

Analisis Potensi Rute Penerbangan Bandar Udara Singkawang Terkait Keberlangsungan Operasional Bandar Udara

William Bunkharisma dan Ervina Ahyudanari

Departemen Teknik Sipil, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

e-mail: ervina@ce.its.ac.id

Abstrak—Kota Singkawang memiliki potensi pariwisata yang besar dikarenakan keragaman budaya dan keindahan alamnya. Dalam meningkatkan potensi pariwisata Kota Singkawang, pemerintah berencana untuk membangun bandar udara di Kota Singkawang untuk meningkatkan aksesibilitas menuju Kota Singkawang. Pembangunan suatu bandar udara memerlukan biaya yang besar agar bandar udara dapat beroperasi untuk melayani maskapai penerbangan dan pengguna jasa angkutan udara. Salah satu sumber pemasukan terbear dari suatu bandar udara adalah jumlah jasa angkutan udara yang terdapat di bandar udara tersebut. Oleh karenanya mengetahui potensi rute penerbangan di suatu bandar udara dapat menentukan keberlangsungan operasional di sebuah bandar udara. Metode yang digunakan dalam analisis ini adalah dengan menganalisis potensi rute penerbangan berdasarkan daerah tangkapan, biaya dan durasi penerbangan tiap rute. Dari hasil analisis Penelitian ini diperoleh pesawat dengan jangkauan penerbangan optimum terbesar yang dapat beroperasi di bandar udara Singkawang adalah Boeing 737 8 – Max. Kemudian berdasarkan pesawat yang dapat beroperasi di bandar udara Singkawang, terdapat 39 rute penerbangan domestik potensial. Untuk mengetahui rute potensial digunakan analisis daerah tangkapan dari tiap bandar udara di Indonesia untuk memperoleh jumlah populasi dan Pendapatan Domestik Regional Bruto (PDRB) yang akan berpengaruh dengan besarnya potensi penerbangan antar dua bandar udara. Daerah tangkapan bandar udara Singkawang akan melayani 1.119.861 orang dan PDRB sebesar Rp 1.389.941 miliar pada awal beroperasi. Untuk biaya penerbangan tiap rute termasuk cukup kompetitif, sebagai contoh untuk rute penerbangan bandar udara Singkawang menuju bandar udara Soekarno – Hatta dengan pesawat Airbus A320 – 200 memerlukan biaya jasa penerbangan sebesar Rp 1.296.149/seat. Adapun bandar udara yang memiliki potensi tertinggi untuk dibukanya rute menuju bandar udara Singkawang seperti Soekarno – Hatta, Husein Sastranegara, Ahmad Yani, Radin Inten II dan Sultan Mahmud Badaruddin II.

Kata Kunci—Analisis Rute Potensial, *Catchment Area*, Biaya dan Waktu Rute Penerbangan.

I. PENDAHULUAN

KOTA Singkawang memiliki potensi pariwisata yang sangat besar karena memiliki keberagaman budaya dan keindahan alamnya, tercatat pada tahun 2015 hingga 2019 total kunjungan wisatawan menuju Kota Singkawang saat festival Cap Go Meh saja terus mengalami peningkatan dari 56.312 menjadi 89.932 wisatawan pada tahun 2019. Hal ini menunjukkan bahwa potensi pariwisata Kota Singkawang masih dapat bertumbuh dan dapat dijadikan salah satu penghasil devisa bagi Indonesia. Namun, tingkat aksesibilitas menuju Kota Singkawang belum dapat mengakomodir potensi pariwisata yang dimiliki Kota Singkawang. Saat ini, untuk menuju Kota Singkawang dapat dilakukan melalui

bandar udara Supadio yang kemudian dilanjutkan dengan perjalanan darat selama 4 – 5 jam. Untuk mengatasi hal ini pemerintah pusat dan daerah berencana untuk membangun bandar udara Singkawang yang diharapkan dapat mengatasi permasalahan aksesibilitas tersebut. Disamping itu, dengan pembangunan bandar udara Singkawang dapat meningkatkan sektor perekonomian Kota Singkawang yang terdiri dari sektor industri pengolahan, sektor listrik, gas dan air minum, sektor bangunan dan sektor pendukung lainnya [1].

Namun, bandar udara yang akan melayani penumpang tentu membutuhkan pemasukan yang kemudian digunakan untuk melayani penumpang. Salah satu hal yang mempengaruhi pemasukan bandar udara adalah jumlah penerbangan dari suatu bandar udara yang berhubungan dengan jumlah penumpang yang datang ke bandar udara tersebut. Oleh karena itu perlu dilakukan analisis rute potensial dari bandar udara Singkawang untuk memastikan bandar udara dapat beroperasi dan tidak memberikan kerugian dari pembangunan bandar udara.

