

## **Analisis Performa Pesawat ATR 72-500 Sebagai Pesawat *Charter* Rute Bandara Halim Perdanakusuma-Matak Dan Halim Perdanakusuma- Badak Bontang**

**Fortune Jr Ombuh<sup>\*</sup>, Mufti Arifin., Endah Yuniarti**

Prodi Teknik Penerbangan, Fakultas Teknologi Kedirgantaraan,  
Universitas Dirgantara Marsekal Suryadarma

*\*Corresponding Author: ombuhfortune@gmail.com*

**Abstract-** *The area and geography of Indonesia consisting of small islands, it is difficult to explore natural resources on these small islands. Companies that conduct these exploration activities must build supporting facilities to expedite the exploration process in the area. Airports are one of the supporting facilities built by companies for exploration activities. Airports built by companies to support air transportation must be built according to the land and needs of the company, one of which is the runway. With limited runways, many companies use ATR 72-500 aircraft as charter aircraft to support exploration activities in areas far from commercial airports. Therefore, an analysis of the performance of the ATR 72-500 aircraft as a charter aircraft with the route Halim Perdanakusuma Airport (HLP) -Matak (MWK) and Halim Perdanakusuma Airport- Badak Bontang (BXT) to determine operational costs. The performance of the ATR72-500 aircraft is seen from the required take-off performance, range, fuel consumption, and payload. On the HLP-MWK route with 68 passengers traveling a distance of 577 NM requires 2,456 kg of fuel with a TOW of 22,342 kg, while for take-off requires a runway length of 1056 m, an operational cost of Rp. 235,535,469.92 and a cost per passenger of Rp. 3,463,756.91. For the HLP-BXT route with 68 passengers traveling a distance of 742 NM requires 2,584.862 kg of fuel with a TOW of 22,471 kg, while for take-off requires a runway length of 1068 m, an operational cost of Rp. 247,891,620.16 and a cost per passenger of Rp. 3,645,465.*

**Keywords:** *ATR 72-500, fuel, payload, distance, Charter aircraft*

## I. PENDAHULUAN

Tiga perempat daerah wilayah Indonesia terdiri dari lautan (5,9 Juta km<sup>2</sup>). Dengan luasnya dan geografis Indonesia yang terdiri dari pulau-pulau mengakibatkan sulitnya melakukan eksplorasi Sumber Daya Alam (SDA) di Indonesia yang berada di pulau-pulau kecil<sup>[1]</sup>. Perusahaan yang melakukan eksplorasi SDA di daerah pulau-pulau kecil di Indonesia, harus membangun bandara khusus untuk mengangkut karyawan dan kargo yang berada di luar daerah wilayah setempat dengan menggunakan pesawat *charter*.

Dengan keterbatasan lahan biasanya perusahaan ini membangun *runway* sesuai dengan pesawat yang akan digunakan, tidak sedikit bandara *private* ini hanya memiliki *runway* dengan panjang 1,19 km (1190m). Pemilihan pesawat ATR 72 dipilih karena dianggap sesuai dengan keterbatasan panjang runway, jarak dan kebutuhan perusahaan lainnya. Oleh karena itu banyak perusahaan menggunakan pesawat ATR 72 sebagai pesawat *charter* untuk menunjang transportasi udara.

Dengan pilihan rute HLP-MWK dan HLP-BXT, maka perlu diketahui performa pesawat ATR 72 untuk mengetahui biaya operasional pesawat ATR 72 sebagai pesawat *charter*. Tujuan penelitian ini dilakukan untuk mengetahui performa dari pesawat ATR 72 dimana performa ini termasuk konsumsi *fuel* (bahan bakar), performa *take-off*, *range* (jarak) dan *payload*.

Pada penelitian ini akan dilakukan analisis performa *take-off* pesawat ATR 72-500 berikut dengan biaya operasionalnya dengan rute Bandara Halim Perdanakusuma-Matak (HLP-MWK) dan Bandara Halim Perdanakusuma- Badak Bontang (HLP-BXT). Dalam perhitungan performa dilakukan variasi berdasarkan *fuel*, jarak *take-off* dan *payload*.

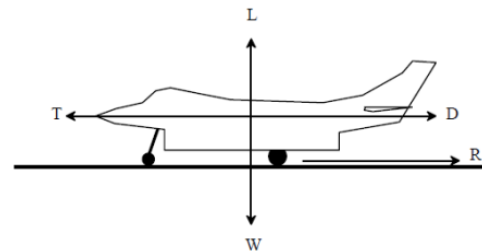
## II. METODE PENELITIAN

### 2.1 Flight Plan

*Flight plan* adalah dokumen yang berisi rencana rute penerbangan, lama waktu perjalanan, berat penumpang dan kargo, serta bahan bakar yang dibutuhkan dari bandara keberangkatan ke bandara tujuan.

- Persamaan gerak pada saat *take-off*  
 Fase *take-off* di udara, fase ini dimulai dari pesawat meninggalkan *runway* (*lift-off*) sampai di ketinggian 35.0 feet, dimana pesawat dalam keadaan stabil dan sudut *climb* konstan.

Gaya-gaya yang bekerja pada saat pesawat akan melakukan *take-off*:



**Gambar 2.1** Gaya-gaya pada saat *take-off*<sup>[3]</sup>

Maka didapatkan persamaan gaya angkat (*lift*):

$$L = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V^2 \cdot S \cdot C_l \quad (2.1)$$

Persamaan untuk  $V_{lof}$  adalah<sup>[5]</sup>:

$$V_{lof} = 1,1 V_{stall} \quad (2.2)$$

$$V_{lof} = \sqrt{\frac{2 \cdot W}{\rho \cdot S \cdot C_{lmax}}} \quad (2.3)$$

Dimana:

$\rho$  : *Density Sea Level* (Kg/m<sup>3</sup>)

$S$  : *Wings Area* (m<sup>2</sup>)

Persamaan untuk *Ground Roll* ( $S_g$ )

Yaitu<sup>[5]</sup>:

$$S_g = \frac{1,21 \cdot \left(\frac{W}{S}\right)}{g \cdot \rho \cdot (C_{lmax}) \cdot \left(\frac{T}{W}\right)} \quad (2.4)$$

Dimana:

$S_g$  : *Ground Roll* (m)

$W$  : Weight Take-off (N)  
 $T$  : Thrust (N)  
 $S$  : Wing Area (m<sup>2</sup>)

Untuk menghitung *take-off* total yaitu dengan menghitung antara *ground roll* ( $S_g$ ) dengan jarak tambahan yang digunakan untuk melewati *obstacle* setelah *airborne* ( $S_a$ ). Pesawat *lift off* dapat dilihat pada Gambar 2.3. Dimana *Pull up maneuver* dan  $R$  adalah *turn radius*, maka<sup>[6]</sup>:

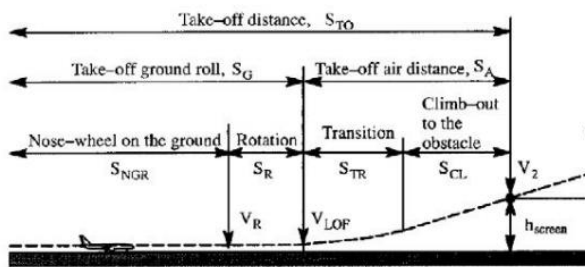
$$R = \frac{V_{lof}^2}{g \cdot (n - 1)} \quad (2.5)$$

$u_{OB}$  adalah sudut dari *flight path* dari titik *take-off* untuk melewati ketinggian *obstacle* ( $h_{OB}$ ). Maka persamaannya adalah<sup>[6]</sup>:

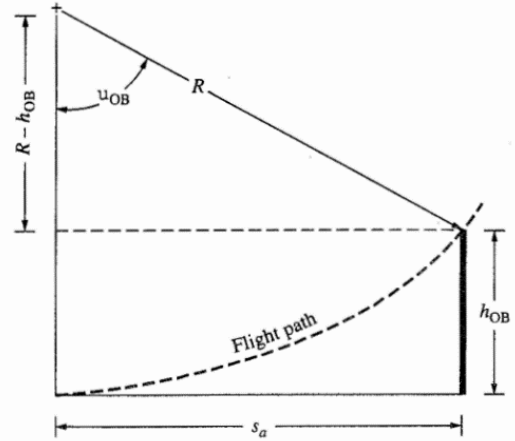
$$\begin{aligned} \cos \theta_{OB} &= \frac{R - h_{OB}}{R} \\ &= 1 - \frac{h_{OB}}{R} \text{ atau } \theta_{OB} \quad (2.6) \\ &= \cos^{-1} \left( 1 - \frac{h_{OB}}{R} \right) \end{aligned}$$

Maka untuk rumus menghitung jarak *airborne* ( $S_a$ ) untuk sampai 35 ft *obstacle*, yaitu<sup>[6]</sup>:

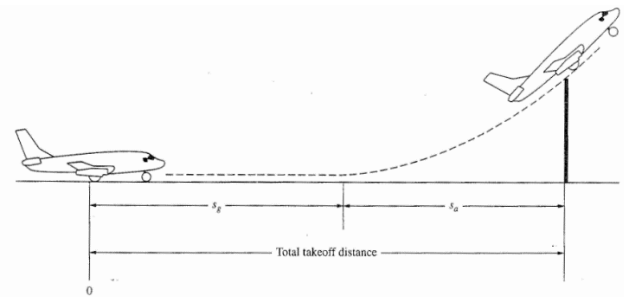
$$S_a = R \cdot \sin \theta_{OB} \quad (2.7)$$



**Gambar 2. 2** Skema Prosedur Take-Off Pesawat Sipil<sup>[6]</sup>



**Gambar 2. 3** Grafik Perhitungan Jarak Ketika Airborne<sup>[6]</sup>



**Gambar 2. 4** Jarak total Ground Roll, Airborne dan Take-Off<sup>[6]</sup>

## 2.2 Teori Perhitungan Jarak

Sistem koordinat digunakan untuk menunjukkan suatu titik di bumi berdasarkan garis lintang dan garis bujur. Rumus jarak yaitu:

$$\begin{aligned} D &= 60 \cos^{-1} (\sin L^1 \times \sin L^2) \\ &+ (\cos L^1 \times \cos L^2 \cos (B^1 - B^2)) \end{aligned} \quad (2.8)$$

Dimana:

$D$  = Jarak (NM)

$L_1$  = Original Latitude

$L_2$  = Destination Latitude

$B_1$  = Original Longitude

$B_2$  = Destination Longitude

## 2.3 Perhitungan Trip Fuel

Persamaan Berat total pesawat dapat dilihat sebagai berikut<sup>[8]</sup>:

$$\begin{aligned} W &= W_p (\text{payload}) + W_f (\text{fuel}) \\ &+ W_e (\text{Empty}) \end{aligned} \quad (2.9)$$

Maka dapat didefinisikan trip *fuel* menjadi:

$$W_f(\text{trip}) = W_f(\text{CLimb}) + W_f(\text{cruise}) + W_f(\text{descent}) + W_f(\text{reserve}) \quad (2.10)$$

## 2.4 Efisiensi Dan Gaya Dorong Pada Propeller

Bilah pada *propeller* berfungsi untuk mengubah *shaft power* menjadi gaya dorong (*Thrust*) dengan mendorong udara ke belakang, dimana *thrust* diberikan laju waktu perubahan momentum udara yang melewati propeller<sup>[5]</sup>.

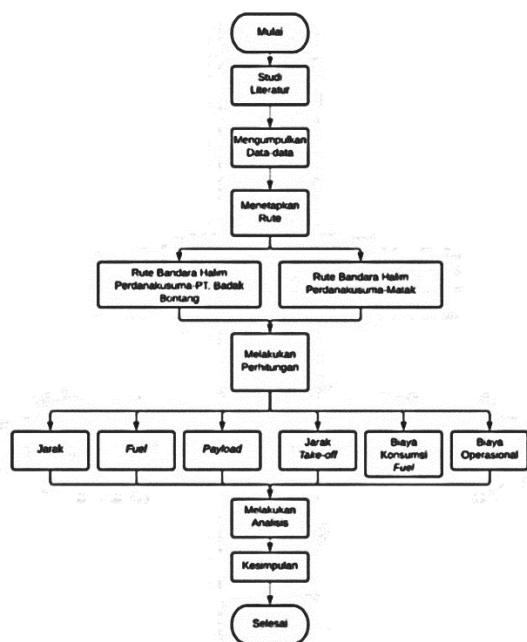
Kinerja yang dilakukan oleh gaya dorong per satuan waktu adalah *power available*  $P_a$ , dan rasio  $P_a$  ke *shaft power*  $P_s$  adalah efisiensi propulsi pada propeller. Maka didapat persamaan<sup>[6]</sup>:

$$\eta_p = \frac{P_a}{P_s} = \frac{T \cdot V_0}{P_s} \quad (2.11)$$

Sehingga variasi gaya dorong dengan kecepatan udara diberikan oleh<sup>[6]</sup>:

$$T = \eta_p \frac{P_s}{V_0} \quad (2.12)$$

## 2.5 Alur penelitian



Gambar 2.5 Alur Penelitian

## 2.6 Bandar Udara Internasional Halim Perdanakusuma

Bandar Udara Internasional Halim Perdanakusuma adalah bandara yang dipergunakan untuk keperluan militer, *private* dan Kepresidenan maupun tamu negara.

Tabel 2.1 Spesifikasi Bandar Udara Internasional Halim Perdanakusuma<sup>[9]</sup>

SPEKIFIKASI	KETERANGAN
IATA	HLP
ICAO	WIHH
KETINGGIAN	82 ft/25 m
PANJANG RUNWAY	9.843 ft / 3.000 m
KOORDINAT	06°15'59"S 106°53'28"E

## 2.7 Bandar Udara Matak

Bandara udara Matak adalah bandara yang bersifat *private* yang dikelola oleh perusahaan Medco E&P Natuna Ltd. Bandar udara ini terletak di Pulau Matak, Kecamatan Kute Siantan (Pal Matak), Kabupaten Kepulauan Anambas, Provinsi Kepulauan Riau.

Tabel 2.2 Spesifikasi Bandar Udara Matak<sup>[10]</sup>

SPEKIFIKASI	KETERANGAN
IATA	MWK
ICAO	WIOM
KETINGGIAN	10 ft/3 m
PANJANG RUNWAY	3.904 ft / 1190 m
KOORDINAT	03°20'53.23"N 106°15'28.98"E

## 2.8 Bandar Udara Badak Bontang

Bandara udara Badak Bontang adalah bandara yang bersifat *private* yang dikelola oleh perusahaan Badak NGL. Bandar udara ini terletak di Bontang, Kalimantan Timur, Indonesia.

