

Evaluasi Keselamatan Operasional Penerbangan dan Potensi Penambahan Rute di Bandara Sam Ratulangi Manado

Halim Prasetyo Hutomo dan Ervina Ahyudanari

Departemen Teknik Sipil, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Corresponding Author: ervina@ce.its.ac.id

ARTIKEL INFO

Informasi Artikel

Artikel masuk :

Artikel revisi :

Artikel diterima :

Kata Kunci

Bandara Sam Ratulangi,
Boeing 737 – 900,
Keselamatan Operasional
Penerbangan,
Potensi Rute Tambahan.

ABSTRAK

Bandara sam Ratulangi berlokasi di Kota Manado Provinsi Sulawesi Utara. Evaluasi yang dilakukan terhadap ini adalah evaluasi panjang dan lebar runway, evaluasi kawasan keselamatan operasi penerbangan terhadap topografi, dan evaluasi pola pergerakan pesawat terhadap topografi. Selain itu dilakukan juga evaluasi kapasitas dan berat masing-masing pesawat terbang yang beroperasi berkaitan dengan penentuan jarak tempuh optimum pesawat yang digunakan untuk penentuan potensi rute tambahan. Terdapat 4 kesimpulan dalam Studi ini. Pertama, Untuk pesawat kritis Boeing 737 – 900, runway yang tersedia di Bandara Sam Ratulangi Manadomasih memenuhi dimana TORA pesawat Boeing 737 – 900 adalah 2580 m dan lebar runway dibutuhkan sesuai kriteria pesawat adalah 45 m. Sedangkan panjang runway yang tersedia adalah 2650 m dengan lebar 45m. Kedua, untuk evaluasi KKOP terhadap topografi, pada potongan memanjang topografi bandara masih memenuhi batasan KKOP. Sedangkan pada potongan melintangnya, terdapat topografi dimana ketinggiannya melebihi batas KKOP. Ketiga, pola pergerakan pesawat Boeing 737 – 900 tidak mengalami gangguan saat melakukan lift off. Sehingga untuk pola pergerakan pesawat selanjutnya tidak terjadi gangguan keselamatan operasi penerbangan akibat topografi. Sampai saat ini, Pesawat Boeing 737 – 900 beroperasi dengan jarak tempuh paling jauh 1790 nautical miles yaitu dari Bandara Sam Ratulangi Manado menuju Bandara Shanghai Pudong Tiongkok dengan konsumsi bahan bakar sebesar 18475.60 liter. Dari hasil jarak tempuh optimum yang bisa ditempuh pesawat diperoleh untuk jarak tempuh optimum pesawat Boeing 737 – 900 adalah 3544 km atau 1920 nautical miles dengan konsumsi bahan bakar sebesar 18720 liter.

PENDAHULUAN

Bandara Sam Ratulangi Manado digunakan oleh 8 maskapai penerbangan yaitu Garuda Indonesia, Lion Air, Sriwijaya Air, Wings Air, Citilink, Batik Air, Nam Air dan Silk Air. Dari 8 maskapai tersebut, terdapat 7 jenis pesawat yang beroperasi, yaitu Airbus A 320, Boeing 737 – 900, Boeing 737 – 800, Boeing 737 – 500, Bombardier CRJ – 1000 ER, ATR 42, dan ATR 75 (Angkasa Pura I). Bandara Sam Ratulangi mampu melayani 20 destinasi, dengan destinasi terjauh adalah Bandara Sam Ratulangi Manado – Bandara Internasional Shanghai Pudong yaitu 1790 nautical miles (3.330 km). sampai saat ini, Pesawat terbesar yang beroperasi di Bandara Sam Ratulangi adalah Boeing 737 – 900. Panjang runway Sam Ratulangi adalah 2650 m dengan lebar 45 m. Untuk dapat beroperasinya pesawat yang lebih besar dan jarak tempuh yang lebih jauh, dibutuhkan penambahan panjang runway sebagai salah satu faktor pendukungnya.

