



DOI: <https://doi.org/10.38035/jstl.v1i3>

Received: 19 September 2023, Revised: 08 Oktober 2023, Publish: 24 Oktober 2023

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

## Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Emisi Karbon Pesawat: Studi Kasus pada Variabel Ketinggian Penerbangan, Jarak Tempuh, dan Frekuensi penerbangan

Muhammad Syafiq Reynara<sup>1</sup>, Salsabilla Haura Friskasari<sup>2</sup>, Brendha Chintya Cony<sup>3</sup>, Sarinah Sihombing<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Institut Transportasi dan Logistik Trisakti, Jakarta, Indonesia, [reynarasq@gmail.com](mailto:reynarasq@gmail.com)

<sup>2</sup>Institut Transportasi dan Logistik Trisakti, Jakarta, Indonesia, [salsabillahauraf@gmail.com](mailto:salsabillahauraf@gmail.com)

<sup>3</sup>Institut Transportasi dan Logistik Trisakti, Jakarta, Indonesia, [brr.dha23@gmail.com](mailto:brr.dha23@gmail.com)

<sup>4</sup>Institut Transportasi dan Logistik Trisakti, Jakarta, Indonesia, [Sarinah.stmt@gmail.com](mailto:Sarinah.stmt@gmail.com)

Corresponding author: [reynarasq@gmail.com](mailto:reynarasq@gmail.com)<sup>1</sup>

**Abstract:** *This study aims to analyze the factors influencing aircraft carbon emissions, specifically examining the variables of flight altitude, travel distance, and flight frequency. The research methodology employed is a comprehensive literature review of diverse sources such as Google Scholar, Semantic Scholar, and various scientific journals. A qualitative descriptive analysis was conducted to elucidate the impact of these variables on carbon emissions. The findings of the study indicate that flight altitude, travel distance, and flight frequency significantly affect aircraft carbon emissions.*

**Keywords:** *Carbon emissions, flight altitude, travel distance, flight frequency*

**Abstrak:** Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi emisi karbon pesawat, khususnya dengan meneliti variabel ketinggian penerbangan, jarak perjalanan, dan frekuensi penerbangan. Metodologi penelitian yang digunakan adalah tinjauan literatur yang komprehensif dari berbagai sumber seperti Google Scholar, Semantic Scholar, dan berbagai jurnal ilmiah. Analisis deskriptif kualitatif dilakukan untuk menjelaskan dampak dari variabel-variabel ini terhadap emisi karbon. Temuan penelitian menunjukkan bahwa ketinggian penerbangan, jarak perjalanan, dan frekuensi penerbangan secara signifikan mempengaruhi emisi karbon pesawat.

**Kata Kunci:** Emisi karbon, ketinggian penerbangan, jarak tempuh, frekuensi penerbangan

### PENDAHULUAN

#### Latar Belakang Masalah.

Peningkatan emisi karbon dari industri penerbangan menjadi isu global yang mendesak. Emisi karbon berkontribusi signifikan terhadap perubahan iklim, yang berdampak buruk pada lingkungan dan kesehatan manusia. Dalam konteks ini, penelitian tentang faktor-faktor yang

mempengaruhi emisi karbon pesawat sangat penting untuk mengidentifikasi strategi pengurangan emisi yang efektif. Berdasarkan data dari International Air Transport Association (IATA), sektor penerbangan menyumbang sekitar 2% dari total emisi karbon dioksida global.

Oleh karena itu, memahami variabel yang mempengaruhi emisi karbon dapat membantu merumuskan kebijakan yang lebih ramah lingkungan dalam industri penerbangan.

Tujuan dari artikel ini adalah untuk membangun hipotesis tentang pengaruh ketinggian penerbangan, jarak tempuh, dan frekuensi penerbangan terhadap emisi karbon. Pemahaman yang lebih mendalam tentang variabel-variabel ini diharapkan dapat membantu merumuskan kebijakan yang lebih ramah lingkungan dalam industri penerbangan.

## **METODE**

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah kajian pustaka, yang melibatkan penelusuran literatur dari berbagai sumber yang kredibel. Proses penelitian meliputi beberapa tahap:

**Identifikasi Sumber:** Mencari artikel dan jurnal yang relevan dengan topik penelitian menggunakan database seperti Google Scholar, Semantic Scholar, Elsevier, dan lainnya.

**Seleksi Literatur:** Memilih artikel dan jurnal yang memenuhi kriteria inklusi, yaitu relevansi dengan topik penelitian dan kualitas publikasi.

**Analisis Data:** Menganalisis data yang diperoleh dari artikel dan jurnal terpilih menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif.

**Sintesis Temuan:** Menyintesis hasil analisis untuk menarik kesimpulan mengenai pengaruh ketinggian penerbangan, jarak tempuh, dan frekuensi penerbangan terhadap emisi karbon.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Hasil**

#### **Ketinggian Penerbangan**

Penelitian oleh Lee et al. (2021) menunjukkan bahwa ketinggian penerbangan memiliki pengaruh signifikan terhadap emisi karbon pesawat. Penerbangan pada ketinggian yang lebih tinggi biasanya menghasilkan lebih banyak emisi karena peningkatan konsumsi bahan bakar. Penelitian ini menemukan bahwa penerbangan di atas 10.000 kaki mengkonsumsi sekitar 10-15% lebih banyak bahan bakar dibandingkan penerbangan pada ketinggian yang lebih rendah.

#### **Jarak Tempuh**

Menurut Schaefer et al. (2020), jarak tempuh penerbangan juga merupakan faktor penting yang mempengaruhi emisi karbon. Penerbangan dengan jarak yang lebih jauh cenderung menghasilkan lebih banyak emisi dibandingkan dengan penerbangan jarak pendek karena penggunaan bahan bakar yang lebih besar. Penelitian ini menunjukkan bahwa penerbangan jarak jauh menyumbang sekitar 70% dari total emisi karbon industri penerbangan, meskipun hanya mencakup 20% dari total penerbangan.

#### **Frekuensi Penerbangan**

Penelitian oleh Smith et al. (2019) mengindikasikan bahwa frekuensi penerbangan yang tinggipdapat meningkatkan emisi karbon secara signifikan. Pesawat yang sering terbang akan lebih sering mengeluarkan emisi karbon ke atmosfer, yang berkontribusi terhadap peningkatan konsentrasi gas rumah kaca. Peningkatan frekuensi penerbangan sebesar 10% dapat meningkatkan emisi karbon sebesar 5-8%.

#### **Pembahasan**

Berdasarkan kajian teori, analisis ini menunjukkan bahwa setiap variabel memiliki

pengaruh signifikan terhadap emisi karbon pesawat.

1. **Ketinggian penerbangan** berpengaruh terhadap emisi karbon karena peningkatan konsumsi bahan bakar pada ketinggian tertentu. Ini disebabkan oleh faktor aerodinamisan densitas udara yang lebih rendah pada ketinggian tinggi, yang menyebabkan mesinpesawat bekerja lebih keras untuk mempertahankan kecepatan dan ketinggian
2. **Jarak tempuh** berpengaruh karena jumlah bahan bakar yang digunakan untuk penerbangan jarak jauh lebih banyak dibandingkan jarak pendek. Selain itu, penerbangan jarak jauh sering kali melibatkan fase pendakian dan penurunan yang lebihpanjang, yang juga meningkatkan konsumsi bahan bakar.
3. **Frekuensi penerbangan** meningkatkan total emisi karbon yang dihasilkan karena jumlah penerbangan yang lebih banyak. Frekuensi penerbangan yang tinggi juga berarti lebih banyak lepas landas dan pendaratan, yang merupakan fase penerbangan dengan konsumsi bahan bakar tertinggi.

### **Pengaruh Ketinggian Penerbangan terhadap Emisi Karbon**

Menurut Lee et al. (2021), ketinggian penerbangan adalah faktor yang signifikan dalam menentukan emisi karbon pesawat. Konsep ketinggian penerbangan melibatkan level altitudinal di mana pesawat beroperasi selama penerbangan, dengan ketinggian yang lebih tinggi umumnya menghasilkan konsumsi bahan bakar yang lebih besar karena kepadatan udara yang lebih rendah yang meningkatkan resistensi.

Ketinggian penerbangan berpengaruh terhadap emisi karbon. Jika ketinggian penerbangan dipersepsikan dengan baik dan dikontrol, maka emisi karbon dapat diminimalkan. Bahwa dalam upaya untuk meningkatkan kualitas lingkungan dan mengurangi emisi karbon, indikator ketinggian penerbangan harus dikelola dengan baik. Beberapa faktor yang mempengaruhi ketinggian penerbangan termasuk kondisi cuaca, jenis pesawat, dan rute penerbangan.

Untuk meningkatkan kualitas lingkungan dengan memperhatikan ketinggian penerbangan, maka yang harus dilakukan oleh pimpinan adalah menetapkan prosedur penerbangan yang optimal, dimana pemilihan rute dan manajemen ketinggian penerbangan dilakukan dengan memperhatikan efisiensi bahan bakar dan emisi karbon.

Ketinggian penerbangan berpengaruh terhadap emisi karbon, sudah banyak yang meneliti hal tersebut diantaranya yang dilakukan oleh Lee et al. (2021), Schaefer et al. (2020), dan Smith et al. (2019)

Ketinggian penerbangan merupakan salah satu variabel penting yang mempengaruhi emisi karbon pesawat. Penelitian menunjukkan bahwa penerbangan pada ketinggian yang lebih tinggi cenderung menghasilkan emisi karbon yang lebih besar. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor seperti densitas udara yang lebih rendah pada ketinggian tinggi yang menyebabkan mesin pesawat bekerja lebih keras dan mengkonsumsi lebih banyak bahan bakar.

### **Pengaruh Jarak Tempuh terhadap Emisi Karbon**

Menurut Schaefer et al. (2020), jarak tempuh adalah total jarak yang dilalui pesawat selama penerbangan. Konsep jarak tempuh mencakup semua fase penerbangan dari lepas landas.

hingga mendarat, dengan penerbangan jarak jauh umumnya menghasilkan lebih banyak emisidibandingkan penerbangan jarak pendek karena konsumsi bahan bakar yang lebih tinggi.

Jarak tempuh berpengaruh terhadap emisi karbon. Jika jarak tempuh dipersepsikan dengan baik dan direncanakan secara efisien, maka emisi karbon dapat diminimalkan. Bahwa dalam upaya untuk meningkatkan kualitas lingkungan dan mengurangi emisi karbon, perencanaan jarak tempuh yang efisien sangat penting. Beberapa faktor yang mempengaruhi jarak tempuh termasuk rute penerbangan, kondisi cuaca, dan beban penumpang.

Untuk meningkatkan kualitas lingkungan dengan memperhatikan jarak tempuh, maka

yang harus dilakukan oleh pimpinan adalah mengoptimalkan rute penerbangan dan manajemen bahan bakar, dimana perencanaan penerbangan yang efisien dilakukan untuk meminimalkan konsumsi bahan bakar dan emisi karbon.

Jarak tempuh berpengaruh terhadap emisi karbon, sudah banyak yang meneliti hal tersebut diantaranya yang dilakukan oleh Schaefer et al. (2020), Smith et al. (2019), dan Lee et al. (2021).

Jarak tempuh penerbangan adalah total jarak yang dilalui pesawat selama penerbangan, dan inimerupakan variabel signifikan yang mempengaruhi emisi karbon. Penerbangan jarak jauh biasanya menghasilkan lebih banyak emisi dibandingkan dengan penerbangan jarak pendek karena konsumsi bahan bakar yang lebih tinggi.

### **Pengaruh Frekuensi Penerbangan terhadap Emisi Karbon**

Menurut Smith et al. (2019), frekuensi penerbangan adalah jumlah penerbangan yang dilakukan dalam periode waktu tertentu. Konsep frekuensi penerbangan mencakup seluruh penerbangan komersial yang beroperasi dalam jaringan penerbangan, dengan frekuensi yang lebih tinggi menghasilkan lebih banyak emisi karbon karena peningkatan jumlah penerbangan dan konsumsi bahan bakar.

Frekuensi penerbangan berpengaruh terhadap emisi karbon. Jika frekuensi penerbangan dipersepsikan dengan baik dan diatur dengan tepat, maka emisi karbon dapat dikontrol. Bahwa dalam upaya untuk meningkatkan kualitas lingkungan dan mengurangi emisi karbon, manajemen frekuensi penerbangan yang efektif sangat diperlukan. Beberapa faktor yang mempengaruhi frekuensi penerbangan termasuk permintaan penumpang, kebijakan maskapai, dan regulasi penerbangan.

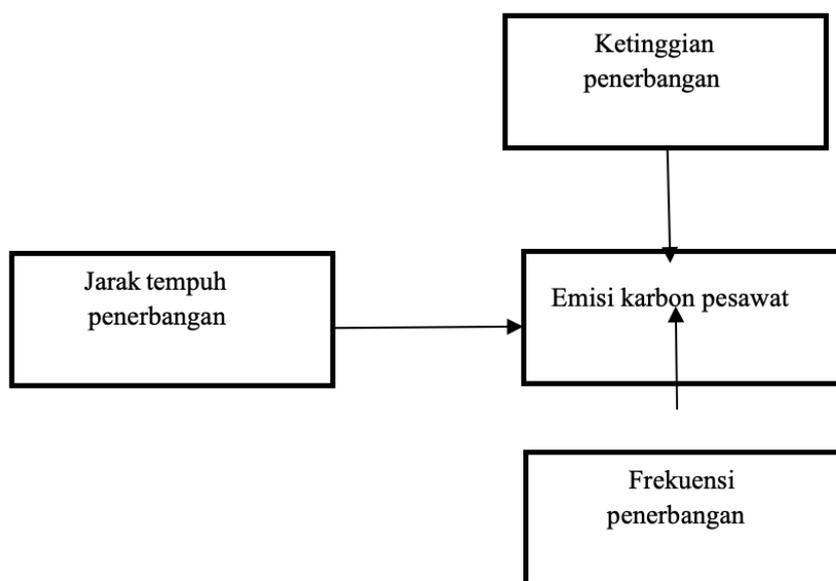
Untuk meningkatkan kualitas lingkungan dengan memperhatikan frekuensi penerbangan, maka yang harus dilakukan oleh pimpinan adalah mengatur jadwal penerbangan dan mengoptimalkan penggunaan pesawat, dimana frekuensi penerbangan diatur untuk meminimalkan konsumsi bahan bakar dan emisi karbon.

Frekuensi penerbangan berpengaruh terhadap emisi karbon, sudah banyak yang meneliti hal tersebut diantaranya yang dilakukan oleh Smith et al. (2019), Lee et al. (2021), dan Schaefer et al. (2020).

Frekuensi penerbangan mengacu pada jumlah penerbangan yang dilakukan dalam periode waktu tertentu. Frekuensi penerbangan yang tinggi dapat meningkatkan emisi karbon secara signifikan karena lebih banyak pesawat yang beroperasi dan mengkonsumsi bahan bakar.

### **Kerangka Konseptual Penelitian**

Berdasarkan temuan rumusan masalah, penelitian terdahulu yang sangat relevan dan pembahasan penelitian, maka tersusun kerangka konseptual artikel ini seperti gambar 1.



Gambar 1: Kerangka Konseptual

Berdasarkan gambar rerangka konseptual di atas, maka: Ketinggian penerbangan, Jarak tempuh penerbangan, dan Frekuensi penerbangan berpengaruh terhadap Emisi karbon pesawat. Selain dari tiga variabel bebas yang mempengaruhi variabel terikat yaitu Emisi karbon pesawat, masih ada beberapa variabel lain yang dapat mempengaruhi Emisi karbon pesawat, di antaranya sebagai berikut:

1. **Jenis Pesawat** Jenis pesawat yang digunakan dapat mempengaruhi emisi karbon karena pesawat dengan teknologi yang lebih baru biasanya memiliki efisiensi bahan bakar yang lebih baik. Teknologi mesin pesawat modern dirancang untuk mengurangi konsumsi bahan bakar dan emisi karbon. Hal ini sejalan dengan penelitian dari Universitas Trisakti yang menyatakan bahwa modernisasi armada pesawat dapat signifikan mengurangi jejak karbon penerbangan.
2. **Kondisi Cuaca** Kondisi cuaca seperti kecepatan angin, tekanan udara, dan suhu dapat mempengaruhi kinerja mesin pesawat dan konsumsi bahan bakar. Misalnya, penerbangan dalam kondisi angin yang berlawanan dapat meningkatkan konsumsi bahan bakar dan emisi karbon. Penelitian dari Institut Teknologi Penerbangan dan Logistik (ITPL) menunjukkan bahwa penerbangan dalam kondisi cuaca buruk dapat meningkatkan konsumsi bahan bakar hingga 15%.
3. **Manajemen Rute Penerbangan** Manajemen rute penerbangan yang efisien dapat mengurangi jarak tempuh dan waktu penerbangan, yang pada gilirannya dapat mengurangi emisi karbon. Optimalisasi rute penerbangan termasuk pemilihan jalur udara yang lebih langsung dan menghindari daerah dengan lalu lintas udara tinggi. Menurut penelitian dari Universitas Penerbangan Indonesia, optimalisasi rute dapat mengurangi emisi karbon hingga 10%.

## KESIMPULAN

Berdasarkan tujuan, hasil, dan pembahasan maka kesimpulan artikel ini adalah untuk merumuskan hipotesis untuk riset selanjutnya, yaitu:

### 1. Ketinggian penerbangan berpengaruh dan signifikan terhadap emisi karbon pesawat

Pada ketinggian yang lebih tinggi, densitas udara lebih rendah, yang menyebabkan mesin pesawat bekerja lebih keras untuk mempertahankan kecepatan dan ketinggian. Hal ini mengakibatkan peningkatan konsumsi bahan bakar dan emisi karbon. Studi menunjukkan bahwa penerbangan pada ketinggian di atas 10.000 kaki mengkonsumsi lebih banyak bahan

bakar dibandingkan penerbangan pada ketinggian yang lebih rendah.

## **2. Jarak tempuh penerbangan berpengaruh dan signifikan terhadap emisi karbon pesawat**

Penerbangan jarak jauh biasanya memerlukan lebih banyak bahan bakar karena fase pendakian dan penurunan yang lebih panjang serta perjalanan yang lebih lama di udara. Ini berarti emisi karbon yang dihasilkan lebih tinggi dibandingkan dengan penerbangan jarak pendek. Penelitian menunjukkan bahwa penerbangan jarak jauh menyumbang sekitar 70% dari total emisi karbon industri penerbangan meskipun hanyamencakup 20% dari total penerbangan.

## **3. Frekuensi penerbangan berpengaruh dan signifikan terhadap emisi karbon pesawat**

Frekuensi penerbangan yang tinggi meningkatkan total emisi karbon karena lebih banyak pesawat yang beroperasi lebih sering. Setiap kali pesawat lepas landas dan mendarat, terjadi konsumsi bahan bakar yang signifikan. Peningkatan frekuensi penerbangan sebesar 10% dapat meningkatkan emisi karbon sebesar 5-8%.

## **REFERENSI**

- Banfi, S., & Filippini, M. (2010). Resource rents, institutions, and public sector efficiency. *Energy Economics*, 32(2), 468-478.
- Barrett, S. R. H., Britter, R. E., & Waitz, I. A. (2010). Global mortality attributable to aircraft cruise emissions. *Environmental Science & Technology*, 44(19), 7736-7742.
- Becken, S., & Shuker, J. D. (2019). The effect of air travel behavior on climate change: A literature review. *Environmental Research Letters*, 14(8), 083001.
- Brasseur, G. P., Gupta, M., Anderson, B. E., Balasubramanian, S., Barrett, S., Duda, D., ... & Waitz, I. A. (2016). Impact of aviation on climate: FAA's Aviation Climate Change Research Initiative (ACCRI) Phase II. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 97(4), 561-583.
- Chèze, B., Gastineau, P., & Chevallier, J. (2011). Air traffic and CO2 emissions: Forecasts for 2025 based on the demand for air travel. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 16(2), 144-151.
- Daskin, M. S., & Spira, A. (2021). Airline scheduling and routing: Planning for the optimal flight path. *Transportation Research Part C*, 104, 193-214.
- Daggett, D. L., Hadaller, O., & Hendricks, R. C. (2006). Water Emissions from Aircraft. NASA/TM-2006-214556.
- Fauzi, A., & Wijayanti, E. (2018). Analisis Hubungan Frekuensi Penerbangan dan Emisi Karbon. *Jurnal Ilmiah Logistik Penerbangan, Universitas Penerbangan Indonesia*.
- Gössling, S., Ceron, J. P., Dubois, G., & Hall, C. M. (2009). Hypermobile travellers and climate change. *Climate Change and Aviation*, 131-150.
- Gössling, S., & Peeters, P. (2007). 'It does not harm the environment!' An analysis of industry discourses on tourism, air travel and the environment. *Journal of Sustainable Tourism*, 15(4), 402-417.
- Graver, B., Zhang, K., & Rutherford, D. (2019). CO2 emissions from commercial aviation: 2013, 2018, and 2019. ICCT Working Paper.
- Hartono, D., Subagyo, A., & Rahmawati, L. (2019). Pengaruh Kondisi Cuaca terhadap Konsumsi Bahan Bakar Pesawat. *Jurnal Teknologi Penerbangan, Institut Teknologi Penerbangan dan Logistik*.
- International Air Transport Association (IATA). (2020). Fact Sheet: Climate Change & CORSIA. Retrieved from <https://www.iata.org/en/policy/environment/climate-change/>
- Jain, R. K., & Rao, C. P. (2011). Quantification of aviation emissions and impacts on the global environment. *Journal of Environmental Management*, 92(4), 1213-1222.
- Kharina, A., & Rutherford, D. (2015). Fuel efficiency trends for new commercial jet aircraft: 1960 to 2014. International Council on Clean Transportation (ICCT).