**Tabel 2.3 Spesifikasi Bandar Udara Badak Bontang<sup>[9]</sup>**

SPEKIFIKASI	KETERANGAN
IATA	BXT
ICAO	WALC
KETINGGIAN	48 ft/14 m
PANJANG RUNWAY	6.329 ft / 1929 m
KOORDINAT	00°07'17.98"N 117°28'35.66"E

### 2.9 ATR 72-500

ATR 72-500 merupakan pesawat yang banyak digunakan untuk penerbangan komersial dimana pesawat ini menggunakan *Twin-Turboprop* yang diproduksi di Prancis dan Italia oleh produsen pesawat ATR (*Aerei da Trasporto Regionale or Avions de Transport Regiona*). Penggunaan pesawat ini sering digunakan sebagai penerbangan perintis dimana pesawat ini tidak membutuhkan *runway* yang panjang tidak seperti pesawat lainnya yang menggunakan mesin jet<sup>[11]</sup>.

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Perhitungan Jarak

Perhitungan Jarak penerbangan berfungsi untuk menentukan seberapa banyak fuel yang akan digunakan dalam setiap penerbangan untuk mencapai bandara yang akan dituju. Perhitungan jarak penerbangan dapat menggunakan titik koordinat sebagai titik masing-masing wilayah. Bandara Halim Perdanakusuma (HLP) mempunyai titik koordinat 6° 15'26"LU 106°50'47"BT. Untuk bandara Matak (MWK) memiliki koordinat 3° 20'53.23"LS 106°15'28.98"BT. Untuk bandara bontang 00°7'17.98" LS 117°28'35.66"BT. jarak pada setiap bandara ditunjukkan pada **Tabel 3.1**.

**Tabel 3.1** Jarak Penerbangan

ORIGIN	DEPARTURE	DISTANCE(NM)
HALIM	MATAK	577
HALIM	BONTANG	742

### 3.2 Perhitungan fuel

Setiap menjalankan penerbangan menuju bandara yang akan dituju maskapai penerbangan sudah harus menetapkan berapa *fuel* yang akan dibutuhkan untuk setiap penerbangan. Perhitungan *Fuel* rute Halim Perdanakusuma -Matak

*Flight Level* dibutuhkan untuk mengetahui *fuel* yang dibutuhkan untuk mendapatkan *trip fuel* berdasarkan data *FCOM* masing-masing pesawat sesuai dengan jarak yang ditempuh. Dari perhitungan jarak di **Tabel 3.1** dengan rute yang dipilih yaitu Halim Perdanakusuma -Matak (HLP-MWK) menggunakan pesawat ATR 72-500 dengan asumsi *Flight level* 18.000 ft dan Delta ISA 0. *FCOM* yang digunakan adalah 22,5 Ton.

**Tabel 3.2** *Fuel* Total<sup>[12]</sup>

Rute destinasi	Jarak (NM)	<i>Fuel</i> (kg)
HLP-MWK	577	2456,019
HLP-BXT	742	2584,862

*Fuel* keseluruhan adalah total *fuel* yang akan digunakan selama penerbangan sesuai dengan tujuan. Maka dapat diketahui banyak *fuel* yang dibutuhkan untuk tujuan Halim-Matak adalah 2456,019 kg dan untuk tujuan Halim-Bontang adalah 2584,862 kg.

### 3.3 Perhitungan payload

Perhitungan *payload* yang dibawa tidak boleh mengakibatkan berat pesawat melebihi *maximum take-off weight* yaitu 22.500 kg. Dengan diketahui *fuel* yang dibutuhkan seperti pada **Tabel 4.2** maka dapat diketahui *payload* yang dapat dibawa oleh

pesawat. Untuk menghitung payload yang dibutuhkan adalah:

- Halim-Matak

$$TOW = Payload + Fuel + OEW$$

$$Payload = 22.500 \text{ kg} - 2456,019 \text{ kg} - 12.950 \text{ kg} = 7093,981 \text{ kg}$$

Dengan kapasitas 68 penumpang dan *fuel* yang dibawa sebanyak 2456,019 kg maka berat total pesawat yang didapat adalah 22342 kg dan payload sebesar 6936 kg. Sehingga dapat disimpulkan bahwa dengan kapasitas maksimal 68 penumpang pesawat masih bisa memenuhi berat total payload pesawat dengan rute Halim-Matak.

**Tabel 3.3** Berat Total Pesawat Halim-Matak Pax 68

PESAWAT	ATR 72-500
PAX	68
BAGASI	476 kg
CARGO	1360 kg
FUEL	2456,019 kg
OEW	12950 kg
TOW	22342 kg

- Halim-Bontang

Pada perhitungan ini berat penumpang (PAX) dewasa dianggap 75 kg per orang dengan bawaan bagasi 7 kg per orang dan cargo 20 kg per-orang.

Maka TOW yang didapat adalah:

$$TOW = Payload + Fuel + OEW$$

$$Payload = 22.500 \text{ kg} - 2584,862 \text{ kg} - 12.950 \text{ kg} = 6965,138 \text{ kg}$$

Dengan kapasitas 68 penumpang dan *fuel* yang dibawa sebanyak 2584,862 kg maka berat total pesawat yang didapat adalah 22470,86 kg dan payload sebesar 6936 kg. Sehingga dapat disimpulkan bahwa dengan kapasitas maksimal 68 penumpang pesawat masih bisa memenuhi berat total payload pesawat dengan rute Halim-Bontang.

**Tabel 3.4** Berat total pesawat Halim-Bontang Pax 68

PESAWAT	ATR 72-500
PAX	68
BAGASI	476 kg
CARGO	1360 kg
FUEL	2584,862 kg
OEW	12950 kg
TOW	22470,862 kg

### 3.4 Perhitungan jarak take-off

Perhitungan jarak *Take-Off* pesawat ATR 72-500 dengan menggunakan berat maksimum dimana belum ada Batasan *runway* dan dalam kondisi elevasi nol (*Sea Level*).

*Koefisien lift* untuk sudut serang pesawat pada saat *rolling* ditanah ditunjukkan pada *Tabel 4.4*. Sudut serang selama *ground roll* pada dasarnya fitur dari desain pesawat, orientasi *built-in* dari garis tengah pesawat. Untuk *coefficient lift*, nilai harus dipilih dari empiris atau statistik.

**Tabel 3.5** Nilai maksimum Lift Coefficient<sup>[13]</sup>

No.	Airplane Type	$C_{LMAX}$	$C_{LMAXTO}$	$C_{LMAXL}$
1	Single Engine Propeller	1,3 - 1,9	1,3 - 1,9	1,6 - 2,3
2	Twin Engine Propeller	1,2 - 1,8	1,4 - 2,0	1,6 - 2,5
3	Transport Jets	1,2 - 1,8	1,6 - 2,2	1,8 - 2,8
4	Military Trainers	1,2 - 1,8	1,4 - 2,0	1,6 - 2,2

Dari data **Tabel 3.5** dapat diinterpretasikan bahwa untuk menghitung nilai *maximum coefficient lift* saat *take-off* dengan asumsi:

$$\begin{aligned} C_{LMAXTO} &= 0,8 \times C_{LMAXL} \\ &= 0,8 \times 2,44 \\ &= 1,9 \end{aligned}$$

Sementara dari **Tabel 3.6** dapat diambil data *take-off* untuk efisiensi *propeller* kedua pesawat dengan  $\eta_{pTO} = 0,65$ .

**Tabel 3.6 Propeller Efficiency Untuk Fase-Fase Penerbangan<sup>[13]</sup>**

Flight Phase	Velocity	Propeller Efficiency
Take-off	$V_1 = 44,1 \text{ m/s}$	$\eta_{pTO} = 0,64545$
Second Segment	$V_2 = 62,37 \text{ m/s}$	$\eta_{p2nd} = 0,7303$
Missed Approach	$V_2 = 62,37 \text{ m/s}$	$\eta_{pMA} = 0,7303$
Cruise	$V_{CR} = 141,94 \text{ m/s}$	$\eta_{pCR} = 0,8593$

• **Perhitungan Jarak Take-off Menghitung Panjang Ground Roll (Sg)**

Diasumsikan ketinggian elevasi landasan nol maka diketahui:

- Density sea level-( $\rho$ ) =  $1,225 \text{ kg/m}^3$
- Wing area-( $s$ ) =  $61 \text{ m}^2$
- TOW =  $220725 \text{ N}$
- Max power -(Ps) =  $2509 \text{ kW}$
- Propeller Efficiency- ( $\eta_p$ ) =  $0,65$

Dari data diatas dapat dihitung  $V_{stall}$  dengan perhitungan:

$$V_{stall} = \sqrt{\frac{2 \times W}{\rho \cdot S \cdot CL_{max}}} = \sqrt{\frac{2 \times 220725 \text{ N}}{1,225 \text{ kg/m}^3 \cdot 61 \text{ m}^2 \cdot 1,9}} = 55,761 \text{ m/s}$$

Selanjutnya adalah menghitung *thrust* dengan perhitungan sebagai berikut:

$$T = \eta_p \frac{P_s}{V_{stall}} = 0,65 \times \frac{2509000 \text{ W} \times 2}{55,761 \text{ m/s}} = 58494,228 \text{ N}$$

Ket : Ps dikalikan 2 dikarenakan dalam penelitian ini menggunakan 2 engine.

