

## PERENCANAAN PENGEMBANGAN BANDAR UDARA RENDANI DI KABUPATEN MANOKWARI PROVINSI PAPUA BARAT

Hanna Tumbelaka

Freddy Jansen, Lintong Elisabeth

Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado

email: [hanatumbelaka.ht@gmail.com](mailto:hanatumbelaka.ht@gmail.com)

### ABSTRAK

*Kabupaten Manokwari merupakan salah satu daerah yang strategis dalam kaitannya dengan pembangunan di Provinsi Papua Barat. Sehingga untuk memenuhi kebutuhan di masa yang akan datang maka bandar udara Rendani perlu diadakan pengembangan. Penelitian yang dilakukan untuk penulisan ini menggunakan data sekunder, yaitu data klimatologi, topografi, arus lalu lintas udara, serta data penduduk yang dijadikan acuan sebagai dasar dari perencanaan pengembangan bandar udara Rendani. Dalam perencanaan pengembangan bandar udara Rendani, yang direncanakan yaitu Runway, Taxiway, Apron dengan menggunakan pesawat standar Boeing 737-900ER dan mengacu pada standar ICAO. Untuk perencanaan perkerasan mengacu pada standar FAA dan PCA, dengan data tanah diambil dari data tanah setempat. Perencanaan terminal area yang meliputi terminal penumpang, gudang dan areal parkir kendaraan yang dianalisa menggunakan analisa regresi linier. Dari analisa akan didapat hasil pergerakan pesawat, penumpang, bagasi, dan kargo serta pergerakan pesawat dan penumpang pada jam sibuk untuk masa yang akan datang. Panjang runway yang dibutuhkan adalah 2.936m yang terbentang pada azimuth 170-350, untuk perkerasan runway dan taxiway didapat tebal 86 cm, luas apron 85m x 285m, setelah dilakukan pengembangan untuk parkir 5 pesawat, luas yang dipakai untuk apron adalah 98m x 342m, tebal perkerasan rigid pada apron 43 cm (metode PCA) dan 37cm (metode FAA), luas gedung terminal 183.048 m<sup>2</sup>, luas gudang 800 m<sup>2</sup> dan luas pelataran parkir adalah 30.752 m<sup>2</sup>.*

**Kata kunci :** *Bandar Udara Manokwari, Perencanaan Pengembangan Bandar Udara, Runway, Taxiway, Apron, Terminal Penumpang.*

### PENDAHULUAN

#### Latar Belakang

Kabupaten Manokwari merupakan ibukota dari Provinsi Papua Barat, dengan luas wilayah 4.650 km<sup>2</sup> dan berpenduduk sebanyak kurang lebih 205.179 jiwa (Manokwari dalam angka tahun 2014). Dari fakta di lapangan diketahui bahwa Bandar Udara Rendani merupakan transportasi udara tunggal yang dimiliki saat ini. Bandar udara ini memiliki ukuran landasan pacu 2.000 x 45 m, berjarak 5 km dari pusat kota.

Menyambut pertumbuhan penduduk serta kebutuhan penumpang angkutan, khususnya angkutan udara dari tahun ke tahun yang semakin meningkat, diperlukannya pengembangan, baik peningkatan jumlah pesawat yang beroperasi atau pengadaan pesawat yang berukuran lebih besar, guna memenuhi kebutuhan penumpang ke depan. Manokwari merupakan salah satu kawasan bisnis besar di Papua Barat, maka sudah sepantasnyalah jika penggunaan sarana transportasi udara semakin ditingkatkan, baik untuk sarana angkutan umum maupun untuk sarana angkutan barang.

Dan seiring dengan peningkatan tersebut maka jenis pesawat yang singgahpun semakin beragam baik bentuk, ukuran, maupun fungsinya.

#### Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud dan tujuan dari penelitian ini adalah membuat perencanaan pengembangan prasarana transportasi udara yaitu bandar udara Rendani yang terletak di kabupaten Manokwari, Provinsi Papua Barat, agar nanti bandara ini bisa melayani arus lalu lintas udara di wilayah Papua Barat dengan lebih efektif, baik pada peningkatan jumlah dan jenis pesawat yang lebih besar maupun penambahan rute penerbangan, untuk mengantisipasi kebutuhan di masa yang akan datang.

#### Pembatasan Masalah

Ruang lingkup penelitian ini hanya terbatas pada perencanaan runway, taxiway, exit taxiway, apron, luasan terminal area yang terdiri dari gedung terminal, gudang dan pelataran parkir. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode ICAO dan FAA.

**LANDASAN TEORI**

**Fungsi dan Peranan Lapangan Terbang**

Sistem lapangan terbang terbagi menjadi dua yaitu sisi udara (*air side*) dan sisi darat (*land side*), keduanya dibatasi oleh terminal yang memiliki komponen-komponen dan fungsi yang berbeda dalam kegiatan kebandarudaraan. Adapun komponen-komponen dari kedua sistem lapangan terbang tersebut terdiri dari:

- a. *Runway* (landas pacu)
- b. *Taxiway* (landas hubung)
- c. *Apron* (tempat parkir pesawat)
- d. *Terminal Building* (gedung terminal)
- e. Gudang
- f. Tower (Menara pengontrol)
- g. Fasilitas keselamatan (pemadam kebakaran)
- h. Utility (Fasilitas listrik, Telepon, Air, dan Bahan bakar).

**Klasifikasi Menurut ICAO**

ICAO menetapkan klasifikasi lapangan terbang yang disebut “Aerodrome Reference Code” dengan mengkategorikan dalam dua elemen. Elemen pertama adalah kode nomor 1-4 mengklasifikasikan berdasarkan *Aeroplane Reference Field Length (ARFL)*. Elemen kedua adalah kode huruf A-F yang mengklasifikasikan berdasarkan lebar sayap pesawat (*wingspan*) dan jarak terluar pada roda pendaratan dengan ujung sayap.

Tabel 1 Klasifikasi Lapangan Terbang Menurut ICAO

Elemen 1		Elemen 2		
Kode Angka	ARFL	Kode Huruf	Wingspan	Jarak terluar roda pendaratan
1	< 800 m	A	< 15 m	< 4,5 m
2	800 m - < 1.200 m	B	15 m - < 24 m	4,5 m - < 6 m
3	1.200 m - < 1.800 m	C	24 m - < 36 m	6 m - < 9 m
4	≥ 1.800 m	D	36 m - < 52 m	9 m - < 14 m
		E	52 m - < 60 m	9m - < 14 m
		F	65 m - < 80 m	9 m - < 16 m

Sumber : ICAO, *Aerodrome Design Manual Part 1 Edition, 2006.*

**Klasifikasi Menurut FAA**

FAA mengklasifikasikan lapangan terbang dalam dua kategori yaitu :

- Pengangkutan udara (*air carrier*)
- Penerbangan umum (*General Aviation*)

Tabel 2 Pembagian group pesawat menurut FAA

Group	Jenis Pesawat
I.	B-727-100, B-737-100, DC-9-10, DC 9-30, DC 9-40, BAC-111.
II.	DC 8, B-707, B-720, B-727, B-727-200, DC 10.10, L-1011.
III.	B-747-SP, B-747-B, B-747-400, B-747-2UB.
IV.	Lebih besar dari group III, pesawat masa depan.

Sumber : ICAO, *Aerodrome Design Manual Part 1 Edition, 2006*

**Konfigurasi Lapangan Terbang**

Konfigurasi lapangan terbang adalah jumlah dan arah (orientasi) dari landasan (*runway*) serta penempatan bangunan terminal termasuk lapangan parkirnya yang berkaitan dengan landasan itu.

**Menentukan Panjang Runway**

Perencanaan *runway* bandar udara dari ICAO, ARFL (*Aeroplane Reference Field Length*) adalah panjang landasan pacu minimum yang dibutuhkan pada kondisi standar yaitu:

- Elevasi muka laut = 0
- Kondisi standar atmosfer = 15°C = 59°F
- Tidak ada angin bertiuip
- Kemiringan (slope) = 0%
- Maximum certificate take off weight

**Koreksi Terhadap Elevasi**

Menurut ICAO, ARFL bertambah sebesar 7% setiap kenaikan 300m (100ft) dihitung dari ketinggian muka laut. Maka koreksinya terhadap landasan adalah sebagai berikut:

$$L1 = L_0 \times (1 + \frac{7}{100} \times \frac{H}{300}) \dots\dots\dots(1)$$

dimana :

- $L_0$  = Panjang landas pacu minimum pada kondisi standar (m)
- H = Elevasi (m)
- L1 = Panjang landas pacu setelah dikoreksi terhadap elevasi(m)

**Koreksi Terhadap Temperatur**

Menurut ICAO panjang landas pacu harus dikoreksi terhadap temperatur sebesar 1% untuk kenaikan 1°C, sedangkan untuk setiap kenaikan 1.000 m dari muka laut rata-rata temperatur turun 6,5°C. Dengan dasar ini ICAO merekomendasikan hitungan koreksi temperatur sebagai berikut:

$$L2 = L1 \times [1 + 0,01 \times (T - 15)] \dots\dots\dots(2)$$

dimana :

- T = Temperatur
- H = Elevasi
- L1 = Panjang landas pacu setelah dikoreksi terhadap elevasi (m)
- L2 = Panjang landas pacu setelah dikoreksi terhadap temperatur (m)

**Koreksi Terhadap Slope**

Menurut ICAO bahwa setiap kenaikan slope 1% panjang landas pacu bertambah 10%. Sehingga dapat dihitung panjang landas pacu yang dibutuhkan oleh suatu pesawat rencana dengan menggunakan koreksi sebagai berikut:

$$L3 = L2 \times (1 + 0,1 \times \text{slope}) \dots\dots\dots(3)$$

dimana :

- L3 = Panjang landasan yang dibutuhkan oleh pesawat rencana (m)
- L2 = Panjang landasan setelah dikoreksi terhadap temperetur (m)

**Menentukan Lebar Landas Pacu**

Untuk menentukan lebar landas pacu dapat diambil sesuai persyaratan yang dikeluarkan ICAO.

Tabel 3 Lebar Perkerasan Landasan

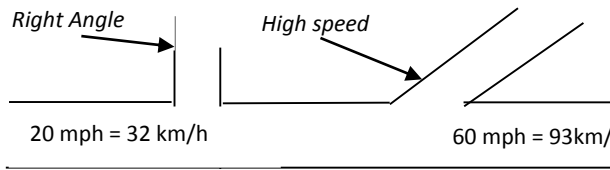
KODE ANGKA	Code Letter				
	A	B	C	D	E
1	18 m	18 m	18 m		
2	23 m	23 m	23 m		
3	30 m	30 m	30 m		
4			45 m	45 m	
				45 m	45 m

*Shouldes should be provided for a Runway where tha code letter is D or E, and tha runway width is less than 60 m. The Runway soulder should extend symmetrically on each side of the Runway so that the over all width of Runway and its shoulders is not less than 60 m.*

Sumber : ICAO, Aerodrome Design Manual Part 1 Edition, 2006

**Perencanaan Landas Hubung (Taxiway)**

Fungsi utama *taxiway* adalah sebagai jalur keluar masuk pesawat dari landas pacu ke bangunan terminal dan sebaliknya atau dari landas pacu ke hangar pemeliharaan.



**Menentukan Lokasi Exit Taxiway**

Lokasi *exit taxiway* ditentukan berdasarkan jarak yang diperlukan pesawat sejak menentu *Threshold* sampai pesawat dengan kecepatan tertentu bisa memasuki *taxiway*.

Adapun hal-hal yang harus diperhatikan dalam menentukan lokasi *exit taxiway*:

1. Jarak dari *Threshold* ke *touchdown*
2. Kecepatan waktu *touchdown*
3. Kecepatan awal sampai titik A
4. Jarak dari *touchdown* sampai titik A
5. Group desain pesawat

Untuk menentukan *exit taxiway* digunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Distance to exit taxiway} = \text{Touchdown Distance} + D \dots\dots\dots(4)$$

dimana :

Jarak *touchdown* = 300 m untuk pesawat group B, sedangkan untuk pesawat group C dan D adalah 450 m.

$$D = \frac{(S1)^2 - (S2)^2}{2a} \dots\dots\dots(5)$$

- S1 = *Touchdown speed* (m/s)
- S2 = *Initial Exit Speed* (m/s)
- a = *Perlambatan* (m/s<sup>2</sup>)

Hasil yang didapat pada perhitungan ini adalah berdasarkan kondisi pada standar sea level. Jarak yang didapat tersebut harus dikoreksi terhadap dua kondisi yaitu elevasi dan temperatur dengan rumus sebagai berikut: setiap kenaikan 300 m dari muka laut jarak harus ditambah 3%.

$$L1 = L0 (1 + 0,03 \times H/300) \dots\dots\dots(6)$$

Setiap kenaikan 6,5°C kondisi standar (15°C = 59°F ) jarak bertambah 1%

$$L2 = L1 (1 + 1\% \times \frac{T_{ref} - T_0}{5,6}) \dots\dots\dots(7)$$

**Lebar Taxiway**

Lebar *taxiway* dan lebar total *taxiway* yang termasuk didalamnya bahu *taxiway* sesuai dengan yang disyaratkan ICAO.

Tabel 4 Lebar Taxiway

	E	D	C	B	A
Lebar taxiway	23 m (75 ft)	23m (75 ft)18m (60 ft)	18m (60 ft)15m (50 ft)	10.5m (35 ft)	7.5m (25 ft)
Lebar total dan bahu landasan	44m (145 ft)	38m (125 ft)	25m (82 ft)	-	-
Taxiway strip width	44m (145 ft)	85m (275 ft)	57m (188 ft)	39m (128 ft)	27m (74 ft)
Lebar area yang diratakan untuk strip taxiway		38m (125 ft)	25m (82 ft)	25m (82 ft)	22m (74 ft)

Sumber : H. Basuki, (1984)

**Apron**

Apron berfungsi sebagai tempat untuk menaikkan dan menurunkan penumpang dan barang, tempat pengisian bahan bakar, parkir pesawat dan juga tempat perawatan pesawat yang sifatnya ringan.

Faktor- faktor yang mempengaruhi ukuran apron:

- Jumlah *gate position*
- Ukuran *gate*
- Sistem dan tipe parkir pesawat
- *Wing tip clearance*
- *Clearance* antara pesawat yang diparkir dan yang sedang taxiing di apron
- Konfigurasi bangunan terminal
- Efek *jet blast* (semburan jet)
- Kebutuhan jalan untuk *gate position*.

Jumlah *gate position* yang diperlukan dipengaruhi oleh:

- Jumlah pesawat pada jam sibuk
- Jenis dan presentase pesawat terbang campuran
- Presentase pesawat yang tiba dan berangkat

Jumlah *gate position* dapat dipakai rumus sebagai berikut :

$$G = \frac{V \times T}{U} \dots\dots\dots(8)$$

(R. Horonjeff halaman 269 “planning and design airport”)

Dimana :

G = jumlah *gate position*

V = volume rencana pesawat yang tiba dan berangkat

U = faktor penggunaan (*utility factor*)

Untuk penggunaan secara mutual U = 0,6 – 0,8

Untuk penggunaan secara eksklusif = 0,5 - 0,6

*Gate occupancy time* untuk tiap pesawat berbeda. Untuk pesawat kecil tanpa pelayanan T = 10 menit, sedangkan untuk pesawat besar dengan pelayanan penuh T = 60 menit. Untuk *Through Flight (little or no serving)* T = 20-30 menit, untuk *turn around flight (complete servicing)* T = 40-60 menit.

