

ANALISIS *MINIMUM FUEL REQUIREMENT* PESAWAT *BOEING 737-800 NG*

¹Noviana Utami, ¹Rajani Aprianto

¹⁾ Program Studi Aeronautika
Sekolah Tinggi Teknologi Kedirgantaraan
noviana.utami@sttkd.ac.id

²⁾ Program Studi Aeronautika
Sekolah Tinggi Teknologi Kedirgantaraan

Article history:

Received 10th of August, 2024

Revised 19th of August, 2024

Accepted 30th of August, 2024

Abstrack

Fuel savings on vehicles such as Boeing 737-800 NG aircraft are directly proportional to the amount of fuel consumed and the distance traveled by the vehicle. Fuel savings aim to increase fuel efficiency and reduce environmental impacts. Reducing environmental impacts is one of the efforts to realize a green economy. The normal distribution of minimum fuel requirement data and travel fuel meets 99.7% of the population within 3 standard deviations of the average data. This serves to ensure the availability of fuel during the flight. Where the availability of sufficient fuel can meet the needs, including taxi fuel, travel fuel, contingency fuel, final reserve fuel, and if necessary alternative fuel, additional fuel and discretionary fuel.

Keywords: Fuel Economy, Green Economy, Sufficient Fuel, Minimum Fuel Requirement

Pendahuluan

Penghematan bahan bakar (*fuel economy*) pada suatu kendaraan, seperti pesawat terbang merupakan perbandingan antara jumlah bahan bakar yang dikonsumsi oleh kendaraan dengan jarak tertempuh kendaraan. Dimana penghematan bahan bakar berfungsi untuk menilai efisiensi dan dampak kendaraan terhadap lingkungan. Selain itu, penghematan bahan bakar dapat dipengaruhi oleh sejumlah faktor yang mungkin tidak terkait dengan kendaraan itu sendiri [1]. Kebutuhan bahan bakar dipengaruhi oleh berbagai faktor-faktor, seperti *flight level* (jangkuan ketinggian atau ketinggian), cuaca, dan kecepatan penerbangan (*a cruise speed*), sehingga jumlah bahan bakar yang dibawa oleh pesawat akan mempengaruhi biaya bahan bakar (*fuel costs*) [2].

Pesawat terbang dengan bahan bakar hibrida dan metode penerapannya telah dikembangkan. Dimana bahan bakar kriogenik ditransfer ke propulsi pesawat terbang dari sistem bahan bakar pesawat terbang yang terdiri dari tangki bahan bakar kriogenik dan tangki bahan bakar jet. Tangki bahan bakar kriogenik berisi bahan bakar kriogenik dan terletak pada bagian badan pesawat. Sedang tangki bahan bakar jet membawa bahan bakar jet dan terletak pada sayap pesawat atau badan pesawat atau keduanya. Beban pesawat terbang dinamis ditanggung oleh bahan bakar kriogenik untuk menghasilkan daya dorong bagi pesawat terbang bahan bakar hibrida[3]. Upaya untuk penghematan bahan bakar telah dilakukan, melalui proses memasang dua pesawat terbang secara bersama-sama. Hasil evaluasi memungkinkan pesawat terbang kedua untuk menghemat bahan bakar dengan terbang pada posisi di belakang pesawat terbang pertama, sehingga pesawat terbang kedua memanfaatkan energi pusaran angin yang dihasilkan oleh pesawat terbang pertama [4].



Gambar 1. Pesawat *Boeing 737 NG* [5]

Penelitian ini mempelajari hubungan antara *minimum fuel requirement* terhadap *time cruise* dan

minimum fuel requirement terhadap *trip fuel* pesawat *Boeing 737-800 NG* pada penerbangan internasional Yogyakarta – Singapore. Pesawat *Boeing 737-800* termasuk dalam seri pesawat *Boeing 737 Next Generation (Boeing 737 NG)* yang meliputi seri 737-700, 737-800, dan 737-900.

Pesawat *Boeing 737-800 NG* pada **Gambar 1**. dengan spesifikasi teknik seri tersaji pada **Tabel 1**. berikut ini.

Tabel 1. Spesifikasi Teknik Seri Pesawat *Boeing 737 NG*

Seri	Kursi	Jumlah Maks. Kursi	Panjang (m)	Lebar Sayap (m)	Tinggi (m)	Mesin
737-700	126	149	33,6	35,8	12,5	CFM-56
737-800	162	189	39,5	35,8	12,5	CFM-56
737-900	178	220	42,1	35,8	12,5	CFM-56

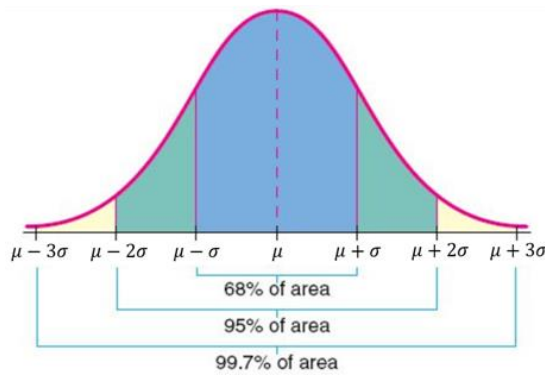
(sumber: [5])

Maximum fuel merupakan berat bahan bakar dengan fungsi sebagian dari berat kosong untuk pengoperasian pesawat, muatan, suhu dan ketinggian, panjang dan kondisi landasan pacu, rintangan dan faktor-faktor lainnya [2]. **Minimum fuel** merupakan istilah untuk menggambarkan situasi dimana persediaan bahan bakar pesawat telah mencapai kondisi dimana penerbangan berkomitmen untuk mendarat di Bandar udara tertentu dan tidak ada penundaan tambahan yang dapat diterima [6]. **Time cruise** merupakan waktu penerbangan atau jelajah sedang **minimum fuel requirement** merupakan bahan bakar minimum yang diperlukan pada saat lepas landas dari bandara keberangkatan [7].

Trip Fuel merupakan bahan bakar yang diperlukan untuk terbang dari Bandar udara keberangkatan ke Bandar udara tujuan dengan mempertimbangkan data khusus pesawat terbang atau data pabrikan yang telah ditentukan dan kondisi pengoperasian. Namun dalam praktiknya, penghitungan bahan bakar merupakan proses yang rumit dan bergantung pada banyaknya aktivitas yang mendasari dan saling bergantung. Penghitungan bahan bakar perjalanan bertujuan untuk memastikan pembakaran bahan bakar yang direncanakan sama atau lebih besar dari pembakaran bahan bakar aktual. **Trip Fuel** merupakan pembakaran dalam perjalanan, bahan bakar saat awal lepas landas, pendakian, penerbangan, penurunan, pendekatan pendaratan dan bandara tujuan yang dituju. Bahan bakar yang cukup (**sufficient fuel**) dibawa untuk penerbangan dengan memperhatikan keperluan untuk *taxi fuel*, *trip fuel*, *contingency fuel*, *final reserve fule*, dan jika diperlukan untuk *alternative fule*, *additional fule*, dan *discretionary fuel* [7]. Hasil penelitian ini dapat bermanfaat untuk pengembangan *fuel economy*, *green economy*, dan bahan bakar yang ramah lingkungan.

Metode Penelitian

Metode penelitian ini untuk mempelajari hubungan antara *minimum fuel requirement* terhadap *time cruise* dan *minimum fuel requirement* terhadap *trip fuel* pesawat *Boeing 737-800 NG* pada penerbangan internasional Yogyakarta – Singapore menggunakan sampel data kuantitatif *trip fuel* dan *minimum fuel requirement*. Analisis data dalam penelitian ini menggunakan distribusi normal, standar deviation, dan regresi linier dari data *minimum fuel requirement* dan *trip fuel*. Distribusi normal standar merupakan distribusi normal dengan nilai rata-rata nol ($\mu = 0$) dan standar deviasi 1 ($\sigma = 1$) yang merupakan distribusi probabilitas kontinu yang berbentuk lonceng dan simetris [8]. Kurva normal atau kurva z yang digunakan untuk menggambarkan distribusi normal standar yang tersaji pada **Gambar 2**.