Maka didapatkan:

$$Thrust Loading = \frac{T}{W} = \frac{58494,22824 \text{ N}}{220725 \text{ N}} = 0,265$$

Selanjutnya adalah:

$$Wing Loading = \frac{W}{S} = \frac{220725 \text{ N}}{61 \text{ m}^2} = 3618,443 \text{ N/m}^2$$

Sehingga jarak *Ground Roll* (Sg) pada saat *take-off* pada saat kondisi normal adalah:

$$S_g = \frac{1,21 \times \frac{W}{S}}{g \times p \times CL_{MAX} \times \frac{T}{W}}$$

$$= \frac{1,21 \times 3618,442623 \text{ N/m}^2}{9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \times 1,225 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 1,9 \times 0,265} = 723,581 \text{ m}$$

• **Menghitung Jarak Airborne (Sa)**

Langkah berikutnya adalah menghitung kecepatan pada saat *lift-off* ( $V_{lof}$ ) dengan perhitungan sebagai berikut:

$$V_{lof} = 1,1 \times V_{stall} = 1,1 \times 55,76105708 \text{ m/s} = 61,337 \text{ m/s}$$

Selanjutnya adalah menentukan jarak setelah *airborne* melewati *Obstacle* (R):

$$R = \frac{V_{lof}^2}{g \times (n-1)} = \frac{61,33716279 \text{ m/s}^2}{9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \times (1,19-1)} = 2018,481 \text{ m}$$

Sudut *Airborne* ( $\theta_{OB}$ ):

$$\theta_{OB} = \cos^{-1} \left( 1 - \frac{h_{OB}}{R} \right) = \cos^{-1} \left( 1 - \frac{10,7}{2018,481} \right) = 5,902^\circ$$

Menentukan jarak *airborne* (Sa):

$$S_a = R \times \sin \theta_{OB} = 2018,481 \text{ m} \times \sin 5,902^\circ = 207,56 \text{ m}$$

• **Menentukan Jarak Total (S<sub>TOTAL</sub>)**

$$S_{TOTAL} = S_g + S_a = 723,581 \text{ m} + 207,56 \text{ m} = 931,14 \text{ m}$$

• **Menghitung Total Safe Distance**

$$Safe \text{ Distance} = S_{TOTAL} \times 115\% = 931,14 \text{ m} \times 115\% = 1070,811 \text{ m} = 1071 \text{ m}$$

Maka dapat diketahui bahwa pesawat ATR 72-500 dalam kondisi normal dapat membutuhkan *runway* untuk *take-off* sejauh 1071 m.

**3.5 Perhitungan Take-Off Weight (TOW)**

Perhitungan TOW ini untuk mendapatkan angka TOW dari pesawat ATR 72-500 dimana pesawat dalam keadaan RTOW dimana batasannya adalah *runway* yang diperlukan untuk melakukan *take-off*. Dari **Tabel 3.2**

banyak fuel yang dibutuhkan untuk rute Halim-Matak dengan jarak 577 NM adalah 2456,019 kg, sedangkan untuk rute Halim-Bontang dengan jarak 742NM adalah 2584,862 kg.

Dimana TOW pada rute bandara Halim Perdanakusuma-Bandara Matak

adalah 22342,019 kg dan untuk rute Halim Perdanakusuma-Bandara Badak Bontang adalah 22470,862 kg.

Maka jarak *runway* yang dibutuhkan untuk take-off pada pesawat atr 72-500 adalah:

**Tabel 3.7** Jarak *Take-off* Yang Dibutuhkan

HALAIM-MATAK									
T	Thrust Loading	Wing Loading	Sg	Vlof	R	$\theta_{OB}$	Sa	S <sub>TOTAL</sub>	Safe Distance
58700,671 N	0,268	3593,036 N/m <sup>2</sup>	710,946 m	61,121 m/s	2004,309 m	5,923 <sup>o</sup>	206,828 m	917,774 m	1056 m
HALIM-BONTANG									
T	Thrust Loading	Wing Loading	Sg	Vlof	R	$\theta_{OB}$	Sa	S <sub>TOTAL</sub>	Safe Distance
58532,141 N	0,266	3613,757 N/m <sup>2</sup>	721,24 m	61,297 m/s	2015,867 m	5,906 <sup>o</sup>	207,425 m	928,665 m	1068 m

Maka dapat diketahui bahwa pesawat ATR 72-500 dengan rute bandara Halim Perdanakusuma-Bandara Matak kondisi normal membutuhkan runway dengan panjang 1056 m dan untuk rute Halim Perdanakusuma-Bandara Badak Bontang membutuhkan runway dengan panjang 1068 m.

### 3.6 Biaya konsumsi bahan bakar

Menghitung biaya bahan bakar harus diketahui biaya bahan bakar per liter. Biaya bahan bakar adalah Rp. 16.327/liter.