Pesawat kelas :

A nilai T = 60 menit.

B nilai T = 45 menit.

C nilai T = 30 menit.

D = E nilai T = 20 menit.

**Menghitung Ukuran Gate**

Untuk menghitung ukuran gate tergantung ukuran standart pesawat berdasarkan *wingspan, wheel track, forward roll, wing tip clearance*.

*Turning radius (r)*

$$(r) = \frac{1}{2} (wingspan + wheel track) + forward roll$$

$$D = (2 \times r) + wing tip clearance \dots\dots\dots(9)$$

**Metode Perencanaan Perkerasan Landas Pacu**

Perkerasan adalah struktur yang terdiri dari beberapa lapisan material dengan kekuatan dan daya dukung yang berlainan. Perkerasan terdiri atas dua macam yaitu :

1. Perkerasan Lentur (*Flexible Structural*)
2. Perkerasan Kaku (*Rigid Structural*)

Dalam penggunaan grafik dari FAA ini diperlukan data nilai CBR dari *subgrade* dan nilai CBR *sub base*, berat lepas landas dari pesawat rencana (MTOW) dan jumlah *annual departure* dari pesawat rencana serta pesawat pesawat yang telah terkonversi. Analisa *annual departure* dari pesawat rencana menggunakan konversi pesawat rencana, dimana:

$$\text{Log } R_1 = (\text{Log } R_2) \left( \frac{W_2}{W_1} \right) \dots\dots\dots(10)$$

R<sub>1</sub> = *Equivalent Annual Departure* pesawat rencana

R<sub>2</sub> = *Annual departure* campuran yang dinyatakan dalam roda pendaratan pesawat Rencana

W<sub>1</sub> = Beban roda dari pesawat rencana

W<sub>2</sub> = Beban roda dari pesawat yang ditanyakan

Untuk menentukan tebal perkerasan yang diperlukan, digunakan grafik yang telah ditentukan FAA. Dari grafik yang akan dipakai, didapat total perkerasan (T) dan kebutuhan *surface coarse* untuk tebal *subbase coarse* didapat dari grafik yang sama. Sedangkan tebal *base coarse* didapat dengan mengurangi tebal total dengan tebal *surface* dan *subbase*.

**Tebal Base Coarse**

$$= T - (\text{surface} + \text{subbase}) \dots \dots \dots (11)$$

Untuk daerah non-kritis tebal *base* dan *subbase coarse* dipakai faktor pengali 0,9 dari tebal pada daerah kritis. Sedangkan *surface coarse* pada daerah non-kritis ditetapkan sesuai pada kurva. Pada daerah transisi lapisan *base coarse* direduksi sampai 0,7 dari tebal *base* pada daerah kritis, tapi *subbasenya* harus dipertebal sehingga permukaan satu dan lainnya seimbang.

**Menghitung Perkerasan Apron**

Dalam perencanaan menghitung perkerasan apron menggunakan dua metode yaitu metode FAA (*Federal Aviation Administration*) dan PCA (*Portland Cement Association*).

Langkah-langkah yang digunakan dalam perencanaan perkerasan ini adalah sebagai berikut:

1. Buatlah ramalan annual departure dari tiap-tiap pesawat yang harus dilayani oleh bandara itu. Bagi lapangan terbang yang telah beroperasi beberapa tahun, ramalan di buat dengan memproyeksikan kecendrungan lalu lintas yang ada ke masa depan
2. Tentukan tipe roda pendaratan untuk setiap pesawat.
3. *Maximum take off weight* dari setiap pesawat.
4. Tentukan pesawat rencana dengan prosedur seperti di bawah ini:
  - Perkiraan harga K dari sub grade
  - Tentukan *Flexural strength* beton. Pengalaman menunjukan bahwa beton dengan modulus keruntuhan 600-700 psi akan menghasilkan perkerasan yang paling ekonomis.
  - Gunakan data-data, *flexural strength*, harga k, MTOW, dan ramalan annual departure untuk menentukan tebal slab yang dibutuhkan, yang dapat dengan memakai kurva rencana sesuai tipe pesawat yang diberikan oleh FAA.
  - Bandingkan ketebalan yang didapat untuk setiap pesawat dengan ramalan lalu lintas.

Pesawat rencana adalah yang paling menghasilkan perkerasan yang paling tebal.

5. Konversikan semua model lalu lintas ke dalam pesawat rencana dengan equivalen annual departure dari pesawat –pesawat campuran tadi.
6. Tentukan *Wheel load* tiap tipe pesawat, 95% MTOW di topang oleh roda pendaratan. bagi pesawat berbadan lebar MTOW di batasi sampai 300.000 lbs (136.100 kg) dengan dual tandem.
7. Gunakan rumus:

$$\text{Log } R_1 = (\text{Log } R_2) \left(\frac{W_2}{W_1}\right)^{1/2} \dots \dots (12)$$

8. Hitung total *equivalent annual departure*
9. Gunakan harga-harga: *Flexural strength*, harga K, MTOW pesawat rencana dengan *equivalent annual departure* total sebagai data untuk menghitung perkerasan kaku dengan menggunakan perkerasan rencana yang sesuai dengan tipe roda pesawat, ketebalan yang di dapat adalah ketebalan betonnya saja, di luar *sub base*. Ketebalannya adalah untuk daerah kritis, sedang untuk daerah tidak kritis dapat di reduksi menjadi 0.9 T (T=Tebal perkerasan).