Gambar 2. Kurva Normal Dengan Tiga Karakteristik Distribusi Normal [9]

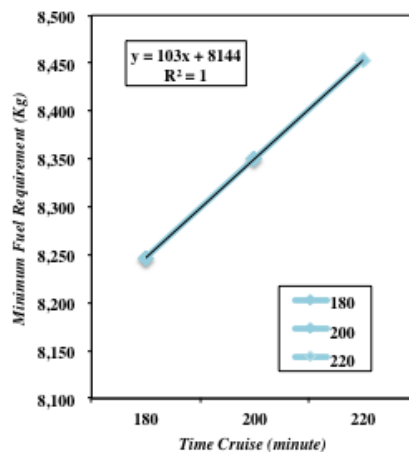
Hasil dan Pembahasan

Data *time cruise* (minute) beserta *minimum fuel requirement* (Kg) dan *standard deviation* tersaji pada **Tabel 2.** berikut ini.

Tabel 2. Data Time Cruise, Minimum Fuel Requirement dan Standard Deviation

<i>Data</i>	<i>Time Cruise (minute)</i>	<i>Minimum Fuel Requirement (Kg)</i>	<i>Standard Deviation Minimum Fuel Requirement (Kg)</i>
1	180	8.247	8.247
2	200	8.350	8.350
3	220	8.453	8.453
Mean	300	8.350	8.350
Median	200	8.350	8.350
Mode	200	8.300	8.300

Tabel 2. tersaji *minimum fuel requirement* menunjukkan nilai rata-rata 8.350 Kg dan *time cruise* rata-rata selama 300 menit atau 5 jam. Data **Tabel 2.** menunjukkan distribusi normal memenuhi 99,7% populasi berada dalam 3 standar deviasi rata-rata [8]. **Tabel 2.** kemudian disajikan dalam kurva hubungan antara *minimum fuel requirement* (Kg) terhadap *time cruise* (minute) (**Gambar 3**).



Gambar 3. Kurva Hubungan Antara Minimum Fuel Requirement (Kg) Terhadap Time Cruise (minute) Pesawat Boeing 737-800 NG Yogyakarta – Singapore

Gambar 3. menjelaskan bahwa *minimum fuel requirement* (Kg) berbanding lurus dengan *time cruise* (minute), yaitu semakin meningkat *time cruise* maka *minimum fuel requirement* akan semakin meningkat. Hal ini berfungsi untuk mendukung terwujudnya bahan bakar yang cukup (*sufficient fuel*)

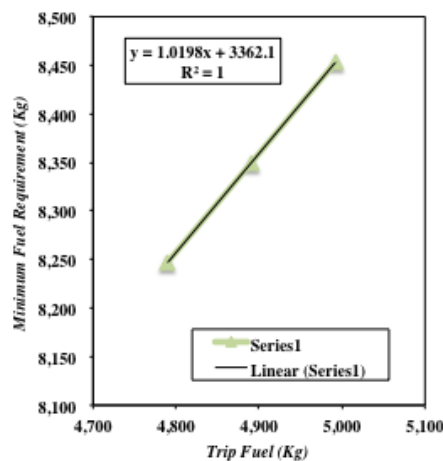
untuk dibawa pada saat penerbangan. Hal tersebut sejalan dengan ketentuan dasar yang berlaku dimana pada saat pesawat beroperasi, bahan bakar yang dibawa perlu cukup untuk menjalankan penerbangan dengan memperhatikan keperluan untuk *taxi fuel*, *trip fuel*, *contingency fuel*, *final reserve fuel*, dan jika diperlukan *alternative fuel*, dan *discretionary fuel* [7].

Data *Trip Fuel* beserta *Standard Deviation* dan *Minimum Fuel Requirement* tersaji pada **Tabel 3.** berikut ini.