- Konversi kilogram ke liter

Diketahui densitas avtur jet A-1 adalah 0,82 kg/l dan massa avtur 1 kg, maka:

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \frac{\text{massa}}{\text{densitas}} \\ \text{Volume} &= \frac{1 \text{ kg}}{0,82 \text{ kg/l}} \\ \text{Volume} &= 1,21 \text{ liter} \end{aligned}$$

Untuk rute Halim-Matak bahan bakar yang dibutuhkan adalah 2971,783 liter dan untuk Rute Penerbangan Halim-Bontang bahan bakar yang dibutuhkan adalah 3127,683 liter.

- Biaya konsumsi bahan bakar

Biaya *fuel* yang dibutuhkan dari bandara Halim Jakarta menuju Bandara

Matak Anambas dengan banyak fuel yang dibawa 2971,783 liter yaitu:

$$\begin{aligned} \text{Fuel Cost} &= \text{total fuel} \times \text{cost fuel} \\ \text{Fuel Cost} &= 2971,783 \times \text{Rp. } 16.327 \\ \text{Fuel Cost} &= \text{Rp. } 48.520.306,8 \end{aligned}$$

Maka biaya *fuel* rute Halim-Matak adalah:

**Tabel 3.8** Biaya Fuel Halim-Matak

HALIM-MATAK		
PAX	FUEL (LITER)	HARGA FUEL (16.327/LITER)
68 PENUMPANG	2971,783	Rp. 48.520.306,8

Biaya *fuel* yang dibutuhkan dari bandara Halim menuju Bandara Bontang dengan banyak fuel yang dibawa 3385,073 liter yaitu:

$$\begin{aligned} \text{Fuel Cost} &= \text{total fuel} \times \text{cost fuel} \\ \text{Fuel Cost} &= 3127,683 \times \text{Rp. } 16.327 \\ \text{Fuel Cost} &= \text{Rp. } 51.065.673,75 \end{aligned}$$

Maka biaya *fuel* rute Halim-Bontang adalah:

**Tabel 3.9** Biaya Fuel Halim-Bontang

HALIM-BONTANG		
PAX	FUEL (LITER)	HARGA FUEL (16.327/LITER)
68 PENUMPANG	3127,7	Rp. 51.065.673,75

### 3.7 Biaya operasional pesawat ATR 72-500

Untuk menghitung biaya operasional pada penelitian dilihat dari harga *fuel* yang telah didapatkan, dengan

presentasi pengeluaran untuk operasional pesawat terbang. Untuk *fuel* dan *oil* menggunakan 20,6% dari biaya operasional pesawat untuk rute yang dituju. Berikut item-item pengeluaran operator pesawat terbang:

**Tabel 3.10** Item Pengeluaran<sup>[14]</sup>

Item pengeluaran	Persentase (%)
Flight deck crew	8,5
Fuel and Oil	20,6
Insurance and depreciation	8,1
Maintenance and overhaul	11,1
Landing fees and en route charges	5,1
Station and ground operators	12,4
Cabin attendents and passenger services	10,7
Ticketing, sales and promotion	17,9
Others	5,6

Dari **Tabel 3.10** dapat diketahui bahwa presentasi item-item pengeluaran operator penerbangan untuk operasional pesawat terbang.

- **Biaya Operasional Dari Halim-Matak**

Menentukan biaya operasional keseluruhan berdasarkan Tabel 4.19, maka dari *fuel* yang digunakan dapat diperkirakan biaya operasional untuk item lainnya. Berikut menghitung biaya operasional keseluruhan:

$$\begin{aligned} \text{Biaya operasional} &= \frac{\text{harga fuel}}{20,6\%} \\ &= \frac{Rp.48.520.306,8}{20,6\%} \\ &= \text{Rp. 235.535.469,9} \end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas dapat disimpulkan bahwa untuk operasional pesawat ATR 72-500 rute Halim -Matak adalah Rp. 235.535.469,9. Setelah mendapatkan biaya operasional, bisa

diketahui pula harga tiket (biaya yang dikenakan per penumpang) yaitu:

$$\begin{aligned} \text{Biaya per penumpang} &= \frac{\text{Biaya operasional}}{\text{Banyak penumpang}} \\ &= \frac{Rp.235.535.469,9}{68} \\ &= \text{Rp.} \end{aligned}$$

3.463.756,9

Biaya per penumpang pesawat ATR 72-500 sebagai pesawat *charter* dengan rute Halim-matak yaitu sebesar Rp. 3.463.756,9

- **Biaya Operasional Dari Halim-Bontang**

Biaya operasional keseluruhan berdasarkan tabel maka *fuel* yang digunakan diperkirakan biaya operasional untuk item lainnya. Berikut biaya operasional keseluruhan:

$$\begin{aligned} \text{Biaya operasional} &= \frac{\text{harga fuel}}{20,6\%} \\ &= \frac{Rp.51.065.673,75}{20,6\%} \\ &= \text{Rp. 247.891.620,2} \end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas dapat disimpulkan bahwa untuk operasional pesawat ATR 72-500 rute Halim-Bontang adalah Rp. 247.891.620,2. Setelah mendapatkan biaya operasional, bisa diketahui pula harga tiket (biaya yang dikenakan per penumpang) yaitu:

$$\begin{aligned} \text{Biaya per penumpang} &= \frac{\text{Biaya operasional}}{\text{Banyak penumpang}} \\ &= \frac{Rp.247.891.620,2}{68} \\ &= \text{Rp. 3.645.465.} \end{aligned}$$

Biaya per penumpang pesawat ATR 72-500 sebagai pesawat *charter* dengan rute Halim-Bontang yaitu sebesar Rp.3.645.465.