Ketebalan yang didapat adalah ketebalan betonnya saja, diluar *subbase*. Ketebalannya adalah untuk daerah kritis “T” dan untuk daerah non-kritis ketebalannya akan direduksi 10% menjadi 0,9 T.

**Perkerasan Beton dengan Joint (Sambungan)**

*Joint* dikategorikan berdasarkan fungsinya, yaitu *joint* yang berfungsi kembang disebut *expansion joint*, untuk susut disebut *contraction joint* serta untuk perhentian waktu cor disebut *construction joint*.

**Gedung Terminal**

Gedung terminal adalah tempat untuk memberikan pelayanan bagi penumpang maupun barang yang tiba dan berangkat. Oleh karena itu perlu disediakan ruang keberangkatan, ruang kedatangan, ruang tiket, dan lain-lain.

Tabel 5. Faktor pengali kebutuhan ruang gedung terminal

Fasilitas Ruangan	Kebutuhan ruangan 100 m <sup>2</sup> untuk setiap 100 penumpang pada jam sibuk
Tiket/check in	1,0
Pengambilan barang	1,0
Ruang tunggu penumpang	2,1
Ruang tunggu pengunjung	2,5
Bea cukai	3,0
Imigrasi	1,0
Restoran	2,0
Operasi airline	5,0
Total ruang domestic	25,0
Total ruang internasional	30,0

Sumber : Horonjeff (1975)

**Perencanaan Gudang**

Fungsi utama dari gudang adalah tempat penumpang, barang dan paket-paket pos yang tiba maupun yang akan dikirim. Untuk perencanaan gudang standar yang dipakai adalah yang dikeluarkan oleh IAIA yaitu 0,09m<sup>2</sup>/ton/tahun untuk pergerakan barang ekspor dan 0,1m<sup>2</sup>/ton/tahun untuk barang import. Untuk menghitung luas dari gudang tersebut diambil angka 0,1m<sup>2</sup>/ton/tahun dikali dengan pos paket + barang.

**Perencanaan Area Parkir**

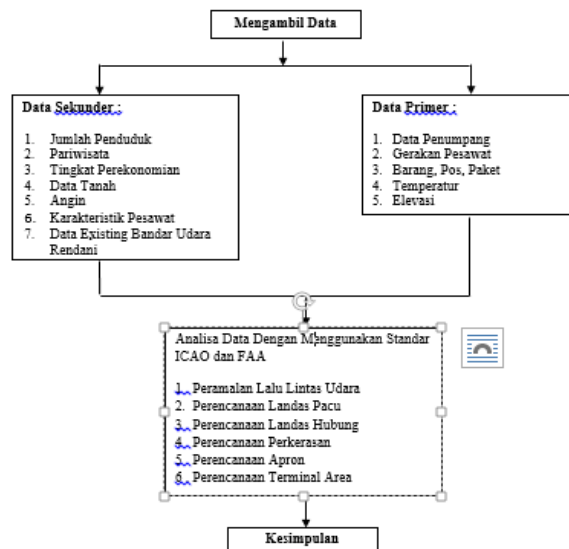
Untuk merencanakan luas parkir kendaraan, terlebih dahulu dihitung besarnya jumlah penumpang pada jam sibuk. Maka diperkirakan untuk 2 orang penumpang menggunakan 1 kendaraan. Sedangkan luas rata-rata parkir 1 kendaraan adalah (2,6 x 5,5 ) m

**METODOLOGI PENELITIAN**

**Metode Penelitian**

Penelitian ini disusun dengan didukung oleh data atau informasi yang didapat berdasarkan:

- Study literatur: Membaca buku dan tulisan ilmiah yang berhubungan dengan penelitian ini.
- Data primer Data yang diperoleh langsung dari hasil observasi penulis di lapangan.
- Data sekunder: Data yang diperoleh dari kantor instansi terkait yaitu BPS, BMKG dan Bandar udara Manokwari.



Gambar 3 Bagan Alir

**PEMBAHASAN**

**Kondisi Existing Bandar Udara Rendani**

**Data Umum**

- Nama Kota : Manokwari
- Nama Bandara : Bandara Udara Rendani
- Koordinat : 00.53.37 S 134.03.01 E
- Kelas Bandara : III (Tiga)
- Jenis Pelayanan : ADC
- Pengelola : Ditjen Perhubungan Udara
- Jam Operasional: 21.00 – 08.00 UTC (06.00 – 17.00)LT
- Jarak Dari Kota : 5 Km
- Kode ICAO : WASR
- Elevasi : 15 feet/4.45m
- Frekuensi Komunikasi: 122.2 MC/GTA, 6811.2 KC/PTP, ZQ 207 KC/NDB

**Sisi Udara**

a) Runway Area (Daerah Landasan Pacu)

- Panjang Runway : 2000m
- Lebar Runway : 45m
- Jenis Konstruksi : Aspal Hotmix
- Shoulder : 60m x 2000m Kiri – 60m x 2000m Kanan
- Strip : 2200m x 120m x 2
- Resa (2 sisi) : 150m x 90m dan 140m x 90 m
- Overrun : 30m x 58m
- Stopway : 60m x 30m (R/W 35)