Untuk menjawab permasalahan diatas terdapat beberapa permasalahan yang perlu dijawab untuk menentukan rute penerbangan potensial dari atau menuju bandar udara Singkawang. Adapun rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Apa saja bandar udara yang dapat dijangkau oleh pesawat yang direncanakan beroperasi di bandar udara Singkawang?
2. Bagaimana daerah tangkapan atau *catchment area* bandar udara Singkawang dan bandar udara lain serta hubungannya dengan rute penerbangan potensial bandar udara Singkawang?
3. Apa saja rute penerbangan potensial dari bandar udara Singkawang?
4. Berapa besar biaya dan durasi tiap rute penerbangan potensial dari bandar udara Singkawang?

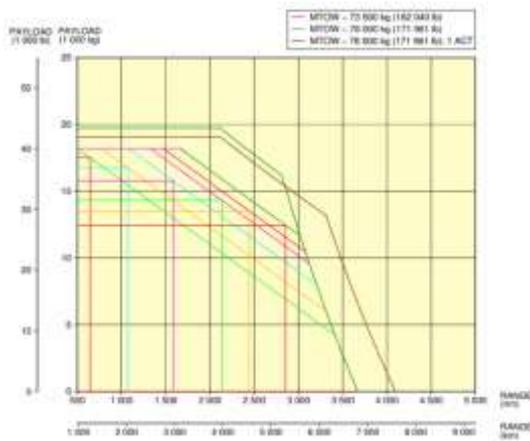
II. METODOLOGI PENELITIAN

Dalam bab ini akan dijelaskan mengenai langkah-langkah yang dilakukan untuk menyelesaikan permasalahan dalam penelitian ini. Diagram alir yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.

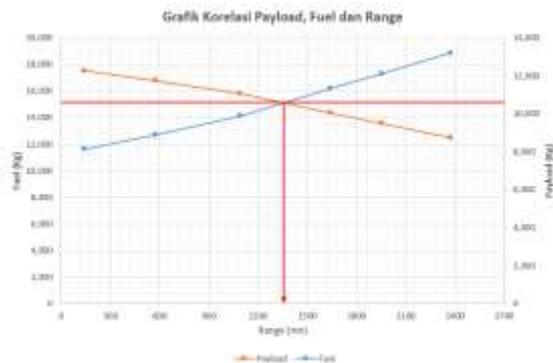
III. HASIL DAN ANALISA

A. Pesawat yang Beroperasi di Bandar Udara Singkawang

Bandar udara Singkawang memiliki panjang *runway* 1.400 meter dan lebar 30 meter, hal ini akan mempengaruhi jenis pesawat yang dapat beroperasi. Disamping spesifikasi bandar udara, untuk menentukan pesawat yang dapat beroperasi di



Gambar 3. Hasil Plot Grafik Payload and Range Diagram Airbus A320 – 200.



Gambar 4. Hasil Analisis Payload, Fuel dan Jarak Optimum.

sebelumnya kemudian di-plot kedalam *payload and range diagram* dan dapat diperoleh nilai optimum dari jarak, bahan bakar dan *payload* sebagai berikut.

- Payload : 15.200 Kg
- Fuel : 10.600 Kg
- Range : 2.500 Km

Hasil plot grafik *payload and range diagram* Airbus A320-200 dapat dilihat pada Gambar 3. Sedangkan hasil analisis *payload*, *fuel*, dan jarak optimum dapat dilihat pada Gambar 4.

C. Kemampuan Operasional Pesawat

Dalam menentukan kemampuan operasional pesawat digunakan nilai *Seat Load Factor* (SLF) yang bertujuan untuk mengetahui apakah pesawat dapat beroperasi dalam kondisi umum penerbangan di Indonesia. Nilai SLF tahun 2021 diperoleh dengan menggunakan data SLF penerbangan domestik di Indonesia pada tahun 2007 hingga 2017 kemudian dilakukan peramalan *time series* dan rata – rata yang kemudian diperoleh nilai SLF penerbangan domestik di Indonesia pada tahun 2021 adalah 80,4% yang kemudian dibulatkan menjadi 80%.

Setelah memperoleh nilai SLF selanjutnya dilakukan perhitungan komponen berat pesawat dengan menggunakan acuan ICAO untuk komponen berat pengguna jasa angkutan udara dan untuk berat bagasi digunakan rentang 5 – 20 Kg seperti pada penerbangan domestik pada umumnya [2]. Berikut merupakan perhitungan kemampuan operasional pesawat Airbus A320 – 200 yang memiliki kapasitas penumpang sebesar 180 penumpang.

1. Total berat penumpang:

$$= (\text{Max PnP} \times 50\%) \times (\text{Berat Pnp Pria} + \text{Berat Pnp Wanita})$$

$$= (180 \times 50\%) \times (82 \text{ Kg} + 67 \text{ Kg})$$

$$= 13.410 \text{ Kg}$$

2. Total Berat Bawaan Penumpang:

$$= \text{Max Pnp} \times \text{Berat Barang Bawaan}$$

$$= 180 \times 20 \text{ Kg}$$

$$= 3.600 \text{ Kg}$$

Total berat penumpang dan barang bawaan adalah 17.010 Kg yang kemudian dikalikan dengan nilai SLF sehingga diperoleh berat rata-rata penerbangan domestik pesawat Airbus A320 – 200 adalah 13.608 Kg yang apabila dibandingkan dengan berat *payload* optimum, hasil perhitungan SLF lebih kecil dibandingkan dengan *payload* optimum sehingga pesawat Airbus A320 – 200 dapat beroperasi seperti pesawat lainnya dalam penerbangan domestik di Indonesia.

D. Identifikasi Bandar Udara yang Dapat Dilayani dari Bandar Udara Singkawang

Sebelum menentukan bandar udara yang dapat dilayani perlu diketahui terlebih dahulu pengaruh permukaan bumi terhadap jarak penerbangan. Untuk mengetahui pengaruh tersebut digunakan rumusan *Great Circle* yang terdiri dari 3 (tiga) rumusan berbeda untuk kemudian dibandingkan dengan menggunakan jarak lurus hasil pengukuran menggunakan *Google Earth* [3]. Untuk uji pengaruh digunakan koordinat bandar udara Singkawang yaitu 0,014 LU dan 1,902 BT serta untuk titik kedua dipilih secara acak yaitu 0,095 LU dan 1,663 BT. Selanjutnya dilakukan perhitungan *great circle* sebagai berikut.

1) Law of Cosines

Untuk metode *Law of Cosines* rumusan yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$D_{1-2} = R_E \times \left[1 + \left(\frac{h}{R_E} \right) \right] \times \cos$$

$$\times [\cos\phi_1 \times \cos\phi_2 \times \cos(\Delta\lambda) + \sin\phi_1 \times \sin\phi_2]$$

$$D_{1-2} = 6.371 \times \left[1 + \left(\frac{9,45}{6.371} \right) \right]$$

$$\times \cos^{-1} \times [\cos 0,014 \times \cos 0,095$$

$$\times \cos (1,663 - 1,902) + \sin 0,014 \times \sin 0,095]$$

$$= 1.603,769 \text{ Km}$$

2) Haversine Formula

Untuk metode *Haversine Formula* rumusan yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$D_{1-2} = 2 \times R_E \times \left[1 + \left(\frac{h}{R_E} \right) \right] \times \sin^{-1}$$

$$\left[\sqrt{\sin^2 \left(\frac{\Delta\phi}{2} \right) + \cos\phi_1 \times \cos\phi_2 \times \sin^2 \left(\frac{\Delta\lambda}{2} \right)} \right]$$

$$= 2 \times 6.371 \times [1 + (9,45/6.371)] \times \sin^{-1}$$

$$\sqrt{\sin^2\left(\frac{0,014-0,095}{2}\right) + \cos 0,014 \times \cos 0,095 \times \sin^2\left(\frac{1,902-1,663}{2}\right)}$$

$$= 1.603,769 \text{ Km}$$

3) *Rhumb Line*

Untuk metode *Rhumb Line* rumusan yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$\alpha = \pm \tan^{-1} \left[\frac{\lambda_2 - \lambda_1}{\ln \left[\frac{\tan\left(\frac{\phi_2}{2} + \frac{\pi}{4}\right)}{\tan\left(\frac{\phi_1}{2} + \frac{\pi}{4}\right)} \right]} \right]$$

$$= \pm \tan^{-1} \left[\frac{1,902 - 1,663}{\ln \left[\frac{\tan\left(\frac{0,095}{2} + \frac{\pi}{4}\right)}{\tan\left(\frac{0,014}{2} + \frac{\pi}{4}\right)} \right]} \right]$$

$$= 1,2414$$

$$D_{1-2} = R_E \times \left[1 + \left(\frac{h}{R_E} \right) \right] \times \left| \frac{\phi_2 - \phi_1}{\cos \alpha} \right|$$

$$= 6.371 \times \left[1 + \left(\frac{9,45}{6.371} \right) \right] \times \left| \frac{0,014 - 0,095}{\cos 1,2414} \right|$$

$$= 1.603,781 \text{ Km}$$

Dari hasil perhitungan *great circle* diperoleh bahwa jarak antar kedua koordinat adalah 1.603,769 km sementara dengan menggunakan aplikasi *Google Earth* jarak antar kedua titik diperoleh sebesar 1.600 km sehingga dari hasil perhitungan ini untuk perhitungan jarak penerbanagan selanjutnya akan digunakan rumusan *Great Circle*. Selanjutnya, dilakukan perhitungan koordinat berdasarkan jarak optimum tiap pesawat dan kemudian di-plot kedalam peta Indonesia yang diperoleh dari *Google Earth* untuk kemudian dilakukan *plot* jangkauan penerbangan tiap pesawat dengan titik pusat bandar udara Singkawang. Peta jangkauan penerbangan tiap pesawat dapat dilihat pada Gambar 5. Sedangkan kode warna pesawat dapat dilihat pada Tabel 3.

Setelah melakukan analisis rute penerbangan domestik eksisting di Indonesia dengan menggunakan aplikasi *FlightRadar24* diperoleh bahwa mayoritas rute penerbangan untuk bandar udara dengan kelas yang sama dengan bandar udara Singkawang yaitu 3C adalah menuju bandar udara pengumpul sehingga daftar rute potensial dapat dikerucutkan menjadi antar bandar udara pengumpul. Daftar bandar udara diperoleh dari PM No.69 Tahun 2013 mengenai Tatanan Kebandarudaraan Nasional [4].

E. *Peramalan Upah Minimum Provinsi (UMP), Populasi dan Produk Domestik Regional Bruto (PDRB)*

Untuk memperoleh nilai UMP, populasi dan PDRB pada tahun 2021 perlu dilakukan peramalan. Dalam penelitian ini peramalan dilakukan dengan menggunakan metode *time series*. Metode ini dipilih karena untuk peramalan jangka pendek metode ini merupakan metode yang akurat, namun



Gambar 5. Peta Jangkauan Penerbangan Pesawat yang Beroperasi di Bandar Udara Singkawang.

Tabel 3. Kode Warna Pesawat

Jenis Pesawat	Kode Warna
CRJ 1000	Black
Boeing 737 - 300	Yellow
Boeing 737 - 400	Cyan
Boeing 737 - 500	Light Green
Boeing 737 800	Grey
Boeing 737 - 900	Dark Green
Airbus A320 - 200	Magenta
Airbus A320 - 200 Neo	Olive Green
Boeing 737 - 8 Max	Purple
ATR 72 - 500	Red
Atr 72 - 600	Brown

perlu diketahui untuk jangka panjang metode ini tidak direkomendasikan. Metode *time series* kemudian terbagi menjadi 4 (empat) metode regresi yaitu regresi linear, polinomial, eksponensial dan power. Regresi dilakukan dengan mengumpulkan data masing-masing variabel dengan rentang waktu sebesar mungkin untuk meningkatkan akurasi peramalan.

Setelah memperoleh data yang dibutuhkan selanjutnya dapat dilakukan keempat regresi tersebut dan kemudian dipilih berdasarkan nilai R^2 terbesar, *Mean Absolute Deviation* (MAD) terkecil dan *Mean Square Error* (MSE) terkecil. MAD dan MSE merupakan indikator yang bertujuan untuk menguji tingkat keakuratan metode peramalan. Adapun rumus dari MAD dan MSE adalah sebagai berikut.

$$MAD = \frac{\sum |x - \mu|}{n} \tag{1}$$

$$MSE = \frac{\sum (x - x')^2}{n} \tag{2}$$

Keterangan:

x = Nilai asli atau nilai berdasarkan data asli

x' = Nilai hasil peramalan

n = Jumlah data waktu

μ = Nilai rata-rata

F. *Identifikasi Waktu dan Jarak Tempuh Tiap Kabupaten Menuju Bandar Udara*

Waktu dan jarak tempuh menuju bandar udara terdekat di tiap kabupaten/kota di Indonesia diperlukan untuk mengetahui daerah tangkapan tiap bandar udara. Untuk memperoleh waktu dan jarak tempuh digunakan aplikasi *Google Earth* dengan cara memilih kecamatan dengan penduduk terpadat dalam tiap kabupaten untuk kemudian dijadikan titik asal menuju bandar udara terdekat.

G. *Perhitungan Nilai Waktu Penumpang Tiap Kabupaten*

Nilai waktu penumpang akan digunakan dalam penentuan

Tabel 4.
Data Perhitungan Biaya Operasional Kendaraan (BOK)

Komponen	Harga (Rupiah)	Keterangan
Bahan Bakar	7.850	Harga Peralite yang berlaku di Kalimantan Barat
Minyak Pelumas	117.500	Merk Toyota Motor Oil (TMO) 10 W - 40 API SN (1 Liter)
Ban	570.000	Merk Bridgestone New Techno (185/70 r14)
UMP Tahun 2023	2.863.482	Per Bulan
Jenis Kendaraan	17.897	Per Jam
Harga Kendaraan		Grand Avanza 1.3 E STD A/T
		215.600.000

daerah tangkapan bandar udara, hal ini dikarenakan pengguna jasa transportasi udara cenderung memilih bandar udara yang lebih dekat sehingga meminimalkan nilai waktu yang dikeluarkan oleh pengguna jasa transportasi udara [5]. Upah yang digunakan dalam perhitungan ini adalah upah tiap provinsi pada tahun 2021 yang kemudian dikonversi kedalam standar jam kerja yang berlaku di Indonesia. Standar jam kerja di Indonesia yang mengacu kepada Keputusan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi RI No. Kep. 102/Men/VI/2004 mengenai Waktu Kerja Lembur dan Upah Kerja Lembur di Indonesia menetapkan jumlah jam kerja dalam 1 (satu) bulan selama 160 jam. Berikut merupakan contoh perhitungan *Mean Average Wage* (MAW) untuk kabupaten Kayong Utara yang terletak di provinsi Kalimantan Barat dengan pendapatan perkapita tiap bulan sebesar Rp 5.080.467,89.

$$MAW = \frac{Rp\ 5.080.467,89}{160}$$

$$= Rp\ 31.752,92\ Rp/Jam/orang$$

Setelah MAW diperoleh dapat dilakukan perhitungan *Value of Time* (VOT) penumpang dengan menggunakan kecepatan rata – rata dan jarak yang diperoleh dengan menggunakan aplikasi *Google Earth*. Berikut ini merupakan contoh perhitungan VOT kabupaten Kayong Utara yang memiliki 2 (dua) potensi bandar udara tujuan yaitu bandar udara Supadio dan bandar udara Rahadi Oesman.

1) *Rute bandar udara Supadio*

$$VOT = \frac{MAW}{S} \times \text{Jarak}$$

$$= \frac{Rp\ 31.752,92}{45,13} \times \text{Jarak}$$

$$= Rp\ 494\ /Km/jam \times 346$$

$$= Rp\ 171.255,19$$

2) *Rute bandar udara Rahadi Oesman*

$$VOT = \frac{MAW}{S} \times \text{Jarak}$$

$$= \frac{Rp\ 31.752,92}{41,52} \times \text{Jarak}$$

$$= Rp\ 494\ /Km/jam \times 96,9$$

$$= Rp\ 52.121,15$$

Dari hasil perhitungan VOT diatas dapat diperoleh bahwa pengguna jasa transportasi udara di kabupaten Kayong Utara cenderung akan memilih bandar udara Rahadi Oesman

karena memiliki nilai VOT yang lebih kecil.

H. *Perhitungan Biaya Operasional Kendaraan (BOK)*

Biaya Operasional Kendaraan (BOK) digunakan untuk mengetahui daerah tangkapan bandar udara, hal ini dikarenakan penumpang akan cenderung memilih bandar udara yang membutuhkan biaya terendah [6]. Perhitungan BOK akan menggunakan metode *Pacific Consultant International* (PCI) dengan data yang diperlukan seperti pada Tabel 4 [7].

Setelah seluruh data terkumpul dilakukan perhitungan BOK untuk kabupaten Kayong Utara sebagai berikut.

1) *Konsumsi Bahan Bakar Minyak*

$$Y_1 = 0,05693 S^2 - 6,42593 S + 269,18567$$

$$= 0,05693\ 41,522 - 6,42593\ 41,52 + 269,18567$$

$$= 100,508\ Liter/1000\ km$$

Total biaya:

Biaya bahan bakar

$$= \frac{\text{Biaya Bahan Bakar} \times \text{Jarak} \times Y_1}{1000}$$

$$= \frac{Rp\ 7.850 \times 96,9 \times 100,508}{1000}$$

$$= Rp\ 76.453,47$$

2) *Konsumsi Minyak Pelumas atau Oli*

$$Y_3 = 0,00037 S^2 - 0,0407 S + 2,20405$$

$$= 0,00037\ 41,522 - 0,0407\ 41,52 + 2,20405$$

$$= 1,15\ Liter/1000\ Km$$

Total biaya:

Biaya Minyak Pelumas

$$= \frac{\text{Biaya Minyak Pelumas} \times \text{Jarak} \times Y_3}{1000}$$

$$= \frac{Rp\ 117.500 \times 96,9 \times 1,15}{1000}$$

$$= Rp\ 13.115,78$$

3) *Konsumsi Ban*

$$Y_5 = 0,0008848 S - 0,0045333$$

$$= 0,0008848\ 41,52 - 0,0045333$$

$$= 0,0322$$

Total biaya:

Biaya Ban Kendaraan

$$= \frac{\text{Biaya Ban Kendaraan} \times \text{Jarak} \times Y_5}{1000} \times 4$$

$$= \frac{\text{Rp } 570.000 \times 96,9 \times 0,032}{1000} \times 4$$

$$= \text{Rp } 7.116,48$$

4) *Biaya Pemeliharaan & Perbaikan*

$$Y_6 = 0,0000064 S + 0,0005567$$

$$= 0,0000064 \times 41,52 + 0,0005567$$

$$= 0,000822$$

Total biaya:

Biaya Suku Cadang

$$= \frac{\text{Biaya Kendaraan} \times Y_6}{1000}$$

$$= \frac{\text{Rp } 215.600.000 \times 0,000822}{1000}$$

$$= \text{Rp } 177,33$$

5) *Biaya Mekanik*

$$Y_7 = 0,00362 S + 0,36267$$

$$= 0,00362 \times 41,52 + 0,36267$$

$$= 0,513$$

Total biaya:

Biaya Mekanik

$$= \frac{\text{Biaya Upah Tiap Jam} \times Y_7 \times \text{jarak}}{1000}$$

$$= \frac{\text{Rp } 17.896,76 \times 0,513 \times 96,9}{1000}$$

$$= \text{Rp } 889,648$$

6) *Biaya Penyusutan atau Depresiasi*

$$Y_8 = \frac{1}{(2,5 S + 100)}$$

$$= \frac{1}{(2,5 \times 41,52 + 100)}$$

$$= 0,0049$$

Total biaya:

Biaya Penyusutan

$$= \frac{\text{Biaya Kendaraan Jam} \times Y_8 \times \text{jarak}}{1000 \times 2}$$

$$= \frac{\text{Rp } 215.600.000 \times 0,0049 \times 96,9}{1000 \times 2}$$

$$= \text{Rp } 51.249,86$$

7) *Biaya Bunga Bank*

$$Y_9 = \frac{150}{(500 S)}$$

Tabel 5.
Rekapitulasi Biaya Operasional Kendaraan (BOK)

No	Komponen BOK	Harga	
		Rahadi Oesman (Rupiah)	Supadio (Rupiah)
1	Biaya Bahan Bakar Minyak	76.453	258.391
2	Minyak Pelumas atau Oli	13.116	45.568
3	Konsumsi Ban	7.116	27.925
4	Biaya Pemeliharaan	177	182
5	Biaya Mekanik	890	3.257
6	Biaya Penyusutan atau Depresiasi	51.250	175.255
7	Biaya Asuransi	38.233	125.623
8	Bunga Bank	75.460	247.940
	Total	262.696	884.141



Gambar 6. Peta Daerah Tangkapan Bandar Udara di Pulau Kalimantan.

$$= \frac{150}{(500 \times 41,52)}$$

$$= 0,0072$$

Total biaya:

Biaya Bunga Bank

$$= \frac{\text{Biaya Kendaraan Jam} \times Y_9 \times \text{jarak}}{1000 \times 2}$$

$$= \frac{\text{Rp } 215.600.000 \times 0,0072 \times 96,9}{1000 \times 2}$$

$$= \text{Rp } 75.460$$

8) *Biaya Asuransi*

$$Y_{10} = \frac{38}{(500 S)}$$

$$= \frac{38}{(500 \times 41,52)}$$

$$= 0,0018$$

Total biaya:

Biaya Asuransi

$$= \frac{\text{Biaya Kendaraan Jam} \times Y_{10} \times \text{jarak}}{1000}$$

Tabel 6.

Rekapitulasi Biaya Operasional Kendaraan (BOK)

Kelompok Jarak (Km)	Tipe Pesawat		
	Jet	Proppeler > 30 Tempat Duduk	Proppeler < 30 Tempat Duduk
376 – 450	2421	3230	6366
451 – 600	2300	2970	6227
601 – 750	2167	2900	
751 – 900	1877		
901 – 1050	1719		
1051 – 1400	1659		

$$= \frac{\text{Rp } 215.600.000 \times 0,0018 \times 96,9}{1000}$$

$$= \text{Rp } 38.233,06$$

Hasil perhitungan kemudian di jumlahkan dan dibandingkan dengan BOK rute menuju bandar udara lainnya seperti pada Tabel 5.

Dari hasil perhitungan BOK diperoleh bahwa BOK menuju bandar udara Rahadi Oesman lebih kecil dibandingkan menuju bandar udara Supadio sehingga kabupaten Kayong Utara masuk kedalam daerah tangkapan bandar udara Rahadi Oesman. Setelah daerah tangkapan bandar udara diperoleh selanjutnya dapat dibuat dalam bentuk peta daerah tangkapan seperti pada Gambar 6 untuk mempermudah perhitungan total populasi dan PDRB yang dilayani tiap bandar udara di Indonesia.

I. Perhitungan Biaya Jasa Rute Penerbangan

Untuk menghitung biaya jasa rute penerbangan digunakan Peraturan Menteri No.126 Tahun 2015 tentang Mekanisme Formulasi Perhitungan dan Penetapan Tarif Penerbangan Niaga Berjadwal Dalam Negeri [8]. Adapun dalam PM 126 Tahun 2015 telah ditetapkan tariff pokok untuk tiap jarak dan jenis pesawat yang digunakan seperti pada Tabel 6.

Adapun beberapa ketentuan dalam perhitungan biaya jasa penerbangan seperti jumlah kursi terfaktor dan penerapan tarif maksimum untuk tiap jenis layanan penerbangan yang diatur dalam PM 126 Tahun 2015. Berikut contoh perhitungan biaya jasa penerbangan untuk rute Singkawang menuju Soekarno – Hatta dengan menggunakan pesawat Airbus A320 – 200.

Data yang diperlukan :

Kapasitas Penumpang : 180 Penumpang

Jarak Rute : 812,4 Km (Jarak *Great Circle*)

Tarif Dasar : Rp 1.877/Km/Orang (Pesawat Jet)

Mengacu pada pasal 14 ayat e PM 126 Tahun 2015, maka sebelumnya perlu diperoleh jumlah seat terfaktor yang dimana untuk pesawat jet nilai *load factor* adalah sebesar 65% dan mengacu pada pasal 5 ayat 2c mengenai kelompok pelayanan untuk standar pelayanan minimum maka penerapan tarif maksimum adalah sebesar 85%.

$$1. \text{ Jumlah seat terfaktor} = 65\% \times 180 = 117 \text{ seat}$$

$$2. \text{ Biaya Penerbangan}$$

$$= \frac{85\% \times \text{Tarif Dasar} \times \text{Jarak} \times \text{Jumlah seat terfaktor}}{\text{Jumlah seat terfaktor}}$$

$$= \frac{85\% \times \text{Rp } 1.877 \times 812,4 \times 117}{117}$$

$$= \text{Rp } 1.296.149/\text{seat}$$

J. Perhitungan Waktu Penerbangan Tiap Rute

Waktu atau durasi penerbangan dihitung berdasarkan jarak dan kecepatan rata – rata tiap jenis pesawat pada kondisi eksisting. Untuk mengetahui kecepatan rata – rata pesawat digunakan aplikasi *FlightRadar24* dengan melihat penerbangan eksisting yang dapat diperoleh kecepatan rata – rata dari penerbangan tersebut. Data tersebut kemudian dikumpulkan untuk kemudian dirata – rata kan sehingga dapat diolah menjadi kecepatan rata – rata suatu jenis pesawat. Setelah kecepatan rata – rata pesawat diperoleh kemudian dengan data jarak rute penerbangan dapat diperoleh durasi rute penerbangan tersebut.

K. Analisis Rute Penerbangan Potensial Berdasarkan Daerah Tangkapan, Biaya Jasa dan Waktu Penerbangan

Permintaan akan suatu jasa penerbangan dari titik yang satu menuju titik yang lain dipengaruhi oleh faktor seperti populasi, PDRB, biaya penerbangan dan durasi penerbangan. Semakin besar biaya dan durasi penerbangan akan menyebabkan suatu rute penerbangan semakin tidak diminati. Kemudian semakin besar PDRB dan populasi antar 2 (dua) bandar udara maka potensi pengguna jasa transportasi udara akan semakin meningkat untuk melayani rute yang menghubungkan kedua titik tersebut [9]. Dari hasil perhitungan biaya dan waktu penerbangan yang telah dilakukan sebelumnya serta peramalan PDRB dan populasi tiap kabupaten di Indonesia dapat dilakukan pemilihan rute penerbangan paling potensial untuk bandar udara Singkawang berdasarkan peringkat keempat variabel tersebut. Dari hasil analisis biaya, waktu, populasi dan PDRB tiap rute berikut merupakan 10 (sepuluh) bandar udara yang memiliki potensi tertinggi untuk membuka rute penerbangan menuju bandar udara Singkawang.

1. Soekarno – Hatta
2. Husein Sastranegara
3. Ahmad Yani
4. Radin Inten II
5. Sultan Mahmud Badaruddin II
6. Adisoemarno
7. Kertajati
8. Djuanda
9. Kualanam
10. Adisucipto

Untuk bandar udara pengumpul yang melayani bandar udara Singkawang ditentukan dengan observasi bandar udara pengumpul terdekat dengan bandar udara Singkawang. Dari hasil observasi ditemukan bahwa bandar udara Supadio merupakan bandar udara yang memiliki jarak terdekat yaitu sebesar 116,88 Km. Bandar udara Supadio sendiri juga menjadi *Hub* untuk bandar udara Putussibau Pangsuma yang berjarak 408 Km. Dari hasil pemeringkatan bandar udara

potensial sendiri rute Supadio – Singkawang berada pada peringkat 12 sehingga potensi untuk dibukanya rute menuju bandar udara Supadio termasuk cukup tinggi.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan diperoleh kesimpulan seluruh bandar udara di Indonesia dapat dijangkau dari bandar udara Singkawang dengan menggunakan pesawat yang direncanakan beroperasi di bandar udara ini. Namun, terdapat batasan dari bandar udara yang dapat dijangkau oleh tiap jenis pesawat. Jenis pesawat yang dapat mencakup seluruh bandar udara adalah Boeing 737 – 8 Max dan untuk pesawat dengan cakupan terendah adalah ATR 72 – 600.

Daerah tangkapan dari tiap bandar udara di Indonesia dalam Penelitian ini terbagi menjadi tiap kabupaten/kota di seluruh Indonesia. Bandar udara yang memiliki daerah tangkapan terbesar dari segi PDRB dan populasi adalah bandar udara Soekarno – Hatta dengan jumlah populasi yang dilayani mencapai 16.673.416 jiwa dan tingkat PDRB sebesar Rp 1.389.941.382.694.730,00 per tahun.

Rute penerbangan potensial dari bandar udara Singkawang pada umumnya adalah dengan bandar udara yang memiliki hierarki pengumpul. Hal ini dikarenakan bandar udara pengumpul memiliki jumlah lalu lintas penerbangan dan daya tarik yang lebih besar sehingga memiliki potensi dibukanya rute penerbangan menuju bandar udara Singkawang. Bandar udara yang memiliki potensi tertinggi untuk membuka rute menuju bandar udara Singkawang adalah bandar udara Soekarno – Hatta.

Untuk besarnya biaya dan durasi tiap rute penerbangan berbanding lurus dengan besarnya jarak sehingga semakin kecil jarak antar dua bandar udara akan semakin rendah biaya dan durasi penerbangan. Bandar udara terdekat dengan bandar udara Singkawang sendiri adalah bandar udara Supadio sehingga memiliki biaya dan durasi penerbangan paling rendah. Adapun semakin besar biaya dan durasi penerbangan maka ketertarikan pengguna jasa transportasi udara akan menurun sehingga untuk penerbangan jarak jauh tidak direkomendasikan menggunakan pesawat turboprop karena membutuhkan biaya dan durasi yang tinggi.

B. Saran

Pada penelitian ini analisis rute penerbangan potensial hanya sebatas analisis melalui rute eksisting yang sudah ada di penerbangan domestik di Indonesia. Kedepannya, penulis mengharapkan untuk penelitian ini dapat dikembangkan dengan menggunakan metode analisis gravitasi untuk memperoleh rute penerbangan potensial yang lebih akurat. Untuk analisis rute penerbangan potensial menuju bandar udara pengumpul dapat dilakukan dengan menggunakan model gravitasi. Dalam penelitian selanjutnya, daerah tangkapan (*Catchment Area*) dapat dibuat secara lebih detail dengan memperhatikan faktor tujuan dari pengguna jasa transportasi udara seperti pariwisata, pekerjaan dan kunjungan kerabat atau keluarga. Untuk waktu penerbangan pada penelitian selanjutnya agar dapat menggunakan metode yang lebih akurat beserta rincian waktu tiap tahapan penerbangan berdasarkan kemampuan performa tiap jenis pesawat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] U. D. Novita, "Analisis penentuan sektor unggulan perekonomian kota singkawang dengan pendekatan sektor pembentuk produk domestik regional bruto (PDRB)," *J. Ekon. Drh.*, vol. 1 no.1, no. 15, hal. 1–9, 2010.
- [2] ICAO, *International Civil Aviation Organization Manual on Air Traffic Forecasting*. Montreal: International Civil Aviation Organization, 2006.
- [3] N. E. Daidzic, "Long and short-range air navigation on spherical aarth," *Int. J. Aviat. Aeronaut. Aersp.*, vol. 4, no. 1, 2017, doi: 10.15394.
- [4] Kementerian Perhubungan Republik, *Peraturan menteri perhubungan nomor 69 tahun 2013*. Jakarta: Kementerian Perhubungan Republik, 2013.
- [5] R. Lieshout, "Measuring the size of an airport's catchment area," *J. Transp. Geogr.*, vol. 25, hal. 27–34, 2012, doi: 10.1016.
- [6] D. Paliska, S. Drobne, G. Borruso, M. Gardina, dan D. Fabjan, "Passengers' airport choice and airports' catchment area analysis in cross-border upper adriatic multi-airport region," *J. Air Transp. Manag.*, vol. 57, hal. 143–154, 2016, doi: 10.1016.
- [7] W. K. Eko Subandriyo, Ridho Roni Marpaung, Ismiyati, "Analisis perbandingan biaya operasional kendaraan (BOK) jalan lingkaran ambarawa dan jalan eksisting," *J. Karya Tek. Sipil*, vol. 3 no.2, hal. 356–366, 2014.
- [8] Menteri Perhubungan Republik Indonesia, *Peraturan Menteri nomor 126 tahun 2015*. Jakarta: Menteri Perhubungan Republik Indonesia, 2015.
- [9] V. Pai, "On the factors that affect airline flight frequency and aircraft size," *50th Annu. Transp. Res. Forum 2009*, vol. 2, hal. 578–614, 2007.