

## PENGARUH KETINGGIAN TERBANG TERHADAP *ENDURANCE* MAKSIMUM TERBANG JELAJAH PESAWAT N219 MENGGUNAKAN METODE Pr-V

Hary Sutjahjono<sup>1</sup>, FX. Kristianta<sup>1</sup>, Akhmad Nirman Zaki<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember Jl. Kalimantan 37 Jember 68121

<sup>2</sup>Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember

Email: \*akhmadnirmanzaki@gmail.com

### ABSTRACT

*As a plane that is still in flight testing period then the N219 aircraft needs to be assessed for evaluation purposes. Focus in this study is on field of performance. This field is studied to determine the performance of N219 aircraft especially in the cruise phase. This study was conducted with the aim to determine the effect of variations in the selection of flying altitudes on the achievement of maximum endurance flying. The calculation method is done by using Pr-V graph. This method is used to determine the maximum endurance through the minimum power required curve. The result show that the increase in flying height cause the decrease of air density. This happens because the pressure and temperature of the air also decreases with increasing height. In addition, the increase in flying altitude also affects the fuel flow. Fuel flow decrease with increasing altitude. Conversely, the maximum endurance increases with the increase in altitude. This happens because the endurance is derived from the division of the fuel flow weight, so the endurance is inversely proportional to the fuel flow. The lowest maximum endurance value occurs at sea level is 6,48 jam, and the highest maximum endurance value occurs at 10.000 ft is 8,65 jam.*

*Keywords: Endurance, cruise, altitude*

### PENDAHULUAN

Pesawat adalah alat transportasi yang dirancang untuk dapat memudahkan mobilisasi terutama untuk wilayah yang tidak dapat ditempuh dengan jalur darat. Pesawat N219 merupakan pesawat hasil karya PT. Dirgantara Indonesia dan Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN) yang dapat digunakan untuk berbagai keperluan dan mudah disesuaikan dengan misi penerbangan antara lain untuk pesawat penumpang, pesawat pengangkut barang (*cargo*), dan pesawat patroli. Sebagai pesawat yang masih dalam masa uji terbang maka perlu diketahui kemampuan terbang atau prestasi terbang pesawat. Prestasi terbang adalah salah satu aspek yang ada pada bidang *performance*. Bidang *performance* menggunakan hukum gerak Newton dalam proses perhitungannya [1].

Untuk menghitung *performance* maka diperlukan data dari modul prestasi terbang pesawat yang meliputi geometri pesawat (dimensi), aerodinamik, stability and control, dan sebagainya. Serta diperlukan modul misi pesawat yang meliputi perencanaan bahan bakar dan berat pesawat sesuai dengan fungsinya [2]. Salah satu yang dikaji pada bidang *performance* adalah *endurance*. *Endurance* merupakan parameter prestasi terbang yang menunjukkan panjang waktu terbang pesawat [3].

Dalam satu kali perjalanan, pesawat mengalami beberapa tahapan fase terbang. Fase-fase tersebut yaitu *take-off*, *climb*, *cruise*, *descent*, dan *landing*. Fase terbang *cruise* (terbang jelajah) merupakan fase terbang paling dominan. Oleh karena itu fase terbang *cruise* penting untuk diteliti agar dapat mengetahui kemampuan terbang atau prestasi terbang pesawat N219 [4]. Pada fase terbang jelajah ini pesawat berada pada kecepatan dan ketinggian yang relatif konstan [1]. Ketinggian terbang merupakan kondisi penerbangan yang perlu diperhatikan untuk mengetahui prestasi terbang pesawat. Pada ketinggian terbang yang berbeda, massa jenis udara juga akan berbeda [3]. Oleh karena itu perlu pengkajian mengenai pengaruh variasi pemilihan ketinggian terbang terhadap prestasi terbang pesawat N219, pada penelitian ini khususnya *endurance* maksimum pada fase terbang jelajah

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh variasi ketinggian terbang pesawat terhadap *endurance* maksimum yang mampu dihasilkan oleh pesawat N219 pada fase terbang jelajah.

### METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan cara pengamatan langsung di PT. Dirgantara Indonesia khususnya (Divisi Aerodinamik) dan dilanjutkan dengan pengambilan data dari berbagai bidang

yang terkait. Selanjutnya dilakukan pengolahan data dan analisa hasil pengolahan data di Laboratorium Rekayasa Mekanik, Fakultas Teknik, Universitas Jember. Penelitian ini dilakukan dalam rentang waktu Januari-Maret 2017. Peralatan dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Pesawat N219
- *Wind Tunnel* (terowongan angin)
- *Software Microsoft Excel* 2017

**Prosedur Penelitian**

- a) Studi literatur, yaitu proses pengumpulan dan pengkajian literatur yang berkaitan dengan penelitian
  - b) Observasi, yaitu melakukan pengamatan tentang cara memperoleh data simulasi dalam lingkup performa pesawat N219 sebelum terbang perdana
  - c) Pengambilan data, yaitu proses pengumpulan data yang diperlukan dalam lingkup performa pesawat N219 yang dihasilkan melalui perhitungan dan simulasi sebelum pesawat melakukan terbang perdana
  - d) Melakukan perhitungan massa jenis udara
  - e) Melakukan perhitungan koefisien *lift* ( $C_L$ ) dan koefisien *drag* ( $C_D$ )
  - f) Melakukan perhitungan power required
  - g) Plot Kurva antara Power Required dengan kecepatan
  - h) Menentukan Persamaan Kurva antara Power Required dengan kecepatan
  - i) Menentukan kecepatan pada endurance maksimum
  - j) Melakukan perhitungan *fuel flow*
  - k) Melakukan perhitungan *endurance* maksimum
  - l) Analisa hasil pengolahan data, yaitu proses pengkajian hasil perhitungan sebagai tahapan dalam menjawab rumusan masalah
- a. Menarik kesimpulan

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Kondisi Penerbangan**

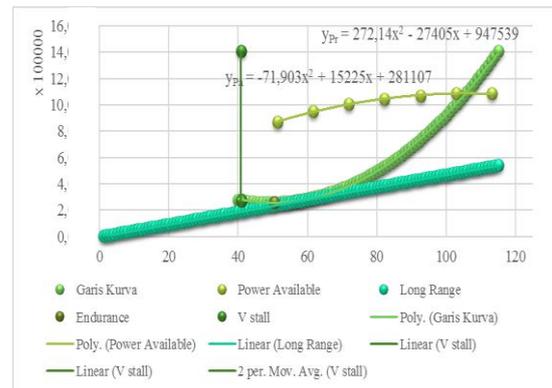
Parameter yang menentukan kondisi penerbangan seperti tekanan dan temperatur udara, massa jenis udara, dan kecepatan *stall* ditampilkan pada Tabel 1. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa ketinggian berbanding terbalik dengan tekanan udara, temperatur udara, dan massa jenis. Semakin meningkat ketinggian terbang maka tekanan, temperatur, dan masa jenis udara semakin berkurang. Lain halnya dengan kecepatan *stall*. Semakin meningkat ketinggian terbang, semakin tinggi pula kecepatan *stall* pesawat.

Tabel 1. Kondisi Penerbangan

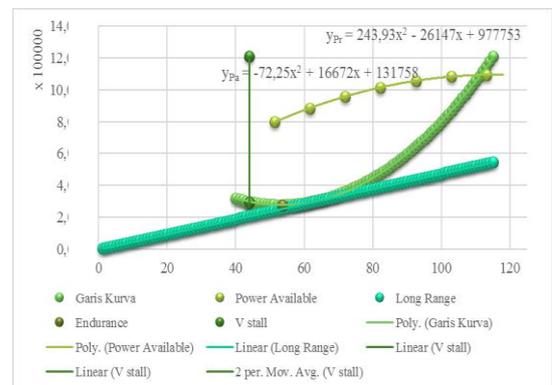
h (ft)	p (N/m <sup>2</sup> )	T <sub>ISA</sub> (K)	ρ (kg/m <sup>3</sup> )	V <sub>s</sub> (m/s)
0	101 325	288,15	1,15	40,78
5 000	84 306,62	278,24	0,98	43,99
10 000	69 680,55	268,34	0,84	47,57