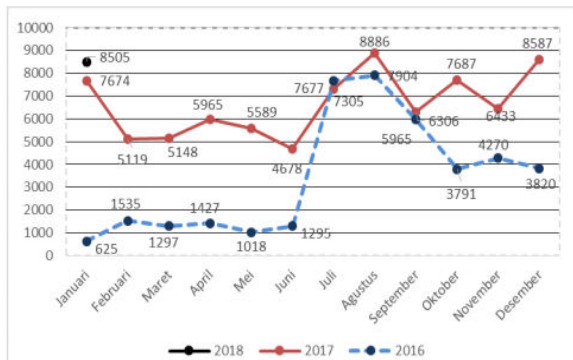
Bandara Sam Ratulangi terletak 15 km di sebelah utara dari Kota Manado dengan ketinggian (elevasi) 265 ft dpl (83 m dpl). Secara geografis, Bandara Sam Ratulangi dikelilingi pegunungan, di daerah tenggara terdapat Gunung Klabat dengan ketinggian 6.549 ft, di daerah barat daya terdapat Gunung Soputan dengan ketinggian 4.600 ft, dan di daerah barat terdapat Gunung Manado Tua dengan ketinggian 2.628 ft.

Pada tahun 2016 jumlah penumpang di bandara Sam Ratulangi sudah mencapai 2.488.662 penumpang domestik dan 96.204 penumpang internasional (Angkasa Pura I, 2017). Sebanyak 422 pesawat rute internasional mendarat di Bandara Sam Ratulangi Manado sepanjang Januari hingga awal Oktober 2017. Lion Air mendominasi dengan 241 penerbangan, Silk Air 152 penerbangan dan Citylink 6 penerbangan [1]. Pada Juli 2016, jumlah wisatawan asing naik 312,82 persen dari 1.427 menjadi 5.148 orang Hal ini dikarenakan sejak Juli 2016 terdapat penerbangan langsung Manado – Tiongkok. Secara

Tabel 1. Karakteristik Pesawat Boeing 737 - 900

Karakteristik Pesawat	
Modul Pesawat	Boeing 737-900
Panjang (m)	42.1 m
Lebar Sayap (m)	34.3 m
OMGWS (Outer Main Gear Wheel Span) (m)	9.0 m
MTOW (Maximum Take-Off Weight) (kg)	79015 kg
ARFL (Aerodrome Reference Field Length) (m)	2256 m
Operation Empty Weight (kg)	42490 kg
Kapasitas Penumpang	177
Kapasitas Bahan Bakar	26030 liter
ARC (Aerodrome Reference Code)	4C

Sumber :Annex 14, ICAO



Gambar 1. Jumlah Pengunjung wisatawan mancanegara di provinsi Sulawesi Utara bulan Desember dan Januari dalam dua tahun terakhir (Orang).
Sumber : BPS Kota Manado, 2018.

keseluruhan di tahun 2016, tercatat 61.87 turis ke Sulawesi Utara dengan didominasi turis asal Tiongkok China.

Sampai saat ini wisatawan dari Tiongkok, China masih mendominasi dikarenakan adanya rute penerbangan langsung Manado – Tiongkok. Untuk meningkatkan wisatawan dari berbagai penjuru dunia, cara seperti penambahan rute penerbangan langsung memang diperlukan. Oleh karena itu perlu diadakannya analisis tentang potensi penambahan rute yang dapat beroperasi di Bandara Sam Ratulangi Manado (Gambar 1) .

Rumusan permasalahan yang akan dibahas dalam Studi ini, antara lain sebagai berikut.