Tabel 3. Data *Trip Fuel* dan *Standard Deviation*, serta *Minimum Fuel Requirement*

<i>Data</i>	<i>Trip Fuel (Kg)</i>	<i>Minimum Fuel Requirement (Kg)</i>	<i>Standard Deviation Trip Fuel (Kg)</i>
1	4.790	8.247	4.790
2	4.891	8.350	4.891
3	4.992	8.453	4.992
Mean	4.891	8.350	4.891
Median	4.891	8.350	4.891
Mode	4.900	8.300	4.900

Tabel 3. tersaji *minimum fuel requirement* rata-rata 8.350 Kg dan *trip fuel* menunjukkan nilai rata-rata 4.891 Kg. Data **Tabel 3.** menunjukkan distribusi normal memenuhi 99,7% populasi berada dalam 3 standar deviasi rata-rata [8]. **Tabel 3.** kemudian disajikan dalam kurva hubungan antara *minimum fuel requirement* terhadap *trip fuel* (**Gambar 4**).



Gambar 4. Kurva Hubungan Antara Terhadap *Minimum Fuel Requirement* (Kg) Terhadap *Trip Fuel* (Kg) Pesawat Boeing 737-800 NG Yogyakarta - Singapore

Gambar 4. menunjukkan *minimum fuel requirement* berbanding lurus dengan *trip fuel*, yaitu semakin meningkat *trip fuel* maka *minimum fuel requirement* (Kg) akan semakin meningkat. Hal ini untuk mewujudkan bahan bakar cukup (*sufficient fuel*) pada saat penerbangan. Hal tersebut sejalan dengan ketentuan dasar dalam dokumen *flight plan*, dimana pada saat pesawat beroperasi bahan bakar yang dibawa perlu cukup (*sufficient fuel*) untuk menjalankan penerbangan, meliputi keperluan untuk *taxi fuel*, *trip fuel*, *contingency fuel*, *final reserve fuel*, dan jika diperlukan *alternative fuel*, dan *discretionary fuel* [7].

Kesimpulan

Distribusi normal pada data *minimum fuel requirement* dan *trip fuel* memenuhi 99,7% populasi yang berada dalam 3 standar deviasi rata-rata atau tingkat kepercayaan data sebesar 99,7%. *Minimum fuel requirement* berbanding lurus terhadap *time cruise* serta *minimum fuel requirement* berbanding lurus terhadap *trip fuel*. Hal ini berfungsi agar bahan bakar cukup (*sufficient fuel*) pada saat penerbangan.

Daftar Pustaka

- [1] Fotak M. F., Sun W. Santorelli M. A. D., Johnston J. D, dan Grzegorzczak I., 2024, Systems and Methods For Tracking And Evaluating Fuel Consumptions of Vehicles, United States Patent, Patent No.: **US 11,971,268 B2**, Apr. 30, 2024.
- [2] Struzik A., 2015, Aircraft Fuel Optimization for Multi-Stop Routes, United States Patent, Patent No: **US 9,002,629 B5**, Apr. 7, 2015.
- [3] Sankrithi M. M. K. V., Shajanian A., Barmichev S. D., Struhr V. K., Kusnitz J. M., dan Robbana I., 2020, Efficient Low Carbon Emission Airplane Integrating Jet Fuel and Cryogenic Fuel Systems, United States Patent, Patent No.: **US 10,800,525 B2**, Oct. 13, 2020.
- [4] Lebbos I. dan Percy D., 2024, Process For Saving Fuel For An Aircraft Flight, United States Patent, Patent No.: **US 12,014,639 B2**, Jun. 18, 2024.
- [5] <https://www.boeing.com/commercial/737ng#Technical%20Specs>
- [6] EASA, 2018, In-Flight Fuel Management – Phraseology for Fuel-Related Messages between Pilots and Air Safety Air Traffic Control, Safety Information Bulletin Operation – ATM/ANS, 8 May 2018.
- [7] ICAO ESAF Workshop, 2021, ICAO FPFM Overview, Flight Planning, Fuel Monitoring, Performance Based Contingency Fuel.
- [8] R. R. Peck, C. Oslen, and J. Devore, 2008, Introduction to Statistic and Data Analysis, 3rd Edition, Thomson, United States.
- [9] <https://www.studypug.com/statistics/introduction-to-normal-distribution>