**Grafik Pr-V**

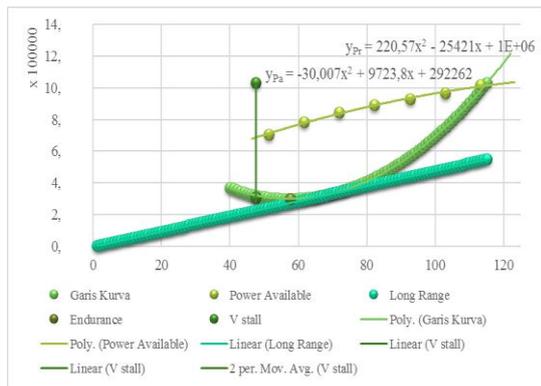
Perhitungan *endurance* menggunakan metode *power required* – kecepatan dilakukan dengan memplot hasil perhitungan beberapa karakteristik yaitu kecepatan *stall*, *power required*, dan *power available*. Kecepatan pada *endurance* maksimum diperoleh dari titik minimum kurva *power required*. Perhitungan tersebut dilakukan pada kondisi temperatur ISA+20, berat pesawat pada *maximum take-off weight* yaitu 7031 kg, serta variasi ketinggian 0 ft, 5 000 ft, dan 10 000 ft. Grafik Pr-V untuk ketinggian 0 ft, 5 000 ft, dan 10 000 ft secara berturut-turut tertera pada Gambar 1, Gambar 2, dan Gambar 3.



Gambar 1. Grafik Pr-V (H = 0 ft)



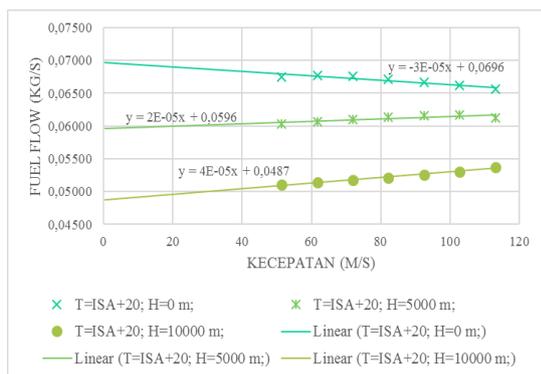
Gambar 2. Grafik Pr-V (H = 5 000 ft)



Gambar 3. Grafik Pr-V (H = 10 000 ft)

**Fuel Flow**

*Fuel flow* adalah jumlah bahan bakar yang mengalir tiap satuan waktu. *Fuel flow* diperoleh dari data propulsi dengan melihat estimasi kecepatan pada *endurance* maksimum. Mengetahui *fuel flow* dari pesawat sangat penting untuk meminimalisir pengaruh emisi terhadap lingkungan, menghemat sumber energi bahan bakar, menghemat biaya operasi penerbangan, serta meningkatkan efektifitas penerbangan [5]. Untuk mengetahui *fuel flow* di berbagai kecepatan maka perlu dibuat grafik dengan memunculkan *trendline* tipe linear beserta persamaannya. Grafik *fuel flow* ditunjukkan pada Gambar 4. Setelah diperoleh kecepatan pada *endurance* maksimum dan persamaan dari grafik *fuel flow* dengan kecepatan maka dapat disubstitusikan kecepatan tersebut pada persamaan kurva *fuel flow* untuk mengetahui nilai *fuel flow* pada masing-masing kecepatan yang telah ditentukan.



Gambar 4. Grafik Fuel Flow

**Endurance Maksimum**

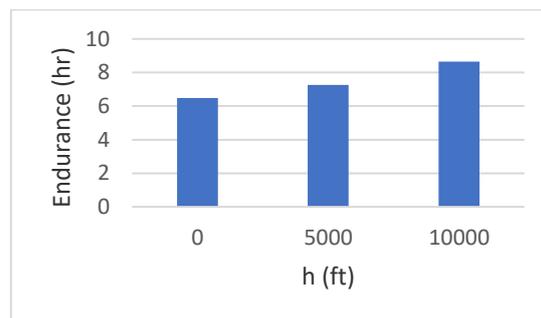
*Endurance* maksimum adalah rentang waktu terlama yang dilalui pesawat selama berada di udara dengan bahan bakar yang tersedia (tidak memperhatikan jarak yang ditempuh) [6]. *Endurance* maksimum dapat diketahui dengan cara membagi berat bahan bakar dengan *fuel flow*. Berat bahan bakar maksimum pada pesawat N219

adalah 1 588 kg. Sehingga diperoleh nilai *endurance* di masing-masing kecepatan yang ditampilkan pada Tabel 2. Untuk menampilkan dengan lebih jelas pengaruh dari variasi ketinggian terhadap *endurance* maksimum pesawat N219 maka dibuat grafik yang ditampilkan pada Gambar 5.

Tabel 2. *Endurance* Maksimum

h (ft)	V (m/s)	Fuel flow (kg/s)	Endurance (hr)
0	50,35	0,068	6,48
5 000	53,60	0,061	7,27
10 000	57,63	0,051	8,65

Perbandingan *endurance* maksimum pesawat N219 dengan variasi ketinggian tertera pada Gambar 5. Dari Gambar 5 tersebut dapat diketahui bahwa *endurance* maksimum pesawat N219 semakin meningkat seiring dengan meningkatnya ketinggian. *Endurance* maksimum terendah yaitu pada saat berada pada 0 ft dengan nilai 6,48 jam, dan *endurance* tertinggi yaitu pada saat berada pada 10 000 ft dengan nilai 8,65 jam.



Gambar 5. Grafik Endurance Maksimum

**KESIMPULAN**

Variasi ketinggian terbang memberikan pengaruh pada prestasi terbang pesawat. Massa jenis udara semakin berkurang seiring dengan meningkatnya ketinggian. Hal ini disebabkan oleh temperatur dan tekanan udara yang juga semakin berkurang seiring dengan peningkatan ketinggian. Berdasarkan grafik Pr-V dapat diketahui bahwa kecepatan untuk *endurance* maksimum semakin meningkat seiring dengan peningkatan ketinggian terbang. Begitu pula dengan *endurance* maksimum.

Peningkatan ketinggian juga berpengaruh pada karakteristik pesawat yaitu *fuel flow*. *Fuel flow* semakin berkurang seiring dengan peningkatan ketinggian. Sebaliknya, *endurance* semakin meningkat seiring dengan peningkatan ketinggian. Hal ini terjadi karena *endurance* diperoleh dari hasil pembagian berat bahan bakar

dengan *fuel flow*. Sehingga *endurance* semakin meningkat seiring dengan penurunan *fuel flow*.

#### SARAN

Saran yang dapat disampaikan untuk penelitian selanjutnya yaitu perlu dilakukan validasi menggunakan data *flight test* yang dilakukan PT. Dirgantara Indonesia mengingat data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data hasil perhitungan dan simulasi sebelum dilakukan *flight test*.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ojha, S, K., 1995. *Flight Performance of Aircraft*. Washington DC: American Insitute of Aeronautics and Astronautics, Inc.
- [2] Filippone, A., 2008. *Comprehensive analysis of transport aircraft flight performance*. Progress in Aerospace Sciences, Volume 44, pp. 192-236.
- [3] Ruijgrok, G., 1990. *Elements of Airplane Performance*. Netherlands: Delf University Press.
- [4] Saarlans, M., 2007. *Aircraft Performance*. Canada: John Wiley & Sons, Inc.
- [5] Baklacioglu, T., 2016. *Modeling the fuel flow-rate of transport aircraft during flight phases using genetic algorithm-optimized neural networks*. Aerospace Science and Technology, Volume 49, pp. 52-62.
- [6] Sachs, G., 1992. *Optimization of Endurance Performance*. Prog. Aerospace Sci, Volume 29, pp. 165-191