*Table 3.11 Operational Cost*

DISTRIBUTION	DISTANCE	PAX	FUEL	TOTAL OPERATING WEIGHT	COST FUEL	OPERASIONAL COST	TICKET PER PASSENGERS
	(NM)		(LITER)	(KG)		(Rp)	(Rp)
HLP-MWK	577	68	2971,783	22.342	Rp. 48.520.306,8	235.535.469,92	3.463.756,91
HLP-BXT	742	68	3127,683	22.471	Rp. 51.065.673,75	247.891.620,16	3.645.465,00

#### IV. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan analisis yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan bahwa:

1. Rute penerbangan Halim Perdanakusuma-Matak yang ditempuh dengan jarak 577 NM membutuhkan *fuel* sebanyak 2.456 kg dengan TOW 22.342 kg, sedangkan untuk *take-off* membutuhkan Panjang *runway* 1056 m. Sedangkan rute Halim Perdanakusuma - Badak Bontang yang ditempuh dengan jarak 742 NM membutuhkan *fuel* sebanyak 2.584,862 kg dengan TOW 22.471 kg, sedangkan untuk *take-off* membutuhkan Panjang *runway* 1068 m.
2. Rute Halim Perdanakusuma -Matak dengan penumpang sebanyak 68 penumpang menghabiskan biaya operasional sebesar Rp. 235.535.469,92 dengan biaya per penumpang sebesar Rp. 3.463.756,91. Sedangkan rute Halim Perdanakusuma - Badak Bontang dengan penumpang sebanyak 68 penumpang menghabiskan biaya operasional sebesar Rp. 247.891.620,16 dan dapat diketahui juga bahwa biaya per penumpang sebesar Rp. 3.645.465.

#### V. DAFTAR REFERENSI

- [1] Lasabuda, R., 2013, Pembangunan Wilayah Pesisir Dan Lautan Dalam Perspektif Negara Kepulauan Republik Indonesia, *J. Ilm. PLATAX*, vol. 1, no. 2, p. 92, 2013, doi: 10.35800/jip.1.2.2013.1251.
- [2] Budianto, J. F., and Gafrun, 2016, Rencana Penerbangan Pada Bandar Udara Haluoleo Kendari, *J. Sist. Inf. Dan Tek. Komput.*, vol. 1, no. 1, pp. 109–125.
- [3] Syamsuar, S., 2015, Studi Kasus Prestasi Terbang Takeoff-Landing Pesawat Udara Turbo Prop CN235 The Short Takeoff Landing Method CN235 Turbo Prop Field Performance Test Case Study , *J. Perhub. Udar. Metod. Short Tak. Land.*, pp. 49–58.
- [4] Supriyono, D. I., 2021, Analisis Pengaruh Overfill Terhadap Performa Take-Off Pada Regulated Take-Off Weight, *Skripsi*, Program Studi Teknik Penerbangan, Universitas Dirgantara Marsekal Suryadarma.
- [5] Anderson, J. D., 1999, *Aircraft performance and design*, McGraw-Hill Education.
- [6] Hannu K., 2007, *Fundamental Astronomy*. Berlin: Springer, Berlin.
- [7] Ruijgrok, G. J. J., 1994, *Elements of Airplane Performance*, Faculty of Aerospace Engineering, Delft University of Technology, Netherlands..
- [8] \_\_\_\_\_., 2021, Indonesia Airport, <https://indonesiaairport.com/>. (Diakses pada tanggal 7 Desember 2021)
- [9] \_\_\_\_\_., 2019, Matak Airport, Medco E&P Natuna Ltd.
- [10] Nova, M. A., Putra, L. G. J., & Emzain, Z. F., Komparasi Efektivitas Tiga Tipe Starter Generator yang Digunakan Pada Engine Pesawat ATR, *Avitec*, vol. 3, no. 2, p. 131, 2021, doi: 10.28989/avitec.v3i2.1027.
- [11] \_\_\_\_\_., *Flight Crew Manual ATR 72*, 1999, *Flight Crew Operating Manual*: ATR 72 Company.
- [12] Nita, M. F., 2008, *Aircraft Design Studies Based on the ATR 72*, pp. 1–166, 2008, [Online]. Available: <http://www.fzt.haw-hamburg.de/pers/Scholz/arbeiten/TextNita.pdf>.
- [13] Button, K.G., 1982, *Transport Economics*, London: London Edinburgh Melbourne Auckland.