

PERENCANAAN PENGEMBANGAN BANDAR UDARA WAMENA DI KABUPATEN JAYAWIJAYA PROVINSI PAPUA

Tinus Kogoya

M. J. Paransa , Lintong Elisabeth

Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado

email: tinuskogoya807@yahoo.co.id

ABSTRAK

Kabupaten Jayawijaya merupakan salah satu daerah yang strategis dalam kaitannya dengan pembangunan di pegunungan tengah Papua. Sehingga untuk memenuhi kebutuhan dimasa yang akan datang maka bandar udara Wamena perlu diadakan pengembangan.

Penelitian yang dilakukan untuk penulisan ini menggunakan data sekunder, yaitu antara lain adalah data klimatologi, topografi, arus lalu lintas udara, serta data penduduk yang dijadikan acuan sebagai dasar dari perencanaan pengembangan bandar udara Wamena. Dalam perencanaan pengembangan bandar udara Wamena, yang direncanakan yaitu Runway, taxiway, Apron dengan menggunakan pesawat standar Boeing 737-400 dan mengacu pada standar ICAO. Dan 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 4.382m yang terbentang pada azimuth 150-330, untuk perkerasan runway dan taxiway didapat tebal 68cm, luas apron 87m x174m, namun yang dipakai untuk luas apron adalah 87m x 450m mengingat panjang apron yang lama masih memadai sedangkan lebarnya yang perlu dikembang 37m, tebal perkerasan rigid pada apron 34 cm (metode PCA) dan 30,5cm (metode FAA), luas gedung terminal 25.813m², luas gudang 56.200m² dan luas pelataran parkir adalah 4.500m².

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

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Kabupaten Jayawijaya secara astronomis terletak pada koordinat 04°05'89"LS dan 138°57'17"BT. Yang berada pada ketinggian 1.650 m dari permukaan laut dan memiliki daratan seluas 13.925,31 km² yang wilayahnya tidak bersentuhan dengan bibir pantai (sumber: Badan pusat statistik kabupaten Jayawijaya 2014).

Kabupaten Jayawijaya merupakan salah satu daerah yang sangat strategis dalam kaitannya dengan pembangunan daerah dan pembangunan nasional di pegunungan tengah Papua. Dari fakta di lapangan diketahui bahwa bandar udara Wamena merupakan akses utama dari pembangunan daerah di beberapa kabupaten yang ada di pegunungan tengah Papua secara umum, dan secara khusus di kabupaten Jayawijaya. Akses penghubung utama antar

kabupaten sepegunungan tengah dengan kabupaten Jayawijaya sangat bergantung pada transportasi udara. Kebutuhan akan penumpang, bahan bangunan, alat berat, kendaraan bermotor dan bahan makanan serta kebutuhan-kebutuhan lainnya didatangkan melalui pesawat udara. Penerbangan yang dilayani oleh Bandar udara Wamena dengan tujuan penerbangan ke Jayapura, Biak, Merauke, Yahukimo, Nduga, Lanijaya, Puncak Jaya, Yalimo, Tolikara, dan Mamberamo Tengah.

Untuk mengantisipasi perkembangan pembangunan di kabupaten Jayawijaya maka dalam perencanaannya, Bandar Udara Wamena saat ini hanya dapat menampung pesawat dengan jenis boeing-737-300 akan dikembangkan, sehingga pada tahun-tahun kedepan dapat melayani arus lalu lintas udara dengan jenis pesawat yang lebih besar seperti tipe boeing-737-400.

Maksud dan tujuan penulisan

Maksud dan tujuan adalah merencanakan pengembangan bandar udara Wamena yang terdapat di kabupaten Jayawijaya provinsi Papua dengan pesawat rencana boeing 737-400 sebagai pesawat rencana. Sehingga diharapkan dengan adanya pengembangan bandar udara Wamena maka tingkat pelayanan yang diberikan kepada pengguna jasa transportasi udara dapat maksimal dalam mengatasi lonjakan penumpang ditahun-tahun yang akan datang.

Pembatasan Masalah

Ruang lingkup penelitian ini hanya terbatas pada perencanaan runway, taxiway, exit taxiway, apron, namun terminal area yang terdiri dari gedung terminal, gudang dan pelataran parkir dimana yang akan dihitung hanya luas yang dibutuhkan untuk masa yang akan datang sesuai dengan perencanaan pengembangannya. Analisa yang digunakan pada skripsi ini adalah analisa teknis namun tidak termasuk perencanaan sistem drainase lapangan terbang dan struktur dari bangunan terminal.

Manfaat Penulisan

Dari penelitian yang dilakukan ini, harapan dari penulis kiranya dengan adanya penulisan skripsi ini dapat memberikan sedikit gambaran atau pemahaman transportasi udara sebagai suatu bahan masukan dalam mendesain suatu pengembangan bandar udara, serta memberikan informasi kepada pihak-pihak yang ingin mengembangkan suatu bandar udara.

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 adalah sebagai berikut:

- 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 Lapangan Terbang

Dalam merencanakan suatu lapangan terbang ditetapkan standar-standar perencanaan oleh dua badan penerbangan internasional yaitu ICAO dan FAA yang merupakan badan penerbangan yang mengeluarkan syarat-syarat yang harus dipenuhi oleh sebuah lapangan terbang.

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 Parth 1 Edition, 2006. Halaman 1-4*)

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 :H. Basuki, “Merancang dan Merencanakan Lapangan Terbang” hal.179)

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

Saat merencanakan runway, keadaan lingkungan lapangan terbang yang sangat berpengaruh adalah temperatur dan elevasi. Kebutuhan akan panjang runway untuk perencanaan bandar udara dari ICAO, ARFL (*Aero 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 bertiup
- Kemiringan (slope) = 0%
- Maximum certificate take off weight

Dalam menentukan arah runway hal yang sangat penting diperhatikan adalah arah dan kecepatan angin.

Persyaratan ICAO, panjang landasan pacu yang diperlukan oleh pesawat rencana dalam muatan penuh harus dikoreksi terhadap elevasi, temperature dan slop pada daerah pengembangan setempat.

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:

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

Dimana :

- Lo = 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:

$$L2 = L1 \times [1 + 0,01 \times (T(150,0065H))] \dots\dots\dots(2)$$

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 temperatur (m)

Menentukan Lebar Landas Pacu

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

Tabel 3 Lebar Perkerasan Landasan

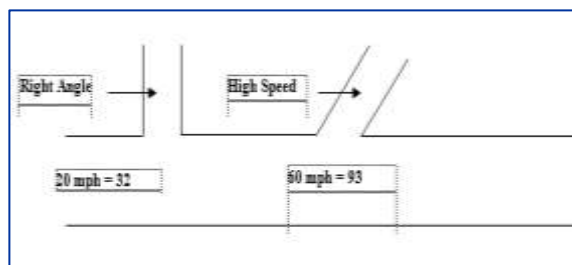
KODE ANGKA	Code Letter				
	A	B	C	D	E
1	18 m	18 m	18 m		
2	23 m	23 m	23 m		
3	30 m	30 m	30 m	45 m	
4			45 m	45 m	45 m

Shoulder should be provided for a Runway where the code letter is D or E, and the runway width is less than 60 m. The Runway shoulder 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 : F Jansen. "Perlengkapan Kuliah Lapangan Terbang", hal 6)

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.



Gambar 1 Exit taxiway (Sumber : H. Basuki, 1984)

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 adalah sebagai berikut :

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 :

$$Distance\ to\ exit\ taxiway = Touchdown\ Distance + D.....(4)$$

Dimana :

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

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

S1 = *Touchdown speed* (m/s)

S2 = *Initial Exit Speed* (m/s)

a = *Perlambatan* (m/s²)

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%.

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

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

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

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) 93m (306 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)

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:

$$\log R_1 = (\log R_2) \left(\frac{W_2}{W_1} \right).....(8)$$

R₁ = *Equivalent Annual Departure* pesawat rencana

R₂ = *Annual departure* campuran yang dinyatakan dalam roda pendaratan pesawat Rencana

W₁ = *Beban roda* dari pesawat rencana

W₂ = *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*.

$$Tebal\ Base\ Coarse = T - (surface + subbase)(9)$$

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.

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 :

$$G = \frac{V \times T}{U} \dots \dots \dots (10)$$

(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 Throught Flight (*little or no serving*)
 T = 20-30 menit, untuk turn around flight (*complete servicing*) T = 40-60 menit.
 Pengambilan harga T

- 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, whell track, forward roll, wing tip clearance.

Turning radius (r)

= ½ (wingspan + whell track) + forward roll

D = (2 x r) + wing tip clearance.....(11)

Menghitung Perkerasan Apron

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

Langkah-langkah yang digunakan dalam perencanaan perkerasaan 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 perkerasaan yang paling ekonomis.
 - Gunakan data-data, *flexural streght*, 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 perkerasaan 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 perkerasa 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 ² 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 : R. Horonjeff halaman 258, "Planning and Design Airport".)

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 0,09m²/ton/tahun untuk pergerakan barang ekspor dan 0,1m²/ton/tahun untuk barang import.

Untuk menghitung luas dari gudang tersebut diambil angka 0,1m²/ton/tahun dikali dengan pos paket + barang.

Perencanaan Area Parkir

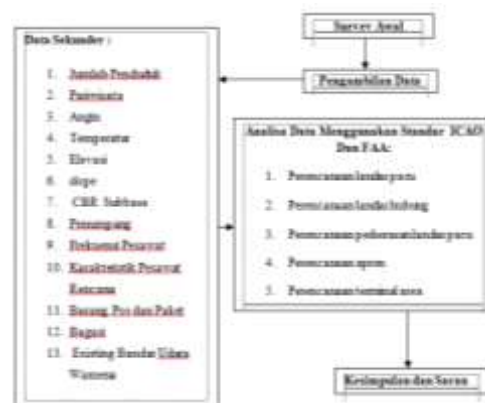
Untuk merencanakan luas parkir kendaraan, terlebih dahulu dihitung besarnya jumlah penumpang pada jam sibuk. Maka diperkirakan untuk 2 orang penumpang menggunakan 1 kendaraan. Sedangkan luas rata-rata parkir 1 kendaraan adalah (2,6 × 5,5) m

METODOLOGI PENELITIAN

Metode Penelitian

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

- Study literatur : Membaca buku dan tulisan ilmiah yang berhubungan dengan penulisan 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 Wamena.



Gambar 3 Bagan Alir

Metodologi Pelaksanaan Penelitian

Perencanaan panjang landas pacu (*runway*), didasarkan pada data pesawat rencana dan dikoreksi terhadap faktor elevasi, slope dan temperatur. Peraturan dan persyaratan yang digunakan dalam perencanaan ini mengacu pada ICAO (*Internasional Civil Aviation Organization*).

Perencanaan arah landas pacu didasarkan pada data angin. Dengan menggunakan *Wind Rosediagram* dapat diketahui arah mana yang minimal 95% dari waktu yang ada, agar angin bertiup searah dengan arah tersebut.

Perencanaan *Taxiway*, didasarkan pada data pesawat rencana dan berpedoman pada syarat yang dikeluarkan oleh ICAO.

Perencanaan perkerasan (*flexibel pavement*), didasarkan pada data pesawat rencana dan data tanah. Yang mengacu pada metode yang dikembangkan oleh FAA (*Federal Aviation Administration*).

Analisa Data

Dari data-data yang diperoleh, kita dapat memperkirakan dikemudian hari bagaimana ramalan dan permintaan (*Forecast and demand*) yang akan terjadi. Data-data tersebut dapat dianalisa dengan menggunakan metode statistik yang populer seperti analisa regresi. Dimana dengan menggunakan analisa regresi kita dapat meramalkan perkembangan arus lalu lintas udara untuk masa yang akan datang. Pada dasarnya ramalan dapat dibagi menjadi tiga, yaitu :

- a. Ramalan jangka pendek sekitar 5 tahun
- b. Ramalan jangka menengah sekitar 10 tahun
- c. Ramalan jangka panjang sekitar 20 tahun

Dalam meramalkan atau memperkirakan arus lalu lintas udara dimasa datang kita dapat menggunakan perhitungan/analisa statistik yaitu *Analisa Trend (trend method)*. Analisa trend adalah analisa yang meramalkan kecenderungan yang terjadi dari data-data yang ada saat ini. Dengan mengetahui kecenderungan data yang akan datang berdasarkan garis trend atau garis regresi. Analisa trend yang akan digunakan pada perencanaan pengembangan ini adalah :

- a. Trend Linear
- b. Trend Eksponensial
- c. Trend Logaritma

Trend Linear

Bentuk persamaan : $Y = a + bx$ (13)

Dimana : a dan b = koef regresi

x= tahun yang akan ditinjau

Y = hasil ramalan

Rumus untuk menghitung a dan b :

$$a = \frac{(\sum Y)(\sum X^2) - (\sum X)(\sum XY)}{n(\sum X^2) - (\sum X)^2}$$

$$b = \frac{n[\sum (XY)] - (\sum X)(\sum Y)}{n(\sum X^2) - (\sum X)^2}$$

Rumus untuk menghitung korelasi :

$$r = \frac{n[\sum (XY)] - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{[n \cdot \sum X^2 - (\sum X)^2][n \cdot \sum Y^2 - (\sum Y)^2]}}$$

Dimana : $-1 \leq r \leq 1$

Trend Eksponensial

Bentuk persamaan : $Y = a \cdot k^x$ (14)

Dimana : a dan k = bilangan tetap, maka persamaan itu dapat diubah menjadi :

$Y = a \cdot e^{bx}$ (15)

Dimana :

e = Bilangan tetap 2,718281828459045

x = Tahun yang akan ditinjau

Y = Hasil ramalan

Persamaan ini diubah menjadi :

$$\text{Log} Y = \text{Log} B + (\text{Log} B) X$$

Rumus untuk menghitung a dan b :

$$\text{Log} a = \frac{\sum (\text{Log} Y)}{n}$$

$$\text{Log} b = \frac{\sum (\text{Log} Y)}{x^2}$$

Untuk menghitung r :

$$r = \frac{n \cdot \sum (x \log Y) - (\sum x)(\sum \log Y)}{\sqrt{[n \cdot \sum X^2 - (\sum X)^2][n \cdot \sum (\log Y)^2 - (\sum \log Y)^2]}}$$

Dimana : $-1 \leq r \leq 1$

Trend Logaritma

Bentuk persamaan :

$y = a + b \ln x$ (16)

Dimana :

a dan b = Koefisien regresi

X = Tahun yang akan ditinjau

y = Hasil ramalan

$$b = \frac{n(\sum y) \ln x - (\sum y) \sum (\ln x)}{n(\sum \ln x)^2 - (\sum \ln x)^2}$$

$$a = \frac{\sum y - b \cdot \sum \ln x}{n}$$

Menghitung r :

$$r = \frac{n \cdot \sum y \ln x - \sum \ln x \cdot \sum y}{\sqrt{[n \cdot \sum (\ln x)^2 - \sum (\ln x)^2][n \cdot \sum y^2 - \sum y^2]}}$$

Dimana : $-1 \leq r \leq 1$

PEMBAHASAN

Kondisi Existing Bandar Udara Wamena

Data Umum

Nama Kota : Wamena
 Nama Bandara : Wamena
 Kelas Bandara : I (Satu)
 Pengelola : Ditjen Perhubungan Udara
 Jam Operasional : 21.00–07.00 UTC, MON-SUN (06.00- 16.00Wit)
 Klasifikasi Operasi : -
 Kemampuan Operasi : Hercules C130, B733/B732, AN12, BAE 146, ATR42/72.
 Pelayanan : ADC
 Kordinat Lokasi : 04.05.89 S / 138.57.17 E
 Kategori PKP-PK : V (Lima)
 Elevasi : 1650 m DPL

Sisi Udara

Runway Area (Daerah Landasan Pacu):
 Panjang Runway : (1.750 m x 30 m)
 Lebar Runway : 30m
 Jenis Konstruksi : Aspal Hotmix
 Arah Landasan : 15 – 33
 Turning area : RWY 33
 Shoulder Strip A : 40m x 2000m
 Shoulder Strip B : 30m x 2000m

Resa

Taxiway (Landas Hubung):
 Taxiway Alpha : 70m x 18m
 Taxiway Bravo : 70m x 18m
 Taxiway Bravo : 70m x 18m
 Taxiway Bravo : 140m x 45m
 Taxiway Bravo : 140m x 18m

Apron :

- a. 180m x 45m
- b. 270m x 50m

Analisa Arus Lalu Lintas Udara Tahunan

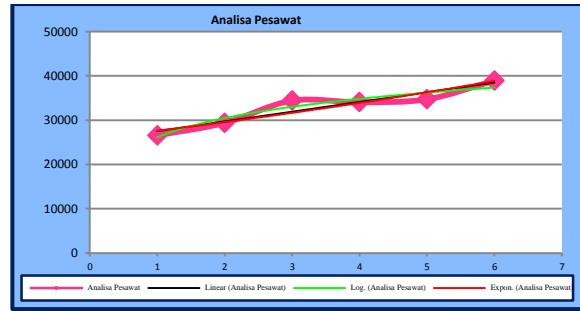
Analisa Pesawat

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

Tabel 5 Data Pesawat Tahun 2009-2014

Tahun	Jumlah Pesawat		
	Tiba	Berangkat	Total
2009	13284	13284	26568
2010	14691	14695	29386
2011	17202	17202	34404
2012	17021	17202	34042
2013	17354	17355	34709
2014	19316	19382	38698

(Sumber : Kantor Bandar Udara Wamena)



Gambar 4 Diagram Pergerakan Pesawat

Dari hasil analisa perhitungan regresi pesawat menunjukkan bahwa koefisien korelasi terbesar dan mendekati data awal *analisa regresi logaritma* dengan $r = 0,910$, jadi untuk meramalkan jumlah pesawat digunakan regresi logaritma dengan persamaan yang dipakai adalah : $Y = 6279 \ln(x) + 26114$

Tabel 6 Ramalan Jumlah Pesawat

Tahun	X	Regresi Logaritma
2019	11	41170
2024	16	43523
2034	26	46572

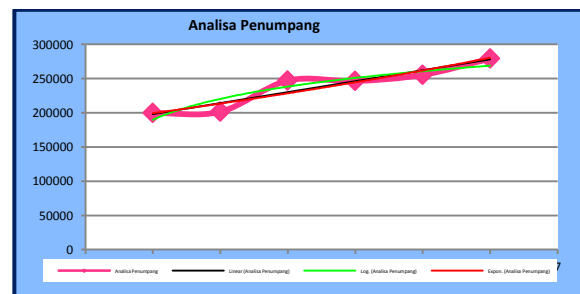
Analisa Penumpang

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

Tabel 7 Data Penumpang Tahun 2009-2014

Tahun	Jumlah Penumpang		
	Datang	Berangkat	Total
2009	95303	104292	199595
2010	103716	97710	201426
2011	125980	121054	247034
2012	125642	120646	246288
2013	134019	121267	255286
2014	142228	136789	279017

(Sumber : Kantor Bandar Udara Wamena)



Gambar 5 Diagram Pergerakan Penumpang

Dari hasil analisa perhitungan regresi penumpang menunjukkan bahwa koefisien

korelasi terbesar dan mendekati data awal *analisa regresi linier* dengan $r = 0,899$, jadi untuk meramalkan jumlah pesawat digunakan regresi linier dengan persamaan yang dipakai adalah : $Y=15941x+18231$

Tabel 8 Ramalan Jumlah Penumpang

Tahun	X	Regresi Linier
2019	19	321110
2024	24	400815
2034	34	560225

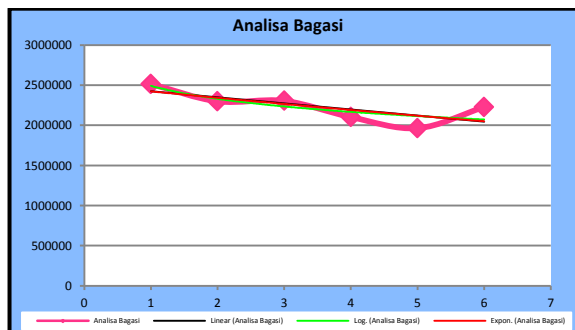
Analisa Bagasi

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

Tabel 9 Data Bagasi Tahun 2009-2014

Tahun	Bagasi		
	Bongkar	Muat	Total
2009	1156939	1156939	2512979
2010	1195430	1103151	2298581
2011	1382516	921696	2304212
2012	1311789	790242	2102031
2013	1186582	777007	1963589
2014	1401219	825232	2226451

(Sumber : Kantor Bandar Udara Wamena)



Gambar 6 Diagram Pergerakan Bagasi

Dari hasil analisa perhitungan regresi Bagasi menunjukkan bahwa koefisien korelasi terbesar dan mendekati data awal *analisa regresi logaritma* dengan $r = 0,677$, jadi untuk meramalkan jumlah pesawat digunakan regresi linier dengan persamaan yang dipakai adalah : $Y = -2E+0 \ln(x)+2E+06$

Tabel 10 Ramalan Jumlah Bagasi

Tahun	X	Regresi Logaritma
2019	11	1999995
2024	16	1999994
2034	26	1999993

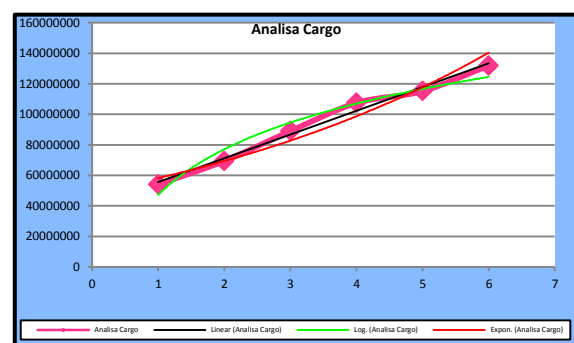
Analisa Cargo

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

Tabel 11 Data Cargo Tahun 2009-2014

Tahun	Barang		
	Bongkar	Muat	Total
2009	51002230	3092414	54094644
2010	65100017	4274093	69374110
2011	83608812	5343090	88951902
2012	100489486	6941907	107431393
2013	107603769	7592624	115193393
2014	123077909	8846693	131942602

(Sumber : Kantor Bandar Udara Wamena)



Gambar 7 Diagram Pergerakan Cargo

Dari hasil analisa perhitungan regresi Bagasi menunjukkan bahwa koefisien korelasi terbesar dan mendekati data awal *analisa regresi linier* dengan $r = 0,989$, jadi untuk meramalkan jumlah pesawat digunakan regresi linier dengan persamaan yang dipakai adalah : $Y=2E+07x+4E+07$

Tabel 12 Ramalan Jumlah Cargo

Tahun	X	Regersi Linier
2019	11	260000000
2024	16	360000000
2034	26	560000000

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 Wamena terletak pada arah 15 – 33.

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 1750 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-737-400 dengan kode 4C mempunyai nilai ARFL (*Aero Reference Field Length*) = 2550 m dan wingspan 28,9 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-737-400 Kode 4C (ICAO Parth 1 hal. A 1-4)
- ARFL = 2550 m (ICAO Parth 1 hal. A 1-4)
- Elevasi = 1650 m
- Slope = 1%
- Temperature = 28,2°C

Koreksi terhadap elevasi

$$\begin{aligned} L1 &= L0 \times \left(1 + \frac{7}{100} \times \frac{H}{300}\right) \\ &= 2550 \times \left(1 + \frac{7}{100} \times \frac{1650}{300}\right) \\ &= 3531,75 \text{ m} \end{aligned}$$

Koreksi terhadap temperatur

$$\begin{aligned} L2 &= L1 \times [1 + 0,01 \times (T_{ref} - (15 - 0,0065 H))] \\ &= 3531,75 \times [1 + 0,01 \times (28,2 - (15 - 0,0065 \times 1650))] \\ &= 4376,721188 \text{ m} \end{aligned}$$

Koreksi terhadap slope

$$\begin{aligned} L3 &= L2 \times (1 + 0,1 \times \text{slope}) \\ &= 4376,721188 \times (1 + 0,1 \times 1\%) \\ &= 4381,097909 \text{ m} \approx 4382 \text{ m} \end{aligned}$$

Lebar runway

Lebar runway yang direncanakan akan ditentukan berdasarkan pada kode huruf dan angka dari pesawat rencana, maka untuk Pesawat rencana B-737-400 Sesuai dengan Aerodrome Reference Code yang dikeluarkan ICAO untuk ARFL > 1800 m mempunyai kode huruf C dan kode angka 4, sehingga bandar udara Wamena dalam pengembangannya memerlukan lebar runway, bahu landasan, kemiringan bahu dan kemiringan melintang sebagai berikut:

- Lebar runway = 45m
- Bahu landasan = 7,5m
- Lebar total runway = 60 m
- Kemiringan melintang = 1,5%
- Kemiringan bahu = 2,5%

Menentukan Lebar Exit Taxiway

Untuk menentukan exit taxiway digunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Distance to Exit taxiway} = \text{Touchdown Distance} + D$$

Dimana :

Jarak Touchdown 300 m untuk pesawat group I, sedangkan untuk pesawat group II dan III adalah 450 m. (sumber : Heru Basuki, ” Merancang, Merencana Lapangan Terbang” hal 204)

$$D = \frac{(S_1)^2 - (S_2)^2}{2a}$$

- S_1 = Touchdown speed (m/s)
- S_2 = Initial Exit Speed (m/s)
- a = Perlambatan (m/s^2)

Data-data :

Pesawat rencana **B-737-400** termasuk dalam pesawat group C → F. Jansen, 2007 “Pelengkap Kuliah Lapangan Terbang“, hal 26

- S_1 = 222 km/jam = 61,667 m/det
- S_2 = 96 km/jam = 26,667 m/dt
- a = 1,5 m/dt

Jarak touchdown = 450 m

$$D = \frac{61,667^2 - 26,667^2}{2 \times 1,5} = 1030,563 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Distance to Exit Taxiway} &= 450 \text{ m} + \\ &1030,563 \text{ m} = 1480,563 \text{ m} \rightarrow L_0 \end{aligned}$$

Jarak ini (L_0) dihitung berdasarkan kondisi standart *sea level*, lokasi *exit taxiway* setelah dikoreksi adalah sebagai berikut :

Koreksi terhadap elevasi

Syarat ICAO yaitu setiap kenaikan 300 m dari muka air laut jarak harus bertambah 3 %

$$L_1 = L_0 \left(1 + 3\% \times \frac{h}{300} \right)$$

$$= 1480,563 \left(1 + 3\% \times \frac{1650}{300} \right)$$

$$= 1724,86 \text{ m}$$

Koreksi terhadap temperature

Syarat ICAO yaitu setiap kenaikan $5,6^\circ \text{ C}$ diukur dari 15° C , jarak bertambah 1%.

$$L_2 = L_1 \times \left\{ 1 + 1\% \times \left(\frac{T_{ref} - T_0}{5,6} \right) \right\}$$

$$L_2 = 1724,86 \times \left\{ 1 + 1\% \times \left(\frac{28,2 - 15}{5,6} \right) \right\}$$

$$L_2 = 1765,52 \text{ m} \approx 1766 \text{ m}$$

Jadi bandar udara Wamena direncanakan akan membutuhkan jarak dari *threshold* sampai titik awal *exit taxiway* dengan pesawat rencana B-737-400 adalah **1.766 m**, baik dari runway arah 15. Dengan cara perhitungan yang sama untuk perhitungan pesawat kecil (DHC-6) dari arah 33 dengan data Distant to exit taxiway = 300m, S1= 167 km/jam, S2 = 27 km/jam, dan a = 1,5 m/det di dapat $L = 1.191,743571 \text{ m} \approx 1.192 \text{ m}$.

dapat $L = 1.191,743571 \text{ m} \approx 1.192 \text{ m}$.

Lebar Taxiway

Lebar taxiway dan lebar total taxiway termasuk shoulder sesuai dengan yang ditetapkan ICAO adalah sebagai berikut:

Berdasarkan pesawat rencana B-737-400 yang akan mendarat di bandar udara Wamena termasuk dalam kategori kelas 4C.

Lebar taxiway = 18 m

Lebar total taxiway dan shoulder = 25 m

Jarak minimum antara landasan pacu dan landas hubung dapat diperoleh dengan persamaan:

$$J_{rt} = 0,5 \times (LS + W_1)$$

Dimana :

LS = lebar strip area total

W_1 = lebar wingspan pesawat rencana.

Tabel 13 Lebar Taxiway

Description	Code Letter				
	E	D	C	B	A
Taxiway width	23 m	23 m ^{a)} 18 m ^{b)}	18 m ^{c)} 15 m ^{d)}	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. "Merancang, merencanakan lapangan terbang", hal 187)

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 ⁰	7.5	15	22.5	75
45 - 135 ⁰	15.0	50	30.0	100
More than 135 ⁰	60.0	200	60.0	200

(Sumber : Khana S. K and Aurora, "Airport and Planning", hal 146)

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 $W_1 = 28,9$ m.

$$\begin{aligned} Jrt &= 0,5 \times (LS + W_1) \\ &= 0,5 \times (300 + 28,9) \\ &= \mathbf{164,45\ m \approx 165\ m} \end{aligned}$$

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 berikut ini :

PENUTUP

Kesimpulan

Dari hasil analisa dan perhitungan untuk Perencanaan Pengembangan Bandar Udara Wamena di kabupaten Jayawijaya Provinsi Papua, disimpulkan sebagai berikut :

Tabel 16 hasil Pengembangan

	Sebelum pengembangan	Sesudah pengembangan
Arah runway	15-33	15-33
Runway	1.750 m	4.382 m
Jarak dari threshold ke taxiway:		
Dari arah azimuth 15	-	1766 m
Dari arah azimuth 33	-	1.192 m
Apron	21.600 m ²	39150 m ²
Gedung terminal	-	25.813 m ²
Gudang	-	56.200 m ²
Areal parkir	-	4.500 m ²
	-	67 cm
Rigid pavement	-	30,5 cm (FAA)
	-	34 cm (PCA)

Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh penulis terhadap keadaan bandar udara Wamena untuk saat ini maka, penulis ingin memberikan beberapa saran untuk jika dikemudian hari ketika perlu diadakan pengembangan adalah sebagai berikut:

1. Setidaknya perlu diadakan koreksi terhadap landas pacu bandar udara Wamena yang ada saat ini diantaranya koreksi terhadap elevasi, temperatur dan slope.
2. Untuk pesawat boeing 737-300 yang sedang beroperasi di Bandar udara Wamena saat ini perlu di cek standar dari ICAO untuk kebutuhan landas pacu yang diperlukan apakah memenuhi syarat.
3. Pada perencanaan ini direncanakan untuk 20 tahun kedepan yaitu mulai dari tahun 2015 sampai dengan tahun 2034, sehingga diatas dari tahun 2034 perlu diadakan evaluasi kembali untuk pengembangan bandar udara Wamena.
4. Untuk Bandar udara Wamena hingga saat ini belum dipasang fasilitas rambu perlampuan seperti ILS (*Instrument Landing System*) sehingga layanan penerbangan dipadatkan dimulai dari pagi hingga sore saja. Sehingga ketika dimana ada permintaan pergerakan meningkat maka penerbangan malam dapat dilakukan, maka perlu di pasang lampu rambu pada Bandar udara Wamena.
5. Untuk perencanaan pengembangan dipakai pesawat rencana boeing 737-400 namun pada landasan perencanaan pengembangan ini dapat dapat didarati oleh pesawat yang lebih besar dalam hal ini pesawat boeing 737-800 dengan syarat Maximum take off Weight (MTOW) dikurangi hingga sama atau kurang dari 60.083 kg.

DAFTAR PUSTAKA

Basuki, H. **Merancang Merencana Lapangan Terbang**. Bandung : Alumni, 2008

Data Klimatologi. 2009-2013. Kantor Stasiun Meteorologi Bandar Udara Wamena.

Felicia geiby, Dondokambey. **Perencanaan Pengembangan Bandar Udara Sepinggian Balikpapan**, Skripsi, Fakultas Teknik Unsrat Manado, 2013

Horonjeff, R. **Planning And Design Of Airport**. Second Edition, New york : MacGraw – Hill Book Company, 1975

ICAO, Aerodrome Design Manual Parth 1 Edition, 2006

- Jansen, F., 2007. *Pelengkap Kuliah Lapangan Terbang*, Universitas Sam Ratulangi Manado
- Jayawijaya dalam angka 2014. Badan Pusat Statistik Kabupaten Jayawijaya, Prov. Papua
- Jimmy, Regel. **Perencanaan Pengembangan Bandar Udara Kuabang Kao Di Kabupaten Halmaera Utara Propinsi Maluku Utara**, Skripsi, Fakultas Teknik Unsrat Manado, 2014
- Kementerian Perhubungan, Direktorat Jendral Perhubungan Udara, Bandar Udara Wamena, Data umum dan Produksi Angkutan udara tahun 2009-2013
- Khana,S.K & Aurora,M.G. 1979. *Airport Planning and Designn 3 edition India*, New Chand & Bross.
- Riardi, Duold. **Perencanaan Pengembangan Bandar Udara Sentani Di Kabupaten Jayapura Propinsi Papua**, skripsi, Fakultas Teknik Unsrat Manado, 2008
- Wardhani Sartono,H, *AIRPORT ENGINEERING*, 1992