- b) Taxiway A/B (Landas Hubung)
  - Panjang Taxiway : 87m
  - Lebar Taxiway : 15m
  - Jenis Konstruksi : Aspal Hotmix
- c) Taxiway C (Landas Hubung)
  - Panjang Taxiway : 99m
  - Lebar Taxiway : 23m
  - Jenis Konstruksi : Aspal Hotmix
- d) Apron Lama
  - Panjang Apron : 181m
  - Lebar Apron : 68m
- e) Apron Baru
  - Panjang Apron : 285m
  - Lebar Apron : 85m

$$Y = 6822.3e^{0.052x}$$

Tabel 6 Ramalan Jumlah Pesawat

Tahun	X	Regresi Eksponensial
2019	10	11475.2972
2024	15	14882.6582
2029	20	19301.7672

**Analisa Penumpang**

Data-data penumpang yang datang dan berangkat di Bandar Udara Rendani adalah sebagai berikut:

Tabel 7 Data Penumpang Tahun 2010-2014

Tahun	Jumlah Penumpang			
	Datang	Berangkat	Transit	Total
2010	112637	104934	59718	277289
2011	130232	138355	48605	317192
2012	156293	167495	44766	368554
2013	177087	197926	40233	415246
2014	211227	221461	60983	493671

(Sumber : Kantor Bandar Udara Rendani)

**Analisa Arus Lalu Lintas Udara Tahunan**

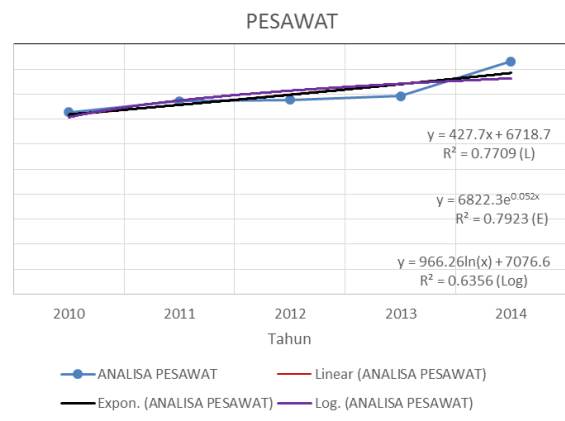
**Analisa Pesawat**

Data pergerakan pesawat yang tiba dan berangkat di Bandar Udara Rendani adalah sebagai berikut:

Tabel 5 Data Pesawat Tahun 2010-2014

Tahun	Jumlah Pesawat		
	Datang	Berangkat	Total
2010	3624	3647	7271
2011	3855	3871	7726
2012	3890	3885	7775
2013	3965	3964	7929
2014	4650	4658	9308

(Sumber : Kantor Bandar Udara Rendani)



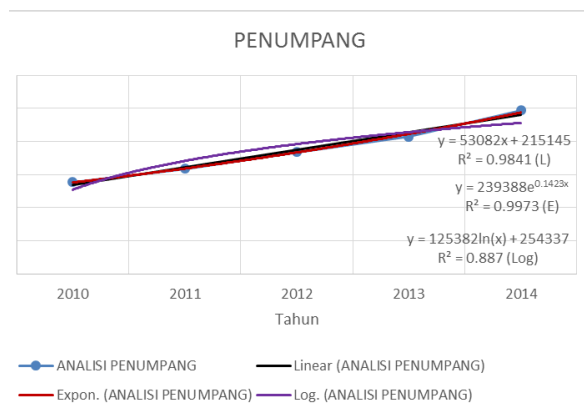
Gambar 4 Diagram Pergerakan Pesawat

Dari hasil-hasil analisa perhitungan regresi pesawat menunjukkan bahwa koefisien korelasi terbesar adalah *Analisa Regresi Eksponensial* dengan  $r = 0.890112$ , jadi untuk meramalkan jumlah pesawat di gunakan *Regresi Eksponensial* dengan persamaan yang di pakai adalah :

$$Y = 239388e^{0.1423x}$$

Tabel 8 Ramalan Jumlah Penumpang

Tahun	X	Regresi Eksponensial
2019	10	993353
2024	15	2023503
2029	20	4121967



Gambar 5 Diagram Pergerakan Penumpang

Dari hasil analisa perhitungan pesawat di atas menunjukkan bahwa koefisien korelasi terbesar adalah analisa *Regresi Eksponensial* dengan  $r = 0.998649$ , maka untuk meramalkan jumlah pesawat di gunakan *Regresi Eksponensial* dengan persamaan sebagai berikut:

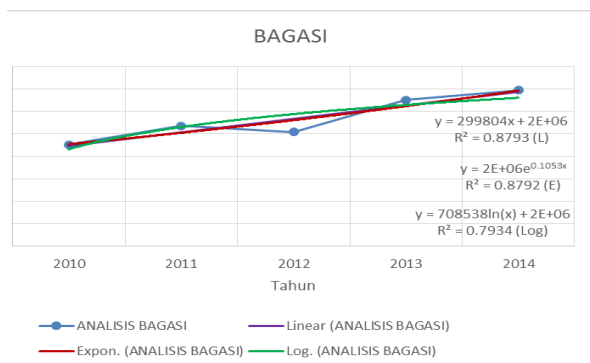
**Analisa Bagasi**

Data bagasi yang masuk dan keluar pada Bandar Udara Wamena adalah sebagai berikut.

