya Jl. Jemur Andayani 1/73, Surabaya 60236

E-mail correspondence : [niluh.silvia05@gmail.com](mailto:niluh.silvia05@gmail.com)

---

### **Abstrak**

Penerbangan komersial merupakan sektor transportasi yang kompleks yang mengedepankan keselamatan dan efisiensi bahan bakar. Artikel ini membahas bagaimana weight and balance (berat dan keseimbangan) mempengaruhi efisiensi bahan bakar dalam penerbangan komersial. Penghitungan weight and balance mencakup berat penumpang, bagasi, kargo, dan bahan bakar, serta posisi pusat gravitasi (CG) pesawat. Ketidakseimbangan berat dapat meningkatkan konsumsi bahan bakar dan membahayakan keselamatan penerbangan. Penelitian menunjukkan bahwa pengoptimalan weight and balance bisa mengurangi drag aerodinamis dan memperbaiki efisiensi operasional. Metode penelitian ini menggunakan pendekatan penelitian pustaka untuk mengumpulkan informasi dari sumber terbaru (2019-2024) tentang topik ini. Hasil analisis menunjukkan bahwa prosedur weight and balance yang baik, termasuk sistem komputer dan pemantauan selama penerbangan, sangat penting untuk keselamatan dan efisiensi bahan bakar. Penelitian ini memberikan wawasan tentang bagaimana manajemen weight and balance yang tepat dapat berkontribusi terhadap keberlanjutan dalam industri penerbangan.

**Kata Kunci** : Efisiensi Bahan Bakar, Keselamatan Penerbangan, Pusat Gravitasi (CG), Weight and Balance.

### **Abstract**

*Commercial aviation is a complex transportation sector, with safety and fuel efficiency being the top priorities. This article discusses the impact of weight and balance on fuel efficiency in commercial aviation. The calculations for weight and balance include passenger, baggage, cargo, and fuel weight, as well as the distribution of the aircraft's center of gravity (CG). Imbalances in weight distribution can increase fuel consumption and potentially jeopardize flight safety. Research indicates that optimizing weight and balance can reduce aerodynamic drag and improve operational efficiency. This research method utilizes a library research approach to gather information from recent sources (2019-2024) on this topic. The analysis results indicate that effective weight and balance handling procedures, including the use of computer systems and continuous monitoring during flights, are crucial to ensure safety and fuel efficiency. Consequently, this research provides insights into how proper management of weight and balance can contribute to the sustainability of the aviation industry.*

**Keywords:** *Aviation Safety, CG, Fuel Efficiency, Weight and Balance.*

---

## **PENDAHULUAN**

Pada Penerbangan komersil merupakan salah satu sektor transportasi yang paling dinamis dan kompleks, dengan fokus utama pada keselamatan, efisiensi,

dan kinerja. Salah satu aspek kritis dalam operasi penerbangan komersil adalah perhitungan weight and balance (berat dan keseimbangan), yang tidak hanya mempengaruhi keselamatan penerbangan tetapi juga efisiensi bahan bakar.

Perhitungan weight and balance melibatkan penghitungan berat penumpang, bagasi, kargo, dan bahan bakar, serta distribusi pusat gravitasi pesawat. Kesalahan dalam menghitung distribusi berat ini dapat menyebabkan kelebihan beban (overload) yang berisiko membahayakan keselamatan penumpang, awak pesawat, dan pesawat itu sendiri.

Konteks efisiensi bahan bakar, perhitungan weight and balance yang akurat sangat penting. Bahan bakar yang digunakan selama penerbangan merupakan komponen biaya operasional yang signifikan, dan optimasi berat pesawat dapat mengurangi konsumsi bahan bakar. Misalnya, mengurangi jumlah bahan bakar yang dibawa ketika Takeoff Weight (TOW) melebihi Maximum Takeoff Weight (MTOW) dapat memastikan bahwa pesawat beroperasi dalam batas aman yang ditetapkan, sekaligus meningkatkan efisiensi bahan bakar.

Artikel ini akan membahas pengaruh weight and balance terhadap efisiensi bahan bakar penerbangan komersil, dengan fokus pada metode perhitungan, parameter yang mempengaruhi, dan implikasi praktisnya. Dengan menggunakan data dan analisis dari penelitian sebelumnya, seperti yang dilakukan pada Maskapai AirAsia di Bandar Udara Husein Sastranegara Bandung, artikel ini akan memberikan wawasan mendalam tentang bagaimana optimasi weight and balance dapat meningkatkan efisiensi bahan bakar dan keselamatan penerbangan.

## **METODE**

Penelitian ini menggunakan pendekatan library research untuk mengumpulkan dan menganalisis informasi dari berbagai sumber literatur yang relevan dengan

topik "Pengaruh Keseimbangan Beban terhadap Efisiensi Bahan Bakar dalam Penerbangan Komersial". Fokus pencarian akan difokuskan pada karya-karya yang diterbitkan dalam rentang tahun 2019 hingga 2024 karena periode ini mencerminkan perkembangan terkini dalam domain teknologi penerbangan dan manajemen energi.

Peneliti akan mencari sumber-sumber literatur yang relevan melalui basisdata akademik seperti Scopus, Web of Science, dan Google Scholar. Kriteria seleksi akan disiapkan untuk memfilter sumber-sumber yang tepat, yaitu publikasi harus berhubungan dengan keseimbangan beban dan efisiensi bahan bakar dalam penerbangan komersial serta tanggal publikasi harus antara tahun 2019 dan 2024.

Kesimpulan akhir penelitian ini didasarkan pada analisis konten dan evaluasi temuan dari semua sumber literatur yang telah dikaji. Peneliti akan menyediakan gambaran umum tentang bagaimana optimasi distribusi massa aerodinamik telah mengubah paradigma industri penerbangan, menciptakan peluang baru, menghadirkan tantangan baru, dan potensi dampaknya dalam jangka panjang terhadap ekonomi, sosial, dan lingkungan.

Cara ini, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan dalam memahami pengaruh keseimbangan beban terhadap efisiensi bahan bakar dalam penerbangan komersial serta memberikan arahan untuk masa depan perkembangan industri transportasi udara yang lebih ramah lingkungan dan efektif energi.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Weight pada pesawat mencakup keseluruhan massa yang terdiri dari berat kosong, penumpang, kargo, dan bahan bakar. Di sisi lain, balance berhubungan dengan cara distribusi berat tersebut di dalam pesawat. Penempatan CG harus

dalam interval yang sudah ditetapkan dengan tujuan pesawat mempertahankan keseimbangan saat terbang. Stabilitas yang terganggu menyebabkan masalah yang kompleks, seperti kehilangan kontrol saat take-off atau landing. (Susilowati and Nurfadilah)

Keseimbangan beban Dalam perjalanan udara berhubungan dengan Penataan muatan yang merata di seluruh pesawat. Karena penataan beban yang tidak teratur mesin perlu beroperasi dengan lebih intensif yang menyebabkan peningkatan penggunaan bahan bakar. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa ketidakseimbangan beban pada transformator dapat mengurangi efisiensi hingga 3,47%. Dengan angka ini dapat membuat meningkatnya efisiensi bahan bakar bakar. (Jumat and Abdullah)

$$\textit{Total Traffic Load} = \textit{Weight total pax} + (\textit{Baggage} + \textit{Cargo Mail})$$

$$\textit{Zero Fuel Weight} = \textit{Total Traffic Load} + \textit{Dry Operating Weight (DOW)}$$

$$\textit{Taxi Weight} = \textit{Zero Fuel Weight} + \textit{Total fuel}$$

$$\textit{Take off Weight} = \textit{Taxi Weight} - \textit{Taxi Fuel}$$

$$\textit{Landing Weight} = \textit{Take off Weight} - \textit{Trip Fuel}$$

Weight and balance merupakan Elemen yang signifikan Yang dapat memberikan dampak pada efisiensi penggunaan bahan bakar di penerbangan komersial. Pengaruhnya berupa keseimbangan beban yang dimana keseimbangan beban pesawat sangat mempengaruhi efisiensi bahan bakar. dengan memperhitungkan weight and balance secara akurat dapat menyebabkan pesawat dalam kondisi yang balance, hal ini merupakan hal yang sangat penting.

Pesawat yang terbang dapat dikatakan aman adalah ketika muatannya seimbang dan letak CG berada di posisi yang telah ditentukan. engan kejadian ini mengurangi resistensi aerodinamis dan konsumsi bahan bakar. perhitungan weight and balance yang akurat sebelum take-off sangat penting.

Ketidakseimbangan sangat mempengaruhi efisiensi bahan bakar, akan timbul jika petugas load control salah dalam melakukan perhitungan pada massa atau beban pesawat secara akurat. Selain itu, Penelitian menunjukkan bahwa ketidakseimbangan beban dapat meningkatkan konsumsi bahan bakar. dengan memastikan keseimbangan beban, konsumsi bahan bakar dapat diminimalkan, sehingga meningkatkan efisiensi operasional. tetapi, jika pesawat lepas landas dengan beban yang tidak seimbang, itu dapat menyebabkan peningkatan drag aerodinamis dan konsumsi bahan bakar yang lebih tinggi.

Efisiensi bahan bakar pesawat sangat ditentukan oleh bagaimana kinerja mesin dalam kondisi tertentu. Saat mesin berjalan pada beban seimbang, penghematan bahan bakar dapat sangat ditingkatkan. Begitupun sebaliknya, bila adanya ketidak seimbangan beban akan terjadi peningkatan resistensi udara dan peningkatan efisiensi bahan bakar, yang mengakibatkan biaya operasional yang lebih tinggi untuk maskapai penerbangan.

Stabilitas adalah faktor penting dalam pengoperasian pesawat. Ketidak seimbangan dapat menyebabkan pesawat menjadi tidak stabil, yang berpotensi meningkatkan risiko kecelakaan. Kesalahan dalam perhitungan weight and balance telah menjadi penyebab beberapa kecelakaan penerbangan, menunjukkan betapa pentingnya aspek ini dalam menjaga keselamatan dan efisiensi operasional. Selain itu, Ketidakseimbangan dalam distribusi beban dapat mengurangi kemampuan manuver pesawat. Hal ini dapat berakibat pada peningkatan jarak lepas landas dan penurunan ketinggian maksimum yang dapat dicapai. Jika pusat gravitasi (CG) terlalu jauh ke depan atau ke belakang, performa penerbangan akan terganggu, yang dapat menyebabkan penurunan sudut dan laju pendakian serta batas ketinggian, semuanya berkontribusi pada efisiensi bahan bakar yang lebih rendah.

Prosedur penanganan weight and balance yang efektif sangat penting untuk memastikan efisiensi bahan bakar. Penggunaan sistem komputer, seperti ALTEA, dalam menghitung weight and balance membantu menjamin akurasi dan efisiensi perhitungan. Sistem ini memungkinkan petugas load control untuk memasukkan data secara menyeluruh, termasuk jumlah penumpang, bagasi, kargo, dan bahan bakar. Mematuhi standar berat penumpang dan bagasi yang ditetapkan oleh maskapai penerbangan, seperti Garuda Indonesia, juga sangat penting. Standar ini memastikan bahwa perhitungan weight and balance dilakukan dengan tepat dan konsisten. Jika diperlukan, penggunaan ballast dapat membantu menjaga agar pusat gravitasi pesawat tetap dalam batas operasional yang aman. Hal ini berkontribusi pada pengurangan konsumsi bahan bakar yang tidak perlu dan peningkatan efisiensi.

Keseimbangan beban tidak hanya mempengaruhi efisiensi bahan bakar tetapi juga keselamatan serta aspek ekonomi. Ketidakseimbangan beban dapat membuat pesawat menjadi tidak stabil, terutama saat lepas landas dan mendarat, yang dapat berakibat fatal jika tidak ditangani dengan benar. Dengan memastikan keseimbangan beban, maskapai penerbangan dapat mengurangi biaya operasional terkait konsumsi bahan bakar. Selain itu, hal ini juga membantu meningkatkan efisiensi dan mengurangi emisi gas rumah kaca.