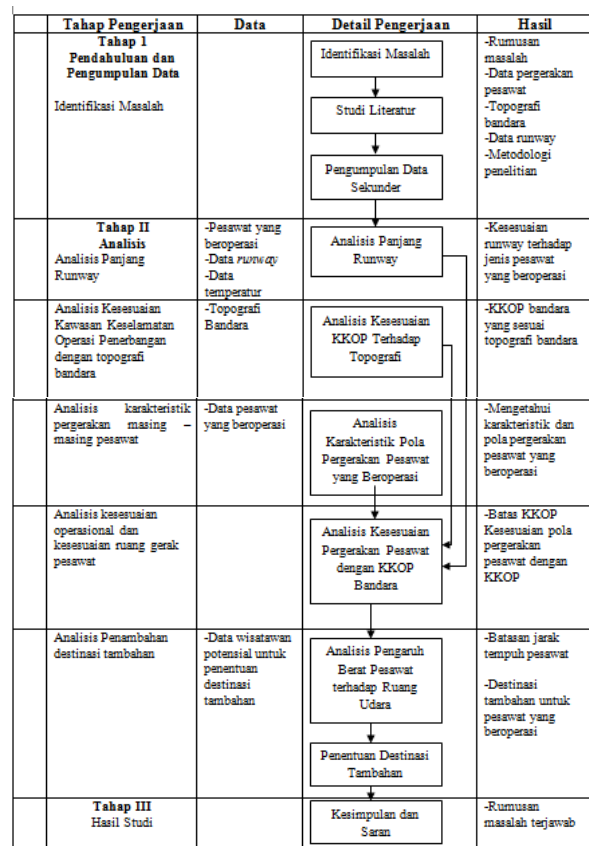
1. Bagaimana kesesuaian panjang dan lebar runway dengan jenis pesawat yang beroperasi?
2. Bagaimana kesesuaian Kawasan Keselamatan Operasi Penerbangan (KKOP) dengan topografi wilayah sekitar bandara Sam Ratulangi?
3. Bagaimana kesesuaian pola pergerakan masing-masing pesawat yang beroperasi dengan topografi di Bandara Sam Ratulangi?
4. Bagaimana potensi rute pelayanan penerbangan langsung yang bisa dibuka di bandara Sam Ratulangi?

METODOLOGI

Metodologi yang digunakan dalam penyusunan Studi ini dapat dilihat pada Gambar 2.

A. Variabel Penelitian

Sebelum melakukan proses identifikasi tema wisata budaya dan sejarah di Kota Surabaya, terlebih dahulu menentukan variabel yang berasal dari kajian pustaka. Variabel yang didapatkan untuk mengidentifikasi tema



Gambar 2. Diagram Alir Metodologi Penyusunan Studi.

wisata budaya dan sejarah di Surabaya yaitu dari daya tarik budaya, sejarah, dan keberagaman atraksi setiap DTW yang ada.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisis Panjang dan Lebar Runway

Dalam analisis ini, panjang dan lebar runway harus diketahui untuk menentukan kawasan keselamatan operasional penerbangan. Dari data data pergerakan pesawat di Bandara Sam Ratulangi, diketahui bahwa pesawat kritis yang beroperasi pada runway Bandara Sam Ratulangi adalah Boeing 737 – 900 (Tabel 1). Data karakteristik runway Bandara Sam Ratulangi Manado dapat dilihat pada Tabel 2.

Panjang runway aktual yang dibutuhkan pesawat yang beroperasi di Bandara Sam Ratulangi didapatkan dengan melakukan beberapa koreksi, diantaranya:

1. Koreksi faktor elevasi,
2. Koreksi terhadap temperatur,
3. Koreksi terhadap slope runway.

Untuk menghitung faktor koreksi, terlebih dahulu harus mencari nilai ARFL. ARFL adalah panjang landasan minimum bagi pesawat untuk take off pada keadaan standar, yaitu pada kondisi MTOW, ketinggian nol, kondisi atmosfer standar, keadaan tanpa angin, dan kemiringan runway nol. Adapun ARFL pesawat B 737-900 adalah 2256 m. Perhitungan koreksi terhadap runway berdasarkan ARFL dan data karakteristik runway adalah sebagai berikut:

$$KE = \left(ARFL \times 7\% \times \frac{\text{elevasi runway}}{300} \right) + ARFL$$

Tabel 2. Karakteristik Landas Pacu Pesawat

Karakteristik Runway	
Arah Runway	18 / 36
Panjang Runway (m)	2650 m
Lebar Runway	45 m
Elevasi runway	18 = 274 ft dpl 36 = 270 ft dpl
Suhu rata-rata °C	26.7
Slope runway %	0.15

Tabel 3. Lebar Runway Berdasarkan Code Number

Code Number	Code Letter					
	A	B	C	D	E	F
1a	18 m	18 m	23 m	-	-	-
2	23 m	23 m	30 m	-	-	-
3	30 m	30 m	30 m	45 m	-	-
4	-	-	45 m	45 m	45 m	60 m

Sumber: SKEP 77-VI-2005

Tabel 4. Sistem Navigasi Bandara Sam Ratulangi

BANDARA - SAM RATULANGI		
NDB	NAUTEL	1988
DVOR	AWA	1992
DME	AWA	1992
ILS - LOC	WILCOX MK-20 A	2002
ILS - GP	WILCOX MK-20 A	2002
ILS - O M		

Sumber : AirNav Indonesia

$$KE = \left(2256 \times 7\% \times \frac{80.5}{300} \right) + 2256$$

$$KE = 2298.38 \text{ m}$$

2. Koreksi terhadap Elevasi Temperature (KET)
 $KET = [KE \times (\text{temperatur} - (15 - 0,0065h))] \times 1\% + KE$

$$KET = [2298.3 \times (26.7 - (15 - 0,0065 \times 80.5))] \times 1\% + 2298.38$$

$$KET = 2579.32 \text{ m}$$

3. Koreksi terhadap Elevasi, Temperatur dan Slope

$$KETS = [KET \times \text{slope} \times 10\%] + KET$$

$$KETS = [2579.32 \times 0.15\% \times 10\%] + 2579.32$$

$$KETS = 2580 \text{ m}$$

Sehingga didapatkan panjang runway aktual atau TORA (Take-off Run Available) untuk pesawat Boeing 737 - 900 adalah 2580 m. Sedangkan panjang runway yang tersedia saat ini adalah 2650 m. Sehingga untuk pesawat dengan ARFL 2256 dapat menggunakan runway Bandara Sam Ratulangi Manado.

Pesawat paling besar yang beroperasi di Bandara Sam Ratulangi Manado adalah pesawat Boeing 737-900 dengan karakteristik yang tertera pada tabel 4.4. nilai ARC pesawat Boeing 737 - 900 adalah 4C. Dari Tabel 3 dapat diketahui lebar runway adalah 45 m [2].

Sehingga untuk golongan 4C, landasan dengan lebar 45m masih sesuai kriteria.

B. Analisis Kawasan Keselamatan Operasi Penerbangan (KKOP) dengan Topografi

Analisis ini bertujuan untuk mengetahui kesesuaian kawasan keselamatan operasi penerbangan (KKOP) terhadap topografi sekitar Bandara Sam Ratulangi Manado. Hasil dari analisis ini diharapkan dapat diketahui apakah topografi sekitar Bandara Sam Ratulangi Manado tidak mengganggu kawasan keselamatan operasi penerbangan (KKOP) Bandara Sam

Tabel 5. Dimensi KKOP Berdasarkan Klasifikasi Runway.

OLS & Dimensions (in meters and percentages)	Runway Classification									
	Non - Instrument				Instrument					
	Code No.				Non-Precision		Precision		I Code No	
	1*	2	3	4	1,5	3	4	1,2	3,4	3,4
OUTER HORIZONTAL										
Height (m)									150	150
Radius (m)									15000	15000
CONICAL										
Slope	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
Height (m)	35	55	75	100	60	75	100	60	100	100
INNER HORIZONTAL										
Height (m)	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
Radius (m)	2000	2500	4000	4000	3500	4000	4000	3500	4000	4000
APPROACH										
Length of inner edge (m)	60	80	159*	150	90	150	300*	150	300	300
Distance from threshold (m)	30	60	60	60	60	60	60	60	60	60
Divergence each side	10%	10%	10%	10%	15%	15%	15%	15%	15%	15%
First section length (m)	1600	2500	3000	3000	2500	3000	3000	3000	3000	3000
Slope	5%	4%	3,33%	2,5%	3,33%	3,33%	2%	2,5%	2%	2%
Second section length (m)	-	-	-	-	-	3600*	3600	1200	3600	3600
Slope	-	-	-	-	-	2,5%	2,5%	3%	2,5%	2,5%
Horizontal section length (m)	-	-	-	-	-	8400*	8400	-	8400	8400
Total length (m)	1600	2500	3000	3000	2500	15000*	15000	1500	15000	15000
INNER APPROACH										
Width (m)								90	120	120
Distance from threshold (m)								60	60	60
Length (m)								900	900	900
Slope								2,5%	2%	2%
TRANSITIONAL										
Slope	20%	20%	14,3%	14,3%	20%	14,3%	14,3%	14,3%	14,3%	14,3%
INNER TRANSITIONAL										
Slope								40%	33,3%	33,3%
BAUL KED LANDING										
Length of inner edge (m)								90	120	120
Distance from threshold (m)								*	1800	1800
Divergence each side								10%	10%	10%
Slope								4%	3,3%	3,3%

Sumber : SKEP 77-VI-2005

Ratulangi Manado sehingga keselamatan operasional penerbangan masih dapat terpenuhi.