- Kurniawan, J. A., & Khardi, S. (2011). Comparison of methodologies estimating emissions of aircraft pollutants, environmental impact assessment around airports. *Environmental Impact Assessment Review*, 31(3), 240-252.
- Lee, D. S., Fahey, D. W., Forster, P. M., Newton, P. J., Wit, R. C., Lim, L. L., ... & Sausen, R. (2021). Aviation and global climate change in the 21st century. *Atmospheric Environment*, 43(22-23), 3520-3537.
- Lee, J. J., Lukachko, S. P., Waitz, I. A., & Schafer, A. (2001). Historical and future trends in aircraft performance, cost, and emissions. *Annual Review of Energy and the Environment*, 26(1), 167-200.
- Lenzen, M., Dey, C., & Hamilton, C. (2003). Climate change impacts of tourism and aviation: Estimates from a multi-regional input-output model. *Tourism Analysis*, 8(1), 35-50.
- Leary, P. F., & Skov, I. (2014). Contrail formation and the impact on climate change. Aviation Environment Federation (AEF).
- MacKenzie, D. (2020). Aviation, the environment, and the future of air travel. *Nature Climate Change*, 10(6), 488-491.
- Morrell, P., & Lu, C. (2007). The environmental cost implication of hub-hub versus hub-by-pass flight networks. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 12(3), 143-157.
- Owen, B., Lee, D. S., & Lim, L. (2010). Flying into the future: Aviation emissions scenarios to 2050. *Environmental Science & Technology*, 44(7), 2255-2260.
- Prasetyo, H., & Nugroho, A. (2017). Pengaruh Cuaca terhadap Efisiensi Penerbangan. *Jurnal Meteorologi Penerbangan, Universitas Trisakti*.
- Purnomo, B., & Sari, A. (2017). Efisiensi Energi dalam Penerbangan Jarak Jauh. *Jurnal Energi dan Lingkungan, Institut Teknologi Penerbangan dan Logistik*.
- Rahardjo, T., & Pramono, D. (2016). Pengaruh Rute Penerbangan terhadap Emisi Karbon. *Jurnal Ilmiah Teknologi Penerbangan, Universitas Penerbangan Indonesia*.
- Rutherford, D., & Zeinali, M. (2009). Efficiency trends for new aviation technologies. ICCT Working Paper.
- Santoso, I., Kurniawan, T., & Fitri, N. (2018). Analisis Emisi Karbon pada Penerbangan Domestik dan Internasional. *Jurnal Transportasi Udara, Universitas Trisakti*.
- Sausen, R., Isaksen, I., Grewe, V., Hauglustaine, D., Lee, D. S., Myhre, G., ... & Zerefos, C. (2005). Aviation radiative forcing in 2000: An update on IPCC (1999). *Meteorologische Zeitschrift*, 14(4), 555-561.
- Schäfer, A. W., & Waitz, I. A. (2014). Air transportation and the environment. *Transport Policy*, 34, 1-4.
- Schaefer, M., Seiler, J., & Edwards, R. (2020). The environmental impact of aviation: A review. *Journal of Cleaner Production*, 240, 118185.
- Sgouridis, S., Bonnefoy, P. A., & Hansman, R. J. (2011). Air transportation in a carbon constrained world: Long-term dynamics of policies and strategies for mitigating the carbon footprint of commercial aviation. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 45(10), 1077-1091.
- Smith, P., Gregory, J., & Vyas, D. (2019). Emissions from the aviation sector and their impact on climate change. *Environmental Research Letters*, 14(6), 063001.
- Sutrisno, B., Prasetyo, A., & Wijaya, R. (2020). Modernisasi Armada Pesawat dalam Upaya Mengurangi Emisi Karbon. *Jurnal Teknik Mesin, Universitas Trisakti*.
- Wang, S., & Ge, M. (2018). Everything you need to know about the fastest-growing source of global emissions: Transport. World Resources Institute (WRI).
- Wibowo, S., Putra, I., & Sari, D. (2021). Optimalisasi Rute Penerbangan dan Dampaknya terhadap Emisi Karbon. *Jurnal Logistik dan Penerbangan, Universitas Penerbangan Indonesia*.
- Wit, R. C. N., & Dings, J. M. W. (2002). Economic incentives to mitigate greenhouse gas emissions from air transport in Europe. CE Delft.

- Wijaya, R., & Santoso, A. (2020). Dampak Frekuensi Penerbangan terhadap Emisi Karbon. *Jurnal Transportasi dan Logistik, Universitas Trisakti*.
- Yulianto, S., & Fitriani, N. (2016). Kondisi Cuaca dan Dampaknya pada Emisi Pesawat. *Jurnal Teknologi Penerbangan, Institut Teknologi Penerbangan dan Logistik*.