Prosedur penanganan weight and balance melibatkan beberapa langkah penting:

- **Penghitungan Awal:** Menghitung total berat muatan termasuk penumpang dan kargo sebelum penerbangan dimulai.
- **Pembuatan Loadsheets:** Dokumen ini mencakup semua informasi terkait distribusi berat dan posisi CG untuk memastikan bahwa semua parameter berada dalam batas aman. (Kurniawan)
- **Monitoring Selama Penerbangan:** Petugas harus terus memantau kondisi beban selama penerbangan untuk memastikan tidak ada perubahan

signifikan yang dapat mempengaruhi keseimbangan. (Susilowati and Nurfadilah)

## **PENUTUP**

### **Kesimpulan**

Pengaruh weight and balance terhadap efisiensi bahan bakar dalam penerbangan komersial sangat signifikan. Weight merujuk pada total massa pesawat yang mencakup berat kosong, penumpang, kargo, dan bahan bakar, sedangkan balance berkaitan dengan distribusi berat tersebut di dalam pesawat. Titik pusat gravitasi (CG) harus berada dalam batas tertentu agar pesawat tetap stabil selama penerbangan. Ketidakseimbangan dapat menyebabkan masalah serius, termasuk peningkatan drag aerodinamis yang berujung pada konsumsi bahan bakar yang lebih tinggi.

Dengan memastikan keseimbangan beban melalui prosedur yang tepat dan penggunaan teknologi modern, maskapai penerbangan tidak hanya dapat meningkatkan efisiensi bahan bakar tetapi juga memastikan keselamatan penerbangan dan mengurangi biaya operasional. Hal ini berkontribusi pada keberlanjutan lingkungan dengan mengurangi emisi gas rumah kaca.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- ADMINISTRATION, FEDERAL AVIATION . *Aircraft Weight and Balance Handbook*. Oklahoma: United States Department of Transportation, 2016. Handbook.
- Almussa, Noor F and Abdulaziz Almaktoom. "THE EFFECTS OF REDUCING AIRCRAFT WEIGHT ON PROFITABILITY." *PalArch's Journal of Archaeology of Egypt/Egyptology* (2021): 2-7. Article.
- Dwi, Egya Shafa and Hodi. *Analisis Perhitungan Weight And Balance pada Loadsheet dalam*. Yogyakarta: Jurnal Riset Ilmu Manajemen dan Kewirausahaan, 2024. Web.
- Hikmah, nurul and Dhiani Dyahjatmayanti. *Idealitas Weight and Balance pada Pesawat Tipe Comac ARJ21-700 Maskapai*. Yogyakarta: Sci-Tech Journal, 2024. Web.
- Jumat, N A and E J Abdullah. *Development of an aircraft load planning system for*. Malaysia: International Journal of Engineering & Technology, 2018. Jurnal.

- Kurniawan, Fajar Harry. *DETERMINATION OF WEIGHT AND BALANCE ON THE BOEING 737-800 NG AND AIRBUS A320*. Yogyakarta: Angkasa: Jurnal Ilmiah Bidang Teknologi, 2021. Jurnal.
- Ramadhan, Gilang. *ANALISIS PENGARUH BERAT DAN KESEIMBANGAN PADA PESAWAT BOEING 737-300 PK-MYY MASKAPAI PENERBANGAN MY INDO AIRLINES*. Jakarta Selatan: E-Jurnal Universitas Nasional, 2022. Web.
- Ratih Pramitha, AA Sagung Sri and I Gede Eka Lesmana. "Pengaruh Jenis Terbang Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Pesawat King Air B200." *Jurnal Ilmiah Rekayasa & Inovasi* (2020): 2-9. Jurnal.
- Sormin, Muhammad Randy and Rosyida Permatasari. "ANALISIS SPIROID WINGLET PADA PESAWAT SUBSONIC DENGAN VARIASI SUDUT SERANG TERHADAP KONSUMSI BAHAN BAKAR MENGGUNAKAN METODE COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS." *Jurnal Penelitian dan Karya Ilmiah Lembaga Penelitian Universitas Trisakti* (2020): 1-6. Jurnal.
- Susilowati, Tri and Dila Nurfadilah. *PROSEDUR PENANGANAN BERAT DAN KESEIMBANGAN PESAWAT GARUDA*. Jakarta: Sekolah Tinggi Penerbangan Aviasi, 2021. Jurnal.
- Tandioga, Remigius, et al. *ANALISIS PENGARUH KETIDAKSEIMBANGAN BEBAN TERHADAP EFISIENSI TRANSFORMATOR TIGA FASAD IPT. PLN (Persero) RAYON MAKASSAR TIMUR, PENYULANG KIMA*. Makassar: Jurusan Teknik Mesin, 2019. Web.