Penentuan KKOP Bandara Sam Ratulangi berdasar pada Peraturan Direktur Jenderal Perhubungan Udara Nomor SKEP/76/IV/2005. Berdasarkan Air Nav Indonesia, Bandara Sam Ratulangi sudah menggunakan sistem navigasi ILS kategori I, sehingga digunakan desain Precision Approach Runway. (Tabel 4)

Berdasarkan Peraturan Direktur Jenderal Perhubungan Udara Nomor SKEP/ 77 / VI /2005, Tabel 5 merupakan batas KKOP berdasarkan klasifikasi runway [3].

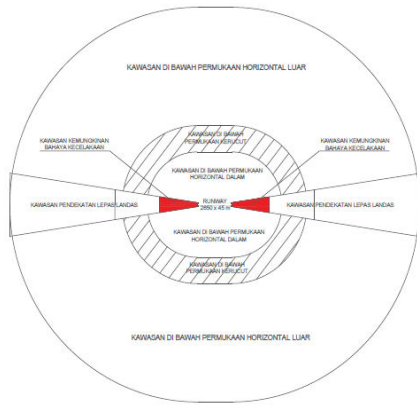
Untuk desain Bandara Sam Ratulangi, digunakan Precision Approach Runways dengan pesawat kritis kategori 4C, spesifikasi KKOP disesuaikan dengan ketentuan pada Tabel 3. Kawasan keselamatan operasi penerbangan terdiri dari kawasan berikut:

1. Kawasan Pendekatan Lepas Landas (Approach)
2. Kawasan Kemungkinan Bahaya Kecelakaan
3. Kawasan di bawah permukaan horizontal dalam
4. Kawasan di bawah permukaan horizontal luar
5. Kawasan di bawah permukaan kerucut

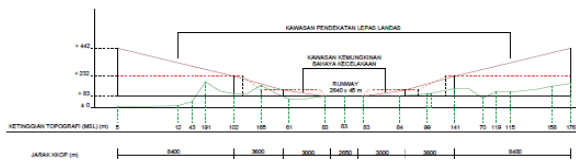
Kawasan keselamatan operasi penerbangan tersebut dibatasi oleh batas-batas sesuai pada kriteria tabel 5 dan dapat digambarkan secara keseluruhan pada Gambar 3.

Batas ketinggian KKOP dan elevasi topografi pada potongan memanjang dan melintang KKOP dapat digambarkan sehingga dapat diketahui dengan jelas kenampakan KKOP terhadap topografi Bandara Sam Ratulangi Manado. Pada Gambar 3 dan Gambar 4 merupakan potongan memanjang dan melintang yang tergambar dari hasil evaluasi KKOP dan topografi. Pada Gambar 3 menunjukkan bahwa elevasi topografi tidak melebihi batas ketinggian KKOP Bandara Sam Ratulangi. Pada Gambar 4 menunjukkan bahwa elevasi topografi melebihi batas KKOP Bandara Sam Ratulangi.

Selain topografi yang melebihi batasan ketinggian pada potongan melintang KKOP, juga terdapat bangunan



Gambar 3. Kawasan keselamatan operasi penerbangan.



Gambar 4. Potongan Memanjang KKOP terhadap Topografi. (Garis berwarna hijau adalah kontur topografi dan garis berwarna merah adalah batas KKOP).



Gambar 5. Lokasi Bangunan yang Melebihi Batasan Ketinggian KKOP.

yang melebihi batas ketinggian. Lokasi dan daftar bangunan tersebut dapat dilihat pada Gambar 5 dan Tabel 6.

Berdasarkan Peraturan Menteri Perhubungan KM No 44 Tahun 2005 tentang pemberlakuan SNI 03-7112-2005 [4], solusi untuk bangunan atau sesuatu benda yang melebihi batas ketinggian dan berpotensi membahayakan keselamatan operasi penerbangan harus diberi tanda atau dipasang lampu. Pemberian tanda atau pemasangan lampu termasuk pengoperasian dan pemeliharannya dilaksanakan oleh dan atas biaya pemilik atau yang menguasainya.

C. Analisis Pola Pergerakan Masing-masing Pesawat

Analisis ini bertujuan untuk mengetahui pola pergerakan masing-masing pesawat yang beroperasi. Dalam melakukan analisis pola pergerakan pesawat, data pokok yang dibutuhkan adalah *aircraft performance / flash* masing-masing pesawat. Berikut ini adalah contoh *flash* pesawat kritis yang beroperasi di Bandara Sam Ratulangi Manado. Gambar 6 adalah *aircraft performance / flash* pada pesawat Boeing 737 – 900.

Analisis ini bertujuan untuk mengetahui kesesuaian kawasan keselamatan operasi penerbangan (KKOP) terhadap topografi sekitar Bandara Sam Ratulangi Manado. Atraksi yang ditawarkan oleh DTW berbentuk pengenalan budaya dan sejarah Kota Surabaya, seperti

dari *flash* Pesawat Boeing 737 – 900 didapatkan perhitungan pola pergerakan pesawat dengan karakteristik yang dapat dilihat pada Tabel 7.

D. Analisis Pola Pergerakan Masing-masing Pesawat terhadap Topografi

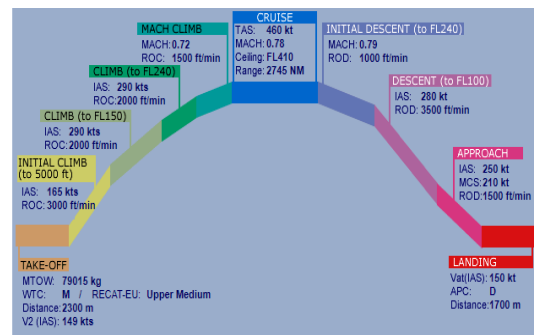
Analisis topografi dalam Studi ini dilakukan pengamatan pada penampakan topografi searah dengan *approach runway*. Gambar 7 merupakan bentuk topografi yang diambil dari tengah *runway* ke arah *runway* 36 sepanjang 16.925 km dan dari tengah *runway* ke arah *runway* 18 sepanjang 16.925 km.

Setelah mengetahui elevasi topografi kawasan bandara, dilakukan evaluasi pola pergerakan terhadap topografi. Dilakukan evaluasi terhadap ketinggian pesawat saat *lift off* terlebih dahulu. Jika elevasi permukaan tanah ditambah dengan jarak ijin ketinggian (10.7 m) antara permukaan tanah dan pesawat memenuhi syarat, maka untuk pola pergerakan pesawat selanjutnya yang lebih tinggi, tidak akan mengganggu keselamatan penerbangan.

Pada Pesawat Boeing 737 – 900 dengan *take off*

Tabel 6. Bangunan Tinggi di Wilayah KKOP

NO	Keterangan	KOORDINAT			Wilayah	Kelebiahan Tinggi (m)
		lintang (°)	bujur (°)	elevasi (m)		
A	Topografi	1.538	125.037	665	Horizontal luar	432
B	Topografi	1.556	124.841	446	Horizontal luar	213
C	Manado Town Square	1.469	124.830	630	Horizontal luar	397
D	Ibis Hotel Manado	1.473	124.833	588	Horizontal luar	355
E	Aryaduta Siloam Manado	1.487	124.837	504	Horizontal luar	291
F	Swiss Belhotel Maleosan Hotel	1.489	124.847	504	Horizontal luar	291
G	Sintesa Peninsula	1.491	124.843	462	Horizontal luar	229
H	Hotel Aston Manado	1.490	124.841	422	Horizontal luar	189



Gambar 6. Flash Pada Pesawat Boeing 737-900.

distance 2300 meter dan mengalami lift off menuju ketinggian 35ft (10,7 m) ke arah runway 29-11. Setelah diperhitungkan dan mendapatkan TOR sepanjang 2182.43 meter dengan sudut *lift off* 5.2° maka dapat digambarkan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 8.

Tabel 7. Hasil Perhitungan Pola Pergerakan Pesawat

Boeing 737-900	Tinggi		IAS				ROC		Jarak		Sudut	Jarak Total
	1	2	3		4		5		6	7		
	ft	ft	kts	mach	ft/m	ft/m	Nm	ft	m	degree	m	
Take off	0	149			15089.0			2300				2300.0
Initial Climb	5000	5000	165		16709.3	3000	4.58	27848.8	8493.9	10.18		10793.9
Climb	15000	10000	290		29368.0	2000	24.17	146839.4	44786.0	12.59		55379.9
	24000	9000	290		29368.0	2000	21.75	132155.5	40307.4	12.59		95887.3
Mach Climb	41000	17000		0.72	48230.1	1500	0	550134.3	168043.0	1.77		263930.4
	41000	0		0.78	52249.2	460	2745	0	5087073.7	0		5351006.2
Initial Descent	24000	17000		0.79	52919.1	1000	0	258694.1	79020.2	3.75		5430026.4
Descent	10000	14000	280		28355.3	3500	18.67	113420.8	34593.3	7.04		5464619.8
Approach	0	10000	250		25317.2	1500	27.78	168780.9	51478.2	3.39		5516098.0
Landing	0	150			15190.3		0	0.0	1700.0	0		5517798.0

Dari Gambar 8 tersebut, garis hijau merupakan topografi permukaan tanah, hitam merupakan garis horizontal sejajar runway bandara, dan merah merupakan garis penerbangan pesawat setelah lift off (angle of attack). Sehingga dapat disimpulkan bahwa pesawat tidak mengalami gangguan keselamatan saat melakukan lift off. Sehingga untuk pola-pola pergerakan pesawat berikutnya, tidak akan mengganggu keselamatan operasional.

E. Pengaruh Berat Pesawat terhadap Ruang Udara

Pesawat kritis yang beroperasi di Bandara Sam Ratulangi adalah Boeing 737- 900. Jarak maksimum yang ditempuh pesawat adalah Bandara Sam Ratulangi Manado – Bandara Shanghai Pudong Tiongkok dengan jarak 1790 nautical miles. Range/jarak yang telah diketahui dimasukkan ke dalam grafik Gambar 9. Dari grafik Gambar 9 dengan range 1790 nm didapatkan OWE plus payload adalah 61950 kg dengan Brake Release Gross Weight adalah 77100 kg. OEW boeing 737-900 adalah 42493 kg. Sehingga payload pada penerbangan ini adalah sebagai berikut.

$$\text{Payload} = \text{OEW plus payload pada grafik} - \text{OEW}$$

$$\text{Payload} = 61950 - 42493 \text{ kg}$$

$$\text{Payload} = 19457 \text{ kg}$$

Dilakukan juga perhitungan konsumsi bahan bakar pesawat boeing 737-900 pada destinasi Manado - Tiongkok sebagai berikut.

$$\text{Konsumsi fuel} = \text{Brake Release Gross Weight} - \text{Zero Fuel Weight}$$

$$\text{Konsumsi fuel} = 77100 \text{ kg} - 62732 \text{ kg}$$

$$\text{Konsumsi fuel} = 15363 \text{ kg} = 12325.61 \text{ liter}$$

(Masa jenis avtur = 0.820 kg/liter)

Dengan Take off distance 2182.43 m, maka dapat dilihat pada grafik Gambar 10 bahwa dengan elevasi runway 83 mdpl, maka seharusnya Operational Takeoff Weight adalah 70216 kg.

Namun berdasarkan data yang diperoleh, dalam rute penerbangan ini berat pesawat mencapai 170000 lbs (77100 kg). Sehingga maksimum payload pada penerbangan ini sebagai berikut.

$$\text{Max Payload} = \text{AGW} - \text{bahan bakar} - \text{OWE}$$

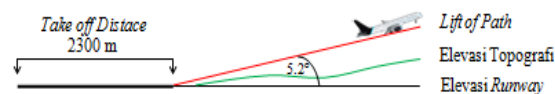
$$\text{Max Payload} = (70216 - 15150 - 42493) \text{ kg}$$

$$\text{Max Payload} = 12573 \text{ kg}$$

Destinasi pesawat dari Bandara Sam Ratulangi menuju Bandara Shanghai Pudong memerlukan waktu 17400s (4 jam 50 menit) dengan Boeing 737- 900. Dalam radius destinasi 1790 nm pesawat dapat menghabiskan bahan bakar sebesar 18475.60 liter. Sehingga, konsumsi bahan bakar pesawat per panjang destinasi yang ditempuh adalah 10.32 liter/nautical miles.



Gambar 7. Topografi Kawasan Bandara Pada Arah Runway 18 – 36.



Gambar 8. Lift Off Suatu Pesawat.

Dalam evaluasi ini, perlu diketahui destinasi optimum dengan komposisi fuel dan payload terbaik dalam operasional pesawat boeing 737- 900. Semakin jauh destinasi suatu pesawat, maka akan semakin besar pula fuel yang dikonsumsi dan semakin berkurang payload dalam pesawat tersebut. Sehingga dibuatlah grafik payload, fuel, dan jarak tempuh optimum.

Gambar 11 menunjukkan bahwa operasional pesawat optimum pada jarak tempuh 1920 nm (3555 km) dengan mengkonsumsi bahan bakar sebesar 18720 liter dan payload sebesar 19265 kg. Sehingga destinasi pesawat boeing 737-900 dapat ditambahkan tidak hanya pada radius 1790 nm (3315 km) Bandara Sam Ratulangi Manado – Bandara Internasional Pudong Tiongkok melainkan dapat ditambahkan destinasi hingga 1920 nm (3555 km).

F. Penentuan Potensi Rute Tambahan

Meski Pesawat Boeing 737 – 900 dapat memperpanjang jarak tempuhnya hingga 1920 nm (3555 km), namun tidak semua rute bandara yang dapat ditempuh direkomendasikan. Rute potensial tambahan untuk penerbangan dari Manado dipilih atas dasar jumlah wisatawan yang datang ke Manado. Seperti pada latar belakang, pada juni 2016 sebelum ada direct flight dari Manado ke Tiongkok, jumlah wisatawan dari Tiongkok hanya 1.427 orang namun setelah dibuka direct flight dari Manado ke Tiongkok pada bulan Juli 2016 jumlah wisatawan naik 312,82 % menjadi 5.148 orang.

Untuk Rute penerbangan langsung dari Amerika, Hongkong, Perancis, Jerman, Inggris, Belanda, India, dan Rusia tidak dapat dibuka karena jarak tempuh dari dan ke Manado melebihi jarak tempuh dari pesawat Boeing 737 – 900 yaitu 3555 km (1920 nm) (Gambar 12). Sehingga potensi rute tambahan yang bisa dioperasikan yang didasarkan pada data wisatawan mancanegara yang potensial berkunjung ke Manado pada Tabel 8.

Rute penerbangan langsung dari Manado ke Korea Selatan juga dapat dibuka melalui Bandara Internasional Jeju, Korea Selatan dengan jarak 1892.5 nm.

Rute penerbangan langsung dari Manado ke Thailand dapat dibuka melalui Bandara Internasional Suvarnabhumi 1867 nm (Gambar 13).

KESIMPULAN

Hasil dari Studi yang telah disusun ini adalah sebagai berikut.

1. Hasil dari analisis runway terhadap Pesawat yang beroperasi di Bandara Sam Ratulangi Manado menunjukkan bahwa evaluasi panjang dan lebar runway tersedia masih memenuhi.

- d. Bandara Internasional Darwin, Australia
- e. Bandara Internasional Taoyuan, Taiwan
- f. Bandara Internasional Ninoy Aquino, Philipina
- g. Bandara Internasional Suvarnabhumi, Thailand
- h. Bandara Internasional Kuala Lumpur, Malaysia

DAFTAR PUSTAKA

- [1] "PT Angkasa Pura I (Persero)." [Online]. Available: <https://ap1.co.id/id/information/internal-magazine>. [Accessed: 20-Mar-2019].
- [2] Euro COntr0l, "Aircraft Performance Database," 2016. [Online]. Available: <https://contentzone.eurocontrol.int/aircraftperformance/details.aspx?ICAO=A319>. [Accessed: 20-Mar-2019].
- [3] D. J. P. Udara, *Peraturan Direktur Jenderal Perhubungan Udara Nomor: SKEP/77/VI/2005 tentang Persyaratan Teknis Pengoperasian Fasilitas Teknik Bandar Udara*. 2005.
- [4] D. J. P. Udara, *SNI 03-7112-2005. Kawasan Keselamatan Operasi Bandara*. Departemen Perhubungan RI. Jakarta, 2004.