Tabel 9 Data Bagasi Tahun 2010-2014

Tahun	Bagasi		
	Bongkar	Muat	Total
2010	1167842	1091785	2259627
2011	1372657	1305935	2678592
2012	1332674	1206947	2539621
2013	1636675	1615294	3251969
2014	1802598	1669358	3471956

(Sumber : Kantor Bandar Udara Wamena)



Gambar 6 Diagram Pergerakan Bagasi

Dari hasil analisa perhitungan regresi bagasi menunjukkan bahwa koefisien korelasi terbesar adalah analisa regresi *Linear* dengan  $r = 0.93771$ , jadi untuk meramalakan jumlah bagasi di gunakan *regresi Linear*, maka di pakai persamaan seperti berikut :

$$Y = 299804x + 2E+06$$

Tabel 10 Ramalan Jumlah Bagasi

Tahun	X	Regresi Logaritma
2019	10	5000000
2024	15	6500000
2029	20	8000000

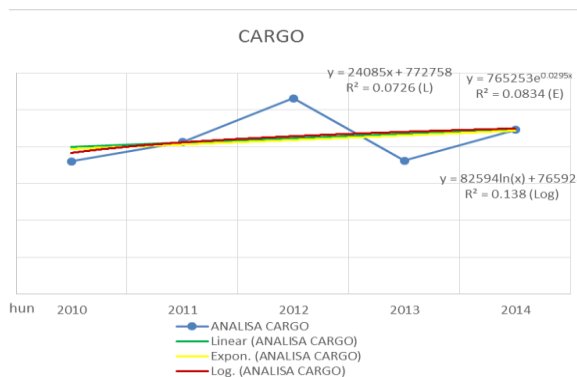
**Analisa Cargo**

Data-data cargo yang masuk dan keluar pada Bandar Udara Rendani adalah sebagai berikut :

Tabel 11 Data Cargo Tahun 2010-2014

Tahun	Cargo		
	Bongkar	Muat	Total
2010	400498	320657	721155
2011	437951	387030	824981
2012	709119	353547	1062666
2013	439045	285330	724375
2014	421601	470280	891881

( Sumber : Kantor Bandar Udara Rendani)



Gambar 7 Diagram Pergerakan Cargo

Dari hasil analisa regresi untuk cargo pada bandar udara Rendani menunjukkan bahwa korelasi terbesar adalah *Regresi Logaritma* dengan  $r = 0.371484$ , jadi untuk meramalakan jumlah cargo digunakan *Regresi Logaritma* dengan persamaan:

$$Y = 82594\ln(x) + 765928$$

Tabel 12 Ramalan Jumlah Cargo

Tahun	X	Regersi Linier
2019	11	26000000
2024	16	36000000
2034	26	56000000

**Perencanaan Runway**

Runway adalah arah atau jalur landas perkerasan yang digunakan oleh pesawat pada saat *Landing* dan *Take off*. Landas pacu biasanya dirancang berdasarkan pada karakteristik dari suatu pesawat rencana yang ditentukan.

**Arah Runway**

Untuk merencanakan landas pacu (*Runway*) ada hal penting yang harus diperhatikan yaitu arah dan kecepatan angin. Untuk itu data angin disekitar bandar udara perlu diketahui kemudian dihitung atau dianalisa menggunakan *wind rose diagram* untuk mendapatkan presentase angin yang bertiup pada daerah yang ditinjau. Arah runway yang dimiliki oleh Bandar udara Rendani terletak pada arah 17 – 35.

Dari hasil analisa wind rose arah NW-SE memenuhi persyaratan ICAO yaitu harus memenuhi 95% atau lebih dari total waktu agar pesawat dapat *landing* dan *take off* dengan aman.

**Panjang Runway**

Panjang runway bandar udara Wamena yang ada saat ini adalah 2000 m. Berdasarkan



klasifikasi lapangan terbang yang ditetapkan oleh ICAO yang disebut dengan *aerodrome reference code* (tabel 2.1 parth 1 hal. 1-4) maka, pesawat rencana B-737-900ER dengan kode 4C mempunyai nilai ARFL (*Aero Reference Field Length*) = 2256 m dan wingspan 34.3 m.

Menurut ICAO panjang landasan harus dikoreksi terhadap temperatur, elevasi dan slope atau kemiringan sesuai dengan kondisi bandar udara Wamena yang ada. Adapun data-data yang diperoleh adalah sebagai berikut:

- Pesawat rencana = Boeing B-737-900ER Kode 4C (ICAO Parth 1 hal. A 1-4)
- ARFL = 2256 m (ICAO Parth 1 hal. A 1-4)
- Elevasi = 4.45 m
- Slope = 1%
- Temperature = 43,7°C

**Koreksi terhadap elevasi**

$$L1 = L0 \times \left( 1 + \frac{7}{100} \times \frac{H}{300} \right)$$

$$= 2256 \times \left( 1 + 0.07 \times \frac{4.45}{300} \right)$$

$$= 2258.1 \text{ m}$$

**Koreksi terhadap temperatur**

$$L2 = L1 \times [1 + 0.01 \times (T_{ref} - (15 - 0.0065 H))] = 2258.1 \times [1 + 0.01 \times (43.7 - (15 - 0.0065 \times 4.45))] = 2906.8 \text{ m}$$

Dari tabel tersebut diperoleh *runwaystrip* untuk lapangan terbang dengan kode angka 4 untuk jenis pendekatan instrument adalah 150 m dengan lebar total 300m. maka klasifikasi bandara kode angka 4 lebar total 300 m dan  $W_1 = 34.3 \text{ m}$

$$Jrt = 0.5 \times (LS + W_1) = 0.5 \times (300 + 34.3) = 167.15 \text{ m} \approx 167 \text{ m}$$

**Perencanaan Fillet**

Fillet merupakan pelebaran sebelah dalam pada *intersection* dari dua atau lebih pada *traffic way*, misalnya *runway*, *taxiway*, dan *apron*. Persyaratan dari ICAO bahwa radius *fillet* tidak boleh lebih kecil dari lebar *taxiway*. Sedangkan FAA mensyaratkan bahwa radius *fillet* antara *runway* dan *taxiway* dapat dilihat pada tabel 15.

Tabel 13 Lebar Taxiway

Description	Code Letter				
	E	D	C	B	A
Taxiway width	23 m	23 m <sup>a)</sup> 18 m <sup>b)</sup>	18 m <sup>c)</sup> 15 m <sup>d)</sup>	10,5 m	7,5m
Overall width of taxiway and shoulders	44 m	38 m	25 m	-	-

Sumber : (H. Basuki, 1984)

Tabel 14. Lebar Runway Strip

Kode Angka	Jenis Pendekat	Lebar Runway Strip
1	Instrument	150 m
2	Instrument	150 m
3 dan 4	Instrument	300 m

Sumber : (H. Basuki, 1984)

Tabel 15 Radius fillet pada pertemuan runway dengan taxiway

Angle of Intersection	Radius of Fillet			
	Small airport serving general aviation aircraft		Large airport serving transport category aircraft	
	(m)	(ft)	(m)	(ft)
0 - 45°	7.5	15	22.5 30.0	75
45 - 135°	15.0	50	60.0	100
More than 135°	60.0	200		200

Sumber : Khana S. K and Aurora, (1979)

## PENUTUP

### Kesimpulan

Dari hasil analisa dan perhitungan untuk Perencanaan Pengembangan Bandar Udara Rendani di kabupaten Manokwari Provinsi Papua Barat, disimpulkan sebagai berikut:

1. *Runway* setelah pengembangan adalah 2936 m x 60 m.
2. *Taxiway* untuk ukuran pesawat rencana B737-900ER adalah 167 m x 25 m.
3. Jarak dari *Threshold* ke *Taxiway* untuk pesawat rencana adalah 1557 m
4. Apron yang dibutuhkan untuk menampung 5 pesawat adalah 342 m x 98 m
5. Luas gedung terminal 18318 m<sup>2</sup> setelah pengembangan.
6. Luas gudang menjadi 800 m<sup>2</sup>
7. Luas area parkir 30.752 m<sup>2</sup> menggunakan luas rata-rata dengan asumsi ukuran kendaraan adalah 2.6 m x 5.5 m.
8. Untuk perkerasan, pada *runway* dan *taxiway* menggunakan perkerasan fleksibel dengan tebal total 34 inch (86 cm), sedangkan

perkerasan pada apron menggunakan perkerasan rigid dengan tebal 17 inch (43 cm).

### Saran

Berdasarkan hasil peninjauan serta survey ke lokasi Bandar Udara Rendani sudah cukup memadai untuk kategori bandara besar, hanya bagian perlampuan yang belum memadai, serta area parkir yang sangat minim serta kebutuhan penambahan pesawat, untuk menjawab kebutuhan penumpang saat ini dan ke depan.

Mengingat penumpang di Bandara ini terus meningkat, juga merupakan jalur alternatif cepat untuk penerbangan yang bukan hanya untuk penumpang yang berasal dari Papua Barat saja, tapi dari Provinsi lain misalnya Papua dan Papua Barat Daya.

Pesawat berukuran besar yang melayani saat ini adalah pesawat jenis Boeing 737-Classic dan CRJ1000 Garuda dengan kapasitas 100 seat perlu secepatnya melakukan penambahan unit pesawat dan pengadaan pesawat yang berukuran lebih besar lagi karena meningkatnya jumlah penumpang.

## DAFTAR PUSTAKA

- Basuki, H. 1968. *Merancang Merencana Lapangan Terbang*. Alumni Bandung
- Horonjeff, R. 1975. *Planing and Design Of Airport*. Second Edition. New York Mac Graw – Hill Book Company
- ICAO, *Aerodrome Design Manual*, Part 1: Runways.
- Khana, S. K, Aurora, M.G.1979. *Airport Planing and Design*. 3<sup>rd</sup> Edition. India: Nem Chan Broos.
- Kantor Bandar Udara Rendani. 2014. *Data Lalu Lintas Udara Tahun 2010 – 2014 Dan Data Teknis. Manokwari Papua Barat*.
- Kantor BMKG Bandar Udara Rendani.2014. *Data Kecepatan Angin dan Temperatur 2010 – 2014. Manokwari Papua Barat*.
- Kantor BPS Manokwari Papua Barat.2014. *Manokwari Dalam Angka*.