

PERENCANAAN PENGEMBANGAN BANDAR UDARA WASIOR DI KABUPATEN TELUK WONDAMA PROPINSI PAPUA BARAT

Irwanto L. Pongsipulung

Freddy Jansen , Audie L. E. Rumayar

Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado

Email: irwan_pongsipulung@yahoo.co.id

ABSTRAK

Kabupaten Teluk Wondama merupakan Kabupaten yang dahulunya di mekarkan dari Kabupaten Manokwari dan saat ini sedang giat-giatnya membenahi dan meningkatkan sarana infrastruktur yang ada terutama di ibukota Wasior. Bandar udara Wasior saat ini tergolong sebagai bandara perintis dengan jenis pesawat yang beroperasi Cessna Caravan 208A sehingga dianggap perlu untuk ditingkatkan kemampuan pelayanannya agar dapat memenuhi permintaan masyarakat serta ikut menunjang pertumbuhan dan perkembangan daerah.

Dalam merencanakan pengembangan suatu lapangan terbang harus memperkirakan arus lalu lintas di masa yang akan datang. Dengan menganalisa data lima tahun jumlah penumpang, bagasi dan cargo menggunakan analisa regresi dapat diramalkan arus lalu lintas dimasa yang akan datang sehingga pengembangan bandar udara dianggap perlu dilakukan atau tidak. Berdasarkan data-data primer yang diperoleh dari bandara seperti data klimatologi, data karakteristik pesawat, data tanah, keadaan Topografi dan data existing bandara digunakan sebagai acuan dalam merencanakan pengembangan bandar udara.

Untuk pengembangan bandar udara Wasior yang akan direncanakan adalah Runway, Taxiway, Apron, Terminal penumpang, Gudang dan Parkir kendaraan.

Berdasarkan hasil perhitungan yang mengacu pada standar Internasional Civil Aviation organization (ICAO) dengan pesawat rencana ATR 42-200 maka dibutuhkan panjang landasan 1.735 meter lebar 45 meter dan jarak antara sumbu landasan pacu dan sumbu landasan hubung adalah 175 meter lebar total taxiway 25 meter dengan tebal perkerasan lentur 60 Cm, luas apron $177 \times 59 = 6.903 \text{ m}^2$, tebal perkerasan rigid pada apron Metode Federal Aviation Administration (FAA) = 19 Cm sedangkan dengan metode Portland Cemen Asosiation (PCA) = 18 Cm, luas terminal penumpang 2504 m^2 , luas gudang 41 m^2 dan luas pelataran parkir 425 m^2 .

Kata kunci: Kabupaten Teluk Wondama, Pengembangan Bandar Udara, Runway, Taxiway, Apron.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Kabupaten Teluk Wondama secara astronomis terletak pada koordinat $132^{\circ}35' - 134^{\circ}45'$ BT dan $00^{\circ}15' - 03^{\circ}25'$ LS. Yang memiliki daratan seluas $3.959,53 \text{ Km}^2$ (sumber: Badan pusat statistik kabupaten Teluk Wondama 2014).

Kabupaten Teluk Wondama merupakan daerah yang sangat tergantung transportasi udara, karena dari segi tingkat perekonomian dan pariwisata kedua sektor ini akan memberikan keuntungan bagi daerah ini tetapi harus didukung dengan penyediaan fasilitas-fasilitas penunjang seperti transportasi, salah satunya transportasi udara. Dalam hal ini Teluk Wondama sebagai salah satu daerah yang sedang mengalami perkembangan tentu saja sangat bergantung pada

jasa transportasi terutama transportasi udara karena mengingat efisiensi waktu yang di tawarkan sangat singkat di mana transportasi udara merupakan Alternatif yang cepat dan sangat tepat untuk di pakai guna kepentingan darurat.

Untuk mengantisipasi perkembangan pembangunan di kabupaten Teluk Wondama maka dalam perencanaannya, Bandar Udara Wasior pada tahun-tahun kedepan dapat melayani arus lalu lintas udara dengan jenis pesawat yang lebih besar seperti tipe ATR 42-200.

Maksud dan tujuan penulisan

Berdasarkan latar belakang diatas maka maksud dan tujuan penulisan ini adalah Merencanakan Bandar Udara Wasior dengan pesawat ATR 42-200 sebagai pesawat rencana.

Sehingga diharapkan dengan adanya pengembangan Bandar Udara Wasior maka tingkat pelayanan yang diberikan kepada pengguna jasa transportasi udara dapat maksimal dalam mengatasi lonjakan penumpang ditahun-tahun mendatang.

Pembatasan Masalah

Ruang lingkup penelitian ini hanya terbatas pada perencanaan runway, taxiway, exit taxiway, apron, dan 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

Dalam penelitian ini penulis berharap kiranya dapat memberikan manfaat bagi mahasiswa/mahasiswi Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi dalam menunjang pembelajaran perencanaan pengembangan Bandar Udara dalam bidang transportasi khususnya transportasi udara. Dan juga agar menjadi pertimbangan dalam memberikan informasi bagi para perencana, kontraktor maupun pemerintah dalam hal pengembangan dan peningkatan bandar udara dimasa yang akan datang.

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:

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

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

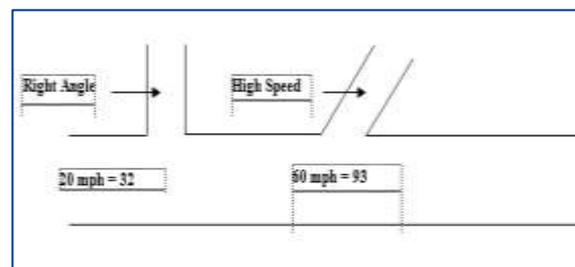
KODE ANGKA	Code Letter				
	A	B	C	D	E
1	18 m	18 m	18 m		
2	23 m	23 m	23 m		
3	30 m	30 m	30 m	45 m	
4			45 m	45 m	45 m

*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 shouldes 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 "Merencanakan Merancang Lapangan Terbang" hal 203)

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%

$$L2 = L1 (1+1\% \times (\frac{T_{ref}-T0}{5,6}))..... (7)$$

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)	38m (125 ft)	25m (82 ft)	-	-
	93m (306 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, "Merancang,Merencana Lapangan Terbang",hal 192)

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 mengurangkan 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.

B nilai T = 45 menit.
 C nilai T = 30 menit.
 D = E nilai T = 20 menit.

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 :

$$G = \frac{VxT}{U} \dots\dots\dots(10)$$

(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 Through 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.

Menghitung Ukuran Gate

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

Turning radius (r)

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

$$D = (2 \times r) + \text{wing tip clearance} \dots\dots(11)$$

Menghitung Perkerasan Apron

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

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 menunjukkan bahwa beton dengan modulus keruntuhan 600-700 psi akan menghasilkan perkerasan yang paling ekonomis.
 - Gunakan data-data, *flexural strenght*, 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:

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

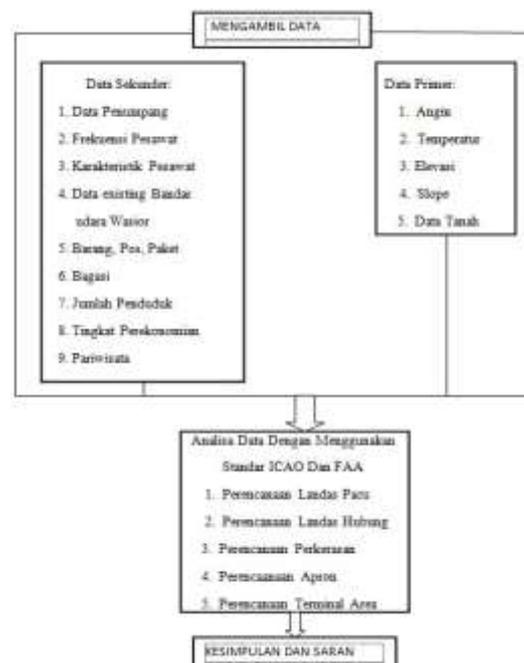
Untuk merencanakan luas parkir kendaraan, terlebih dahulu dihitung besarnya jumlah penumpang pada jam sibuk. Maka diperkirakan untuk 2 orang penumpang menggunakan 1 kendaraan. Sedangkan luas rata-rata parkir 1 kendaraan adalah (2,6 × 5,5) m

METODOLOGI PENELITIAN

Metode Penelitian

Penulisan 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 Wasior.



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 kecendrungan yang terjadi dari data-data yang ada saat ini. Dengan mengetahui kecendrungan 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 :

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

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 :

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

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 :

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

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

PEMBAHASAN

Kondisi Existing Bandar Udara Wasior

Data Umum

Nama Kota : Wasior
 Nama Bandara : Wasior
 Kelas Bandara : III (Tiga)
 Pengelola : Ditjen Perhubungan Udara-Kementerian Perhubungan
 Jam Operasional : 08.00–16.00
 UTC, MON-SUN (06.00 - 16.00Wit)
 Klasifikasi Operasi : -
 Kemampuan Operasi : Cessna Caravan 208A
 Kordinat Lokasi : 04.05.89 S / 138.57.17 E
 Kategori PKP-PK : V (Lima)
 Elevasi : 15 m DPL

Sisi Udara

Runway Area (Daerah Landasan Pacu):
 Panjang Runway : 600 m
 Lebar Runway : 18 m
 Arah Landasan : 18 – 36

Apron :

a. 40m x 20m

Analisa Arus Lalu Lintas Udara Tahunan

Analisa Pesawat

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

Tabel 5 Data Pesawat Tahun 2010-2014

Tahun	Jumlah Pesawat		
	Tiba	Berangkat	Total
2010	300	310	610
2011	340	342	682
2012	379	379	758
2013	405	407	812
2014	468	469	937

(Sumber : Kantor Bandar Udara Wasior)



Gambar 4 Diagram Pergerakan Pesawat

Dari hasil analisa perhitungan regresi pesawat menunjukkan bahwa koefisien korelasi terbesar dan mendekati data awal *analisa regresi Exponensial* dengan $r = 0,995$, jadi untuk meramalkan jumlah pesawat digunakan regresi Exponensial.

Tabel 6 Ramalan Jumlah Pesawat

Tahun	X	Regresi Exponensial
2020	10	1559.264
2025	15	2622.7244
2030	20	4411.4949

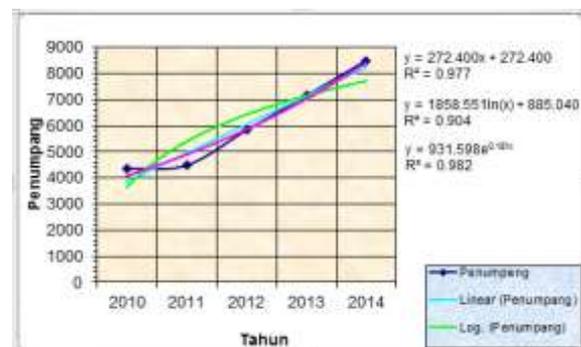
Analisa Penumpang

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

Tabel 7 Data Penumpang Tahun 2010-2015

Tahun	Jumlah Penumpang		
	Datang	Berangkat	Total
2010	674	675	1349
2011	740	740	1480
2012	1417	1417	2834
2013	1575	1575	3150
2014	2256	2248	4504

(Sumber : Kantor Bandar Udara Wasior)



Gambar 5 Diagram Pergerakan Penumpang

Dari hasil analisa perhitungan regresi penumpang menunjukkan bahwa koefisien korelasi terbesar dan mendekati data awal *analisa regresi Exponensial* dengan $r = 0,982$, jadi untuk meramalkan jumlah pesawat digunakan regresi Exponensial.

Tabel 8 Ramalan Jumlah Penumpang

Tahun	X	Regresi Linier
2020	10	5692.4806
2025	15	14071.4245
2030	20	34783.604

Analisa Bagasi

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

Tabel 9 Data Bagasi Tahun 2010-2014

Tahun	Bagasi		
	Bongkar	Muat	Total
2010	14802	10778	25580
2011	13781	11827	25608
2012	15693	11749	27442
2013	19827	12125	31952
2014	16723	17301	33724

(Sumber : Kantor Bandar Udara Wasior)



Gambar 6 Diagram Pergerakan Bagasi

Dari hasil analisa perhitungan regresi Bagasi menunjukkan bahwa koefisien korelasi terbesar dan mendekati data awal *analisa regresi Exponensial* dengan $r = 0,954$, jadi untuk meramalkan jumlah pesawat digunakan regresi Exponensial.

Tabel 10 Ramalan Jumlah Bagasi

Tahun	X	Regresi Logaritma
2020	10	49570.463
2025	15	73214.621
2030	20	108136.589

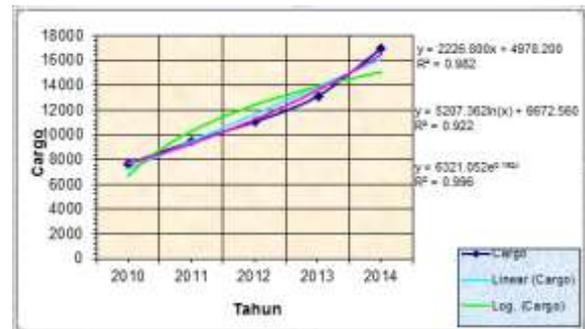
Analisa Cargo

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

Tabel 11 Data Cargo Tahun 2010-2014

Tahun	Barang		
	Bongkar	Muat	Total
2010	5791	1870	7661
2011	7516	1959	9475
2012	8463	2596	11059
2013	7453	5678	13131
2014	8390	8553	16967

(Sumber : Kantor Bandar Udara Wasior)



Gambar 7 Diagram Pergerakan Cargo

Dari hasil analisa perhitungan regresi Bagasi menunjukkan bahwa koefisien korelasi terbesar dan mendekati data awal *analisa regresi Exponensial* dengan $r = 0,996$, jadi untuk meramalkan jumlah pesawat digunakan regresi Exponensial.

Tabel 12 Ramalan Jumlah Cargo

Tahun	X	Regresi Linier
2020	10	43115.633
2025	15	112604.947
2030	20	294089.943

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 Wasior terletak pada arah 18 – 36.

Dari hasil analisa wind rose arah N-S 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 Wasior yang ada saat ini adalah 600 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 ATR 42-200 dengan kode 2C mempunyai nilai ARFL (*Aero Reference Field Length*) = 1010 m dan wingspan 24,6 m.

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

- Pesawat rencana = ATR 42-200 Kode 2C (ICAO Parth 1 hal. A 1-4)
- ARFL = 1010 m (ICAO Parth 1 hal. A 1-4)
- Elevasi = 15 m
- Slope = 2%
- Temperature = 27,6°C

Koreksi terhadap elevasi

$$L1 = L0 \times \left(1 + \frac{7}{100} \times \frac{H}{300}\right) = 1013,535 \text{ m}$$

Koreksi terhadap temperatur

$$L2 = L1 \times [1 + 0,01 \times (T_{ref} - (15 - 0,0065 H))] = 1445,123 \text{ m}$$

Koreksi terhadap slope

$$L3 = L2 \times (1 + 0,1 \times \text{slope}) = 1445,123 \times (1 + 0,1 \times 1\%) = 1734,147 \text{ m} \approx 1735 \text{ m}$$

Lebar runway

Lebar runway yang direncanakan akan ditentukan berdasarkan pada kode huruf dan angka dari pesawat rencana, maka untuk Pesawat rencana ATR 42-200 Sesuai dengan Aerodrome Reference Code yang dikeluarkan ICAO mempunyai kode huruf C dan kode angka 2, sehingga bandar udara Wasior dalam pengembangannya memerlukan lebar runway, bahu landasan, kemiringan bahu dan kemiringan melintang sebagai berikut:

- Lebar runway = 30m
- Bahu landasan = 15m
- Lebar total runway = 45 m
- Kemiringan melintang = 1,5%
- Kemiringan bahu = 2,5%

Menentukan Lebar Exit Taxiway

Untuk menentukan exit taxiway digunakan rumus sebagai berikut :

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

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 **ATR 42-200** termasuk dalam pesawat group C → F. Jansen, 2007 “Pelengkap Kuliah Lapangan Terbang“, hal 26

- S_1 = 222 km/jam = 62 m/det
- S_2 = 32 km/jam = 9 m/dt
- a = 2.25 m/dt

Jarak touchdown = 450 m

$$D = \frac{62^2 - 9^2}{2 \times 2,25} = 836,223 \text{ m}$$

Distance to Exit Taxiway = 450 m + 836,223 m = 1286,223 m → L_0

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 %

$$L_1 = L0 \left(1 + 3\% \times \frac{h}{300}\right) = 1286,223 \left(1 + 3\% \times \frac{15}{300}\right) = 1288,152 \text{ m}$$

Koreksi terhadap temperature

Syarat ICAO yaitu setiap kenaikan 5,6° C diukur dari 15° C, jarak bertambah 1%.

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

$$L_2 = 1288,152 \times \left\{ 1 + 1\% \times \left(\frac{27,68 - 15}{5,6} \right) \right\}$$

$$L_2 = 1317,319 \text{ m} \approx 1318 \text{ m}$$

Jadi bandar udara Wasior direncanakan akan membutuhkan jarak dari *threshold* sampai titik awal *exit taxiway* dengan pesawat rencana ATR 42-200 adalah **1318 m**.

Lebar Taxiway

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

Tabel 13 Lebar Taxiway

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

(Sumber : (H. Basuki, 1984. “Merancang, merencanakan lapangan terbang”, hal 192)

Berdasarkan pesawat rencana ATR 42-200 yang akan mendarat di bandar udara Wasior termasuk dalam kategori kelas 2C.

Lebar taxiway = 15 m

Lebar total taxiway dan *shoulder* = 25 m

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

$$Jrt = 0,5 \times (LS + W_1)$$

Dimana :

LS = lebar strip area total

W₁ = lebar wingspan pesawat rencana.

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)

Dari table tersebut diperoleh *runwaystrip* untuk lapangan terbang dengan kode angka 2 untuk jenis pendekat instrument adalah 300 m dengan lebar total 300m. maka klasifikasi

bandara kode angka 2 lebar total 150 m dan W₁ = 24,6 m.

$$Jrt = 0,5 \times (LS + W_1)$$

$$= 0,5 \times (300 + 24,6)$$

$$= 168 \text{ m} \approx 175 \text{ m}$$

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 berikut ini :

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	75
45 - 135°	15.0	50	30.0	100
More than 135°	60.0	200	60.0	200

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

PENUTUP

Kesimpulan

Dari analisa dan perhitungan Perencanaan Pengembangan Bandar Udara Wasior di kabupaten Teluk Wondama Propinsi Papua Barat, disimpulkan sebagai berikut :

Tabel 16 hasil Pengembangan

	Sebelum pengembangan	Sesudah pengembangan
Arah runway	18-36	18-36
Runway	600 m	1735 m
Jarak dari threshold ke taxiway:		
Dari arah azimuth 18	-	1318 m
Dari arah azimuth 36	-	1318 m
Apron	800 m ²	6903 m ²
Gedung terminal	-	2475 m ²
Gudang	-	41 m ²
Areal parkir	-	425 m ²
Fleksibel pavement	-	60 cm
Rigid pavement	-	19,05 cm (FAA) 18,8 cm (PCA)

Saran

1. Berdasarkan survey langsung di lokasi bandar udara, pesawat yang beroperasi dan fasilitas pendukung di bandara Wasior belum cukup mampu untuk menampung pengguna jasa transportasi karena semakin meningkatnya volume penumpang, oleh sebab itu jumlah pesawat dan fasilitas pendukung di bandara harus segera ditingkatkan.

2. Pemerintah daerah giat melakukan promosi ke berbagai daerah agar banyak wisatawan yang hendak berkunjung ke Kabupaten Teluk Wondama sehingga berdampak langsung pada peningkatan frekuensi penerbangan.
3. Mengingat pada tahun-tahun yang akan datang akan terjadi lonjakan penumpang maka pemerintah daerah perlu mengantisipasinya dengan memasukkan pesawat yang lebih besar yaitu pesawat ATR 42-200 dan mengundang maskapai penerbangan lain untuk dapat beroperasi di daerah ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Arief, D.E. 2005. **Perencanaan Pengembangan Bandar Udara Domine Eduard Osok di Kotamadya Sorong Propinsi Irian Jaya Barat**. Skripsi, Fakultas Teknik Unsrat Manado.
- Basuki, H 1986. **Merancang Merencana Lapangan Terbang**. Alumni Bandung
- Horonjeff, R. 1975. **Planning and Design of Airport**. Second Edition. New York Mac Graw – Hill Book Company.
- International Civil Aviation Organization (ICAO). 1999. **Aerodromes-Annex 14 International Standards & Recommended Practices**. 3rd Edition. Canada.
- Jansen, F. 2007. **Pelengkap Kuliah Lapangan Terbang**. Universitas Sam Ratulangi. Manado.
- Khana, S.K, Aurora, M.G. 1979. **Airport Planing and Design**. 3rd Edition. India; Nem Chan Broos.
- Kantor Bandar Udara Wasior. 2015. **Data Lalu Lintas Udara Tahun 2010-2014 Dan Data Teknis**. Teluk Wondama.
- Kantor BPS Kabupaten Teluk Wondama. 2015 **Kabupaten Teluk Wondama dalam Angka**
- Kosasih, D dan Fibryanto, A. 2006. **Analisis Kerusakan Retak Lelah pada Stuktur Perkerasan Kaku Landasan Pesawat Udara Dengan Menggunakan Program Airfield**. pdf. Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- Putra Pranoto. D. 1998. **Lalulintas dan Landas Pacu Bandar Udara**. Universitas Admajaya; Yogyakarta.
- Suryawan. A. 2005. **Perkerasan Beton Semen Portland (Rigid Pavement)**. Beta offset; Yogyakarta.
- Wardhani, S.H. 1992 **Air Port Engineering**. Civil Engineering Gajah Mada University.
- www.ilmutekniksipil.com
- www.wheeltrack.com. (**Jarak Antar Roda**).
- Yoder, E.J, Wiczack, M.W/Awiley-Intercience Publication; 1975. **Principles Of Pavement Design**. Canada.