

BAB II

STUDI PUSTAKA

2.1. TINJAUAN UMUM

Transportasi udara adalah suatu kegiatan pemindahan penumpang dan barang dari tempat satu ke tempat lain melalui penerbangan. Transportasi udara mempunyai karakter yang spesifik, memiliki kecepatan tinggi, jumlah muatan dan armada yang relatif sedikit dibanding transportasi lain. Ruang terbuka yang luas diperlukan untuk pergerakan lalu lintas ini. Didukung oleh teknologi canggih baik armadanya maupun sarana dan prasarana di darat, merupakan industri global mulai domestik, regional hingga internasional. Sarana transportasi udara sangatlah penting bagi pengembangan wilayah Kota Ternate, terutama dalam hubungan antar wilayah yang membutuhkan perpindahan orang dan barang dalam waktu singkat.

Bandar Udara Sultan Babullah Ternate merupakan bandar udara yang melayani Propinsi Maluku Utara secara keseluruhan. Kondisi Bandar udara Babullah saat ini sudah selayaknya dikembangkan mengingat tingkat pelayanan penerbangannya semakin tinggi terhadap penumpang dan barang maka tuntutan untuk memperluas Bandar Udara Babullah melalui penambahan panjang landasan pacu yang mampu didarati pesawat jenis Boeing sudah saatnya dilakukan. Eksistensi perkembangan bandar udara, lebih banyak ditentukan oleh perkembangan masyarakat sekitarnya. Menurut pengamatan Direktorat Jenderal Perhubungan Udara (1991), suatu bandar udara cepat berkembang apabila :

- ☞ Rata – rata pendapatan penduduk kota yang dilayani di atas rata – rata nasional.
- ☞ Hubungan darat ke kota besar terdekat lebih dari 200 km.
- ☞ Daerah sekitarnya berpotensi tinggi.

2.2. KARAKTERISTIK PESAWAT TERBANG

Langkah awal dalam perancangan pengembangan lapangan terbang adalah mengetahui karakteristik pesawat terbang secara umum. Hal ini digunakan untuk merencanakan prasarananya. Karakteristik utama dari pesawat terbang terdiri dari :

1. Ukuran (*Size*)

Ukuran pesawat menentukan lebar landasan pacu, landasan hubung dan jarak keduanya, serta mempengaruhi jejari putar yang dibutuhkan.

2. Berat (*Weight*)

Berat pesawat terbang menentukan tebal landasan pacu, landasan hubung dan perkerasan apron.

3. Kapasitas (*Capacity*)

Kapasitas Penumpang mempunyai pengaruh dalam menentukan fasilitas – fasilitