

RENCANA PENGEMBANGAN BANDAR UDARA NAHA KABUPATEN KEPULAUAN SANGIHE PROVINSI SULAWESI UTARA

Agata Desiwanty Kiding Allo

Theo K. Sendow, Steve Ch. N. Palenewen

Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sam Ratulangi Manado

Email: kidingalloagata@gmail.com

ABSTRAK

Kabupaten Kepulauan Sangihe terletak di Provinsi Sulawesi Utara, Indonesia. Kabupaten ini adalah pemekaran Kabupaten Kepulauan Sangihe dan Talaud pada tahun 2000. Wilayah Kepulauan Sangihe memiliki produksi domestik dari perikanan laut, pertanian dan perkebunan yang sangat meningkat dan juga memiliki destinasi wisata yang dapat dikunjungi. Untuk itu pemerintah setempat terus berupaya meningkatkan investasi dari segala aspek. Bandar Udara Naha saat ini tergolong sebagai bandara perintis dengan jenis pesawat yang beroperasi ATR72-600. Guna mengimbangi pertumbuhan ekonomi dan pariwisata ini diharapkan juga diikuti dengan pertumbuhan dan perbaikan infrastruktur yang ada, salah satunya adalah bandara.

Perencanaan ini dilakukan menggunakan data sekunder dan data ramalan selama 20 tahun kedepan dengan menggunakan 3 metode, yaitu trend linier, logaritma, dan eksponensial. Data yang diperlukan antara lain data Klimatologi, Data Penumpang, Data Bagasi. Selanjutnya menghitung ukuran runway, taxiway, dan apron dengan menggunakan data ramalan yang ada dan data pesawat rencana yaitu B737-900ER. Perencanaannya mengacu pada standar ICAO,

Perencanaan ini meliputi perencanaan Runway, Taxiway, dan Apron. Untuk bagian sisi darat seperti terminal penumpang, gudang, dan parkir kendaraan hanya akan dihitung luasannya.

Berdasarkan hasil perhitungan yang mengacu pada standar yang dikeluarkan International Civil Aviation Organisation (ICAO), maka dibutuhkan ukuran runway 2.724 x 60 meter, taxiway 168 x 25 meter, dan apron 93 x 98 meter, luas gedung terminal 17000m², luas gudang 43m², dan luas pelataran parkir adalah 2000m².

Kata kunci: Bandar Udara Naha, Rencana Pengembangan Bandar Udara, Runway, Taxiway, Apron, Terminal Penumpang.

PENDAHULUAN

Latar belakang

Bandar Udara adalah lapangan terbang yang digunakan untuk mendarat dan lepas landas pesawat udara, naik turun penumpang, bongkar muat kargo dan pos, serta dilengkapi fasilitas keselamatan penerbangan. Di Indonesia transportasi udara memegang peranan penting pada masa ini, dimana Indonesia merupakan Negara kepulauan. Seiring dengan berkembangnya perekonomian, dan pariwisata suatu daerah membuat Bandar udara sangatlah dibutuhkan keberadaannya.

Kabupaten Kepulauan Sangihe adalah sebuah kabupaten di Provinsi Sulawesi Utara, Indonesia. Kabupaten ini berasal dari pemekaran Kabupaten Kepulauan Sangihe dan Talaud pada tahun 2000. Ibu kota kabupaten ini adalah Tahuna. Secara geografis terletak di antara 4° 4' 13'' - 4° 44' 22'' Lintang Utara, 125° 9' 28'' -

125° 56' 57'' Bujur Timur, dengan luas wilayah 1.012,94 km². Wilayah Kepulauan Sangihe terdiri atas dataran tinggi berupa pegunungan yang menghasilkan produk perkebunan sebanyak 17.413 ton pada tahun 2015, dataran rendah dengan potensi produk pertanian sebanyak 6.436 ton pada tahun 2015, dan juga kelautan dengan potensi produk perikanan sebanyak 8.528,60 ton pada tahun 2015. dapat dilihat bahwa produk domestik dari perikanan laut, pertanian dan perkebunan di daerah ini sangat meningkat pesat. Untuk itu pemerintah setempat terus berupaya meningkatkan investasi dari segala aspek.

Kabupaten Kepulauan Sangihe juga memiliki destinasi wisata berupa Pantai Ria, Pantai Pananualeng, Puncak Pusunge, Gunung Api Bawah Laut "Banua Wuhu", Spot Diving Pulau Para dan lain-lain yang menarik wisatawan asing atau domestik berkunjung ke Kabupaten Kepulauan Sangihe. Guna mengimbangi pertumbuhan ekonomi dan pariwisata ini

diharapkan juga diikuti dengan pertumbuhan dan perbaikan infrastuktur yang ada, salah satunya adalah bandara.

Pada saat ini kabupaten kepulauan sangihe sudah memiliki Bandar Udara di Bandara Naha, yang terletak di Kecamatan Tahuna. Bandar Udara ini berjarak sekitar 16 km dari pusat kota dan memiliki ukuran landasan pacu 1.600 x 30m. Dengan panjang Runway tersebut, hanya mampu melayani pergerakan pesawat jenis ATR 72-600 dengan kapasitas 70 kursi penumpang. Tetapi seiring berkembangnya waktu, jumlah penumpang di Bandara Naha terus mengalami lonjakan. Dari data Bandara Naha Kabupaten Sangihe pada 2011 sebanyak 8.994 orang, 2012 sebanyak 11.384 orang, 2013 sebanyak 19.063 orang, 2014 sbanyak 21.608 orang dan tahun 2015 sebanyak 25.072 orang, sehingga membuat pelayanan bandara semakin ditingkatkan.

Oleh karena itu perlu dilakukan pengembangan untuk fasilitas bandara terutama penambahan panjang runway, kebutuhan taxiway, dan luas apron, yang akan menggunakan pesawat rencana Boeing 737-900 ER dengan ARFL 2256. Dengan pesawat rencana Boeing 737-900 ER dapat menampung muatan yang lebih besar pada saat terjadi Bencana.

Berdasarkan latar belakang diatas, penulis mengambil judul “Rencana Pengembangan Bandar Udara Naha Kabupaten Kepulauan Sangihe Provinsi Sulawesi Utara”. Diharapkan dengan adanya Pengembangan Bandar Udara Naha dapat mendukung pengembangan potensi daerah dan pariwisata serta menunjang perekonomian daerah.

Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut dapat diketahui rumusan permasalahan yang terdapat pada penelitian ini yaitu bagaimana rencana pengembangan Bandar Udara Naha, Kabupaten Kepulauan Sangihe provinsi Sulawesi Utara 20 tahun yang akan datang.

Batasan Masalah

Ruang lingkup penelitian ini hanya terbatas pada perencanaan runway, taxiway, apron, serta 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 rencana pengembangannya.

Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang diatas maka maksud dan tujuan penulisan ini adalah:

1. Membuat perencanaan fasilitas sisi darat: terminal area, pelataran parkir, gudang.
2. Membuat perencanaan fasilitas sisi udara: runway atau landas pacu, taxiway atau landas hubung, apron atau tempat parkir pesawat.

Manfaat

Dalam penelitian ini penulis berharap kiranya perencanaan ini dapat memberikan manfaat dalam bidang transportasi khususnya transportasi udara sebagai bahan masukan dan pertimbangan di dalam mendesain atau merencanakan suatu bandar udara dan juga dapat memberikan informasi bagi para perencana, kontraktor maupun pemerintah dalam hal perencanaan bandar udara dimasa yang akan datang.

LANDASAN TEORI

Komponen Lapangan Terbang

Untuk mendukung semua kegiatan yang berlangsung dalam lapangan terbang tersebut maka komponen-komponen lapangan terbang harus yang memadai dan berfungsi dengan baik.

Komponen-komponen dari lapangan terbang yang dimaksudkan adalah:

- a. *Runway* atau landas pacu
- b. *Taxiway* atau landas hubung
- c. *Apron*
- d. Terminal *building* atau gedung terminal
- e. Gudang
- f. *Tower* atau menara kontrol
- g. Fasilitas Keselamatan (Pemadam Kebakaran)
- h. *Utility* (Fasilitas listrik, telepon, dan bahan bakar)

Klasifikasi Lapangan Terbang

Untuk menetapkan standar perencanaan dari Lapangan Terbang, dua badan penerbangan internasional yaitu ICAO (*International Civil Aviation Organization*) dan FAA (*Federal Aviation Administration*) telah menetapkan syarat-syarat dari suatu 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 yang berdasarkan *Aeroplane Reference Field Length* (ARFL) atau panjang minimum dari *Runway*

yang dibutuhkan (panjang pada kondisi standar). Elemen kedua adalah kode huruf yang berdasarkan lebar sayap pesawat (*Wingspan*) dan jarak terluar 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	< 800m	A	< 15 m	< 4,5m
2	800m < 1.200m	B	15m-< 24m	4,5m-< 6m
3	1.200m < 1.800m	C	24m-< 36m	6m-< 9m
4	≥ 1.800 m	D	36m-< 52m	9m-< 14m
		E	52m-< 60m	9m-< 14m
		F	65m-< 80m	9m-< 16m

Klasifikasi Menurut FAA

FAA mengklasifikasikan lapangan terbang dalam dua kategori yaitu :

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

Menentukan Panjang Runway

Yang mempengaruhi panjang landasan dari suatu bandar udara adalah temperatur, angin permukaan, kemiringan landas pacu, serta ketinggian landas pacu dari permukaan air laut.

Untuk perhitungan landas pacu, dipakai standart *Aeroplane Field Length (ARFL)*. Menurut ICAO, ARFL adalah landasan pacu minimum yang dibutuhkan untuk lepas landas padaa kondisi standar atmosfer 15° F, tidak ada angin bertiup, elevasi muka laut sama dengan nol, landas pacu tanpa kemiringan dan keadaan pesawat *maximum sertificated takeoff weight (MTOW)*.

Persyaratan ICAO mengoreksi panjang pesawat terhadap elevasi, temperatur, dan *slope* sesuai dengan kondisi bandara.

Koreksi Terhadap Elevasi

Berdasarkan persyaratan ICAO, ARFL bertambah 7% setiap kenaikan 300 m (1000ft) dihitung dari ketinggian muka laut, maka panjang landasan yang harus dikoreksi terhadap elevasi dapat dirumuskan sebagai berikut:

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

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

Berdasarkan ICAO, panjang landasan harus dikoreksi terhadap temperatur sebesar 1% untuk setiap kenaikan 1° C, sedangkan setiap kenaikan 1000 m dari muka laut rata-rata temperatur turun 6,5° C. Dengan dasar ini, ICAO menyarankan hitungan koreksi temperatur terhadap panjang landasan yang dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

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

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

Berdasarkan ICAO, setiap kenaikan *slope* 1% panjang landas pacu bertambah 10%. Sehingga dapat dihitung panjang landas pacu yang dibutuhkan oleh suatu pesawat rencana dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$L3 = L2 \times (1 + 0,1 \times slope) \quad (3)$$

dimana :

L3 = Panjang landasan yang dibutuhkan oleh pesawat rencana (m)

L2 = Panjang landasan setelah dikoreksi terhadap temperetur (m)

Menentukan Lebar Landas Pacu

Dalam menentukan lebar landasan pacu dapat diambil sesuai dengan persyaratan yang di keluarkan *ICAO*. Secara umum dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 2 Lebar Perkerasan Landasan

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

a. Lebar landasan presisi harus tidak kurang dari 30 m (100 ft) untuk kode angka 1 atau 2

Sumber: Heru Basuki (1984)

Perencanaan Landas Hubung (Taxiway)

Taxiway adalah jalur yang menghubungkan antara *Runway* dan *Apron* yang fungsinya utamanya adalah sebagai jalan keluar masuk pesawat dari *Runway* ke bangunan terminal dan

sebaliknya, atau dari *Runway* ke Hanggar pemeliharaan yang dipersiapkan. *Taxiway* diatur sedemikian rupa, sehingga pesawat yang baru mendarat tidak mengganggu pesawat lain yang siap menuju ujung lepas landas.

Menentukan Lokasi Exit Taxiway

Fungsi dari *Exit taxiway* atau biasa disebut *turn off* adalah menekan sekecil mungkin waktu penggunaan landasan oleh pesawat yang baru saja mendarat. *Exit taxiway* dapat ditempatkan dengan menyudut siku-siku terhadap landasan atau sudut lain terhadap landas pacu. Apabila sudut ini besarnya 30°, *exit taxiway* ini disebut *exit taxiway* kecepatan tinggi (*high speed exit*) yang dirancang untuk pesawat yang harus cepat keluar meninggalkan landasan.

Untuk menentukan lokasi *exit taxiway* yang harus diperhatikan adalah sebagai berikut:

1. Jarak dari *threshold* ke *touchdown*
2. Kecepatan waktu *touchdown*
3. Jarak dari *touchdown* sampai titik A

Untuk menentukan *exit taxiway* digunakan rumus sebagai berikut :

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

dimana :

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

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

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%.

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

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

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

Apron

Apron merupakan bagian dari lapangan terbang yang disediakan untuk memuat, dan

menurunkan penumpang maupun barang dari pesawat, pengisian bahan bakar, parkir pesawat serta pengecekan alat mesin untuk pengoperasian selanjutnya.

Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi ukuran sebuah *apron*:

1. Jumlah *gate position*
2. Ukuran *gate*
3. *Wing tip clearance*
4. *Clearance* antara pesawat yang sedang *taxiing* dan sedang parkir di *apron*
5. Konfigurasi bangunan terminal
6. Efek *jet blast*
7. 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:

$$G = \frac{VxT}{U} \dots\dots\dots (8)$$

(R. Horonjeff, 1975)

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

$$U = 0,5 - 0,6$$

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 or no serving* T = 20 – 30 menit, untuk *Turn around flight (complete serving)* T = 40 – 60 menit.

Pengambilan harga T:

Pesawat kelas	A	T = 60 menit
	B	T = 45 menit
	C	T = 30 menit
	D = E	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)

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

$$D = (2 \times r) + wing\ tip\ clearance(10)$$

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 3 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)

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.

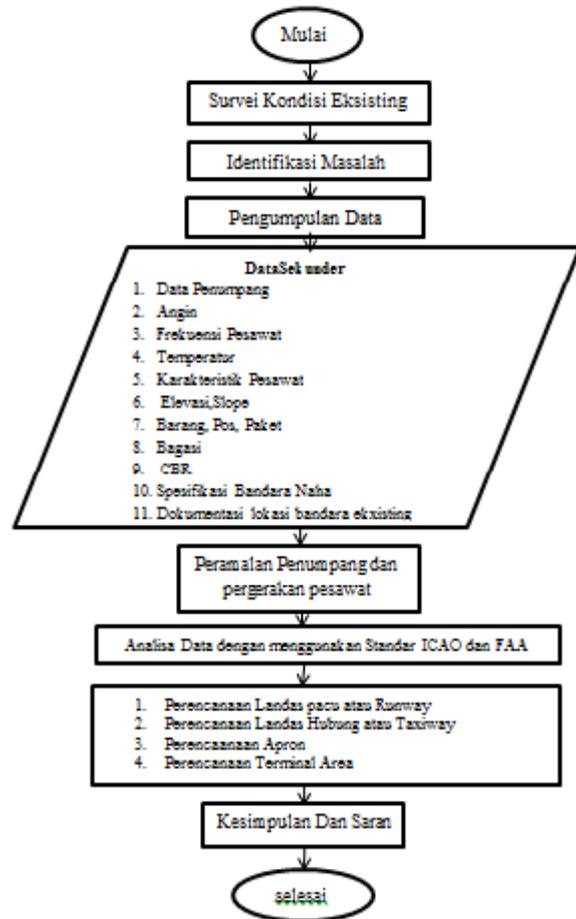
Perencanaan Area Parkir

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

Penelitian dilakukan dengan cara mengadakan peninjauan langsung ke lokasi dan mengumpulkan data yang diperlukan untuk Rencana Pengembangan Bandar Udara Naha Kepulauan Sangihe. Data-data tersebut diambil pada instansi-instansi terkait seperti Departemen Perhubungan, Kantor Bandar Udara Naha menyangkut data teknis serta data arus lalu lintas udara yang meliputi data pesawat, penumpang, barang bagasi dan pos paket. Selain itu data-data lain juga diperoleh dari Kantor Meteorologi dan

Geofisika untuk data-data angin dan temperatur serta kantor Statistik untuk data-data jumlah penduduk.



Gambar 1 Bagan Alir

Metodologi Pelaksanaan Penelitian

Perencanaan panjang landas pacu (*Run way*), didasarkan pada pesawat rencana dan di koreksi dengan faktor elevasi landasan, temperature dan slope. Dalam menentukan lebar landasan pacu, kemiringan memanjang (*Longitudinal*), kemiringan melintang (*Transversal*), jarak pandang (*Sigth distance*) pada landasan, *stopway* (*Over Run*) dan *clearway*, Peraturan dan persyaratan yang digunakan dalam perencanan ini mengacu pada ICAO (*International Civil Aviation Organisation*).

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

Perencanaan *taxiway*, menentukan *exit taxiway*, kemiringan dan jarak pandang, lebar

taxiway, kurva taxiway, perencanaan fillet. didasarkan pada data pesawat rencana dan berpedoman pada persyaratan yang dikeluarkan ICAO.

Analisa Data

Didalam merencanakan pengembangan suatu bandar udara kita harus membuat suatu ramalan atau perkiraan mengenai arus lalu lintas udara dimasadatang.pengembangan bandar udara di dasarkan pada ramalan dan permintaan (*Forecasting and Demand*). Pada dasarnya peramalan dapat di golongankan menjadi tiga bagian yakni:

- Peramalan jangka pendek sekitar 5 Tahun
- Peramalan jangka menengah sekitar 10 Tahun
- Peramalan jangka panjang sekitar 20 tahun.

Ramalan jangka panjang 20 tahun hanyalah pendekatan karena semakin jauhnya jangka suatu ramalan, maka ketepatan dan ketelitiannya akan berkurang. Ada beberapa cara untuk meramalkan permintaan (*Demand*) di waktu yang akan datang. Tiap-tiap metode peramalan bisa mempunyai perbedaan yang sangat besar. Ada metode yang rumit, tetapi mempunyai dugaan yang mendekati kebenaran. Tetapi ada juga metode memuaskan untuk jangka waktu panjang.

Metode peramalan (*Forecasting*) terdiri dari beberapa metode peramalan yang salah satunya adalah metode kecenderungan (*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 digunakan dalam perencanaan ini adalah:

- a. Trend Linier
- b. Trend Logaritma
- c. Trend Exponensial

Trend Linear

Bentuk persamaan : $Y = a + bX$

dimana : a dan b = koef regresi

X = tahun yang akan ditinjau

Y = hasil ramalan

Rumus untuk menghitung a dan b :

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

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

Rumus untuk menghitung korelasi :

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

dimana : $-1 \leq r \leq 1$

Trend Eksponensial

Bentuk persamaan : $Y = a.k^x$

dimana: a dan k = bilangan tetap, maka persamaan itu dapat diubah menjadi : $Y = a.e^{bx}$
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 : $Y = a + b \ln X$

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 : $-1 \leq r \leq 1$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Eksisting Bandar Udara Naha Sangihe

Data Umum

Nama Kota : Tahuna
 Nama Bandara : Naha
 Kelas Bandara : I (Satu)
 Pengelola : Ditjen Perhubungan Udara
 Jam Operasional : 23.00–06.00 UTC
 Klasifikasi Operasi : -
 Kemampuan Operasi : HerculesC130, B733/B732, AN12, BAE146ATR 42/72.
 Pelayanan : ADC
 Koordinat Lokasi : 03.43.00 N/125.25.00E
 Kategori PKP-PK : III (Tiga)
 Elevasi : + 16,01 Ft / 5M (MSL)

Sisi Udara

Runway Area (Daerah Landasan Pacu):
 Panjang Runway : (1.600 m x 30 m)
 Lebar Runway : 30m
 Jenis Konstruksi : Aspal Concrete
 Arah Landasan : 15 – 33
 Turning area : RWY 33
 Longitudinal Slope : 1 %
 Transitional Slope : 1.5 %
 Strength : 48.600 Lbs / PCN 16/F /C/YT
 Taxiway (Landas Hubung):
 Panjang Taxiway : 71.5m x 15m
 Longitudinal Slope : 1,0 %
 Transitional Slope : 1.5 %
 Strength : 48.600 Lbs / PCN 16/F /C/YT

Apron :

Panjang Apron : 60m x 40m
 Slope on Apron : 1,0 %
 Strength : 48.600 Lbs / PCN 16/F /C/YT

Sisi Darat

Fasilitas Telekomunikasi:
 - VHF : 123.00 MHz
 - S S B Frekuensi : 8918,7347,5 dan 9055 KHz

Navigasi:

- NDB : 1 Buah (400 KHz)

Peralatan Listrik

- Genset + Panel : 2 buah
 - CCR + Controldesk : 1 Set
 - Panel PLN : 1 buah
 - Papi : 1 set

Peralatan PKP-PK :

- Kendaraan Pemadam: 1 unit
 - Ambulance : 1 unit
 - Nurse Terder : 1 unit

Kendaraan dan Alat-alat berat:

- Mower : 1 unit
 - Grass Colector : 1 unit
 - Patroli Pick Up : 1 unit
 - Wheel Tractor : 1 unit

Analisa Arus Lalu Lintas Udara Tahunan

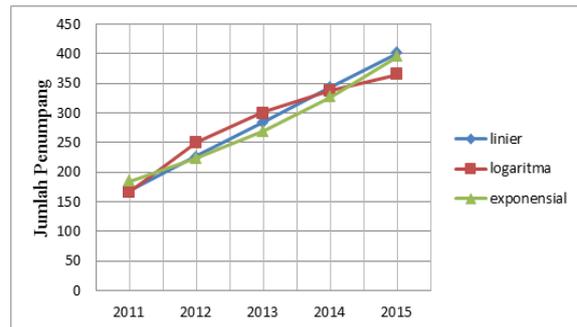
Analisa Penerbangan

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

Tabel 4 Data Penerbangan Tahun 2011-2015

Tahun	Pesawat
2011	218
2012	208
2013	208
2014	348
2015	436

Sumber : Kantor Bandar Udara Naha Tahuna



Gambar 2 Diagram Pergerakan Pesawat

Dari tabel perhitungan hasil regresi analisa pesawat diatas menunjukkan bahwa yang mempunyai koefisien korelasi terbesar dan yang mendekati data awal adalah analisa regresi Linier dengan $r = 0,877$. Jadi untuk meramalkan jumlah pesawat dimasa yang akan datang maka digunakan persamaan regresi Linier dengan persamaan yang dipakai adalah :

$$Y = 111 + 58 x.$$

Tabel 5. Ramalan Jumlah Pesawat

Tahun	X	Regresi Linier
2020	10	691
2025	15	981
2030	20	1.271

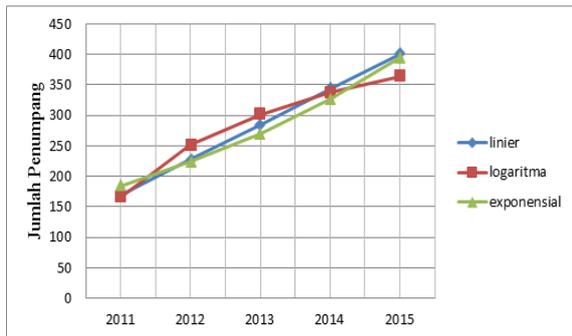
Analisa Penumpang

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

Tabel 6 Data Penumpang Tahun 2011-2015

Tahun	Penumpang
2011	8.994
2012	10.962
2013	19.063
2014	21.608
2015	25.072

Sumber : Kantor Bandar Udara Naha Tahuna



Gambar 3 Diagram Pergerakan Penumpang

Dari tabel perhitungan hasil regresi analisa penumpang diatas menunjukkan bahwa yang mempunyai koefisien korelasi terbesar dan yang mendekati data awal adalah analisa regresi Linier dengan $r = 0,979$. Jadi untuk meramalkan jumlah penumpang dimasa yang akan datang maka digunakan regresi Linier dengan persamaan yang dipakai adalah : $Y = 4299,6 + 4279,8 x$.

Tabel 7 Ramalan Jumlah Penumpang

Tahun	X	Regresi Linier
2020	10	4.7098
2025	15	6.8497
2030	20	8.9896

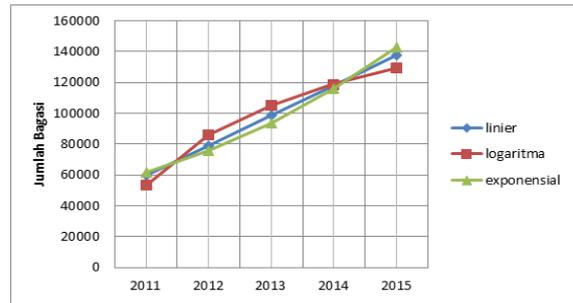
Analisa Bagasi

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

Tabel 8 Data Bagasi Tahun 2011-2015

Tahun	Bagasi
2011	62.893
2012	63.748
2013	115.613
2014	116.942
2015	133.293

Sumber : Kantor Bandar Udara Naha Tahuna



Gambar 4 Diagram Pergerakan Bagasi

Dari tabel perhitungan hasil regresi analisa bagasi menunjukkan bahwa yang mempunyai koefisien korelasi terbesar dan yang mendekati data awal adalah analisa regresi linier dengan $r = 0,933$. Jadi untuk meramalkan jumlah bagasi dimasa yang akan datang maka digunakan persamaan regresi Linier dengan persamaan yang dipakai adalah : $Y = 40299,6 + 19399,4 x$

Tabel 9 Ramalan Jumlah Bagasi

Tahun	X	Regresi Linier
2020	10	23.4294
2025	15	33.1291
2030	20	42.8288

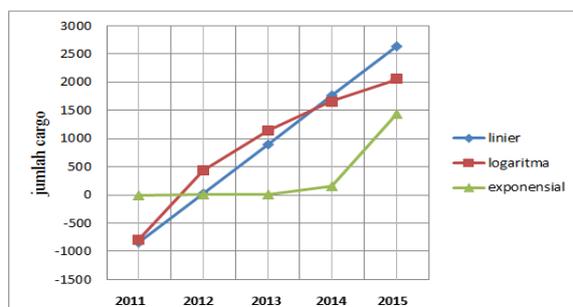
Analisa Cargo

Data cargo yang masuk dan keluar pada Bandar Udara Naha Tahuna adalah sebagai berikut:

Tabel 10 Data Cargo Tahun 2011-2015

Tahun	Cargo
2011	0
2012	0
2013	0
2014	289
2015	4.203

Sumber : Kantor Bandar Udara Naha Tahuna



Gambar 5 Diagram Pergerakan Cargo

Dari tabel perhitungan hasil regresi analisa cargo diatas menunjukkan bahwa yang mempunyai koefisien korelasi terbesar dan yang

mendekati data awal adalah analisa regresi Linier dengan $r = 0.742$. Jadi untuk meramalkan jumlah cargo dimasa yang akan datang maka digunakan persamaan regresi Linier dengan persamaan yang dipakai adalah : $Y = -1710,1 + 869,5 x$.

Tabel 11 Ramalan Jumlah Cargo

Tahun	X	Regresi Linier
2020	10	6.985
2025	15	11.332
2030	20	15.680

Perencanaan Runway

Runway adalah jalur perkerasan yang dipergunakan oleh pesawat terbang untuk mendarat (*landing*) atau lepas landas (*take off*). Ukuran *runway* yang ada pada Bandara Naha adalah 1600×30 m.

Arah Runway

Untuk menentukan *runway* hal yang sangat penting diperhatikan adalah arah dan kecepatan angin. Sesuai dengan data yang telah didapatkan dari Kantor Bandar Udara Naha Tahuna, bandara ini memiliki arah runway 15-33.

Panjang Runway

Dalam perencanaan pengembangan Bandar Udara Naha – Tahuna direncanakan akan didarati oleh pesawat Boing 737 – 900 ER dengan kode landasan 4C, yang mempunyai ARFL = 2.256 m. Namun ARFL ini masih harus dikoreksi terhadap elevasi, temperature, dan slope sesuai dengan kondisi bandar udara bersangkutan.

Adapun data-data yang diperlukan adalah sebagai berikut:

- Pesawat Rencana = Boing 737-900 ER
- Lo (ARFL) = 2.256 m
- Elevasi = 16,01 feet MSL = 5 m
- Slope = 0,6 %
- Tref = 28,73° C

Koreksi terhadap elevasi

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

$$L1 = 2256 \times \left(1 + 0,07 \times \frac{5}{300}\right)$$

$$= 2.258,6 \text{ m}$$

Koreksi terhadap temperature

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

$$L2 = 2258,6 \times [1 + 0,01 \times (28,73 - (15 - 0,0065 \times 5))]$$

$$= 2.569,4 \text{ m}$$

Koreksi terhadap slope

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

$$L3 = 2.569,4 \times (1 + 0,1 \times 0,6 \%)$$

$$= 2.723,5 \text{ m} \approx 2724 \text{ m}$$

Dari perhitungan panjang landas pacu yang dibutuhkan oleh pesawat Boing 737-900 ER dengan muatan penuh adalah $L = 2.724$ m, maka Panjang landasan pacu yang ada yaitu 1.600 m, dan harus diperpanjang sepanjang 1.124 m agar dapat di darati oleh pesawat Boeing 737-900ER dengan aman.

Lebar runway

Sesuai dengan Aerodrome Reference Code yang dikeluarkan ICAO untuk ARFL > 1800 m mempunyai kode huruf C dan kode angka 4, sehingga bandar udara Naha dalam pengembangannya memerlukan lebar runway, bahu landasan, kemiringan bahu dan kemiringan melintang sebagai berikut:

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

Menentukan Lebar Exit Taxiway

Exit taxiway ditentukan berdasarkan jarak yang diperlukan pesawat sejak menyentuh *Threshold* sampai pesawat dengan kecepatan tertentu bisa memasuki *taxiway*. Berikut ini tabel yang digunakan untuk perhitungan *Exit taxiway* :

Tabel 12 Aircraft/Exit taxiway Design Groups

Design Group	Approach Speed	Touch Down Speed ^a	Aircraft Type	Right Angle		High Speed	
				Speed	LU	Speed	LU
A	Less than 91 Knots (169 km/h)	See b)	Convair 240, DC-3, DHC-7	32 km/h	1106 m	96 km/h	890 m
B	Between 91 knots (169 km/h) and 120 knots (222 km/h)	97 knots (180 km/h)	Convair 600, DC-6, Fokker 28, Viscount 800, HS-748 series 2A	32 km/h	1704 m	96 km/h	1488 m
C	Between 121 knots (224 km/h) and 140 knots (259 km/h)	120 knots (222 km/h)	Airbus A-300&310, B-707-320&420, B-727, B-737, B-757, B-767, BAC-111, DC-9	32 km/h	1688 m	96 km/h	1470 m
D	Between 141 knots (261 km/h) and 165 knots (306 km/h)	140 knots (259 km/h)	B-747, MD-11, DC-10, L-1011, Airbus A-340, TU-154, IL-62M, DC-8(61&63), B-707-200	32 km/h	2151 m	96 km/h	1940 m

a) Aircraft are assumed to touchdown at an average of 1.3 times the stall speed in the landing configuration at an average gross landing weight of about 85% of the maximum. This represents a touchdown speed of 92% of the average approach speed used for grouping the aircraft.
b) The average touch down speed of the group is determined when the type of aircraft expected to use the airport are known.

Sumber: F. Jansen, (2007)

Jadi $L0 = 1470$ m, selanjutnya akan dikoreksi terhadap elevasi dan temperature.

- Koreksi terhadap elevasi:

$$L1 = 1470 \times \left(1 + 0.03 \times \frac{5}{300}\right)$$

$$= 1471 \text{ m}$$

- Koreksi terhadap temperatur:

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

$$L2 = 1471 \times \left[1 + 0.01 \times \frac{(28,73 - 15)}{5.6}\right]$$

$$L2 = 1507,066 \text{ m} \approx 1507 \text{ m}$$

Jadi bandar udara Naha direncanakan akan membutuhkan jarak dari *threshold* sampai titik awal *exit taxiway* dengan pesawat rencana B-737-900ER adalah 1507 m, baik dari runway arah 15.

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 ^{e)}	10,5m	7,5m
Overall width of taxiway and shoulders	44 m	18 m ^{b)}	15 m ^{d)}	-	-
		38 m	25 m		

Sumber: H. Basuki, (1984)

Berdasarkan pesawat rencana B-737-900ER yang akan mendarat di bandar udara Naha termasuk dalam kategori kelas 4C.

$$\text{Lebar taxiway} = 18 \text{ m}$$

$$\text{Lebar total taxiway dan shoulder} = 25 \text{ m}$$

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)

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 W₁ = 34,3m.

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

$$= 0,5 \times (300 + 34,3)$$

$$= 168 \text{ m}$$

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 (1979)

PENUTUP

Kesimpulan

Dengan demikian diperoleh hasil perhitungan untuk perencanaan pengembangan Bandar Udara Naha Tahuna maka didapat kesimpulan sebagai berikut:

1. Perencanaan Pengembangan fasilitas sisi darat:
 - a. Luas gedung terminal yang dibutuhkan seluas 17.000 m²
 - b. Luas pelataran parkir yang dibutuhkan 2.000 m²
 - c. Luas gudang yang dibutuhkan adalah 43 m²
2. Perencanaan Pengembangan fasilitas sisi udara:
 - a. Arah landas pacu dengan azimuth 15 - 33 Telah memenuhi syarat ICAO yaitu minimal 95 % arah angin dominan yang bertiup pada daerah tersebut.
 - b. Panjang landas pacu yang dibutuhkan untuk pesawat rencana Boeing 737-900ER adalah 1.124 m atau total 2.724 m dengan lebar total 60 m.

- c. Lebar landas pacu yang dibutuhkan adalah 45 m. Lebar landas pacu ditambah bahu landasan adalah 60 m.
- d. Jarak dari *threshold* sampai titik awal *exit taxiway* adalah 1.507 m
- e. Lebar *taxiway* yang dibutuhkan adalah 18 m Lebar total *taxiway* ditambah *shoulder* adalah 25 meter.
- f. Panjang *taxiway* yang dibutuhkan 168 meter.
- g. Luas *apron* dibutuhkan adalah $93 \times 98 \text{ m} = 9.114 \text{ m}^2$.

Saran

- 1. Berdasarkan survey yang dilakukan fasilitas pendukung di Bandara Naha belum memadai, dan pesawat yang beroperasi hanya ATR 72-600, sedangkan pengguna jasa transportasi ini semakin meningkat oleh sebab itu jumlah pesawat dan fasilitas pendukung di bandara harus segera ditingkatkan.
- 2. Untuk penelitian lanjutan dapat dilakukan perhitungan perencanaan tebal perkerasan di lokasi Bandar Udara Naha

DAFTAR PUSTAKA

- Agus Dwy Anto, Achmad Wicaksono, Asril Kurniadi, Ika Rahmawati, 2016. *Pengembangan Fasilitas Sisi Udara Bandar Udara Blimbingansari Kabupaten Banyuwangi Menurut Standar Manual Aerodrome Bagian 139* Jurnal. Universitas Jember, Banyuwangi.
- Basuki, H 1986. *Merancang Merencana Lapangan Terbang*. Alumni Bandung
- Duhan, Julius Marthin Bolo, 2011. *Studi Pengembangan Bandar Udara El Tari Kupang*, Jurnal. Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
- Horonjeff, R., 1975. *Planning and Design of Airport*. Second Edition. New York Mac Graw-Hill Book Company.
- International Civil Aviation Organization (ICAO). 2013. *Aerodromes-Annex 14 International Standards & Recommended Practices*. 3rd Edition. Canada.
- Khana, S.K, Aurora, M.G., 1979. *Airport Planning and Design*. 3rd Edition. India; Nem Chan Broos.
- Kantor Bandara Udara Naha.2016. "Data Lalu Lintas Udara Tahun 2011-2015 Dan Data Teknis. Tahuna Kepulauan Sangihe.
- Kantor BMKG Bandar Udara Naha, 2016. "Data Kecepatan Angin dan Temperatur 2011-2015. Tahuna Kepulauan Sangihe.
- Kantor BPS Tahuna Kepulauan Sangihe. 2016. Tahuna Dalam Angka.
- Sheellfia J. Permana, dan Hera Hidyastuti, *Studi Perencanaan Pengembangan Landas Pacu (Runway) dan Landas Hubung (Taxiway) Bandara Abdulrachman Saleh Malang*, Jurnal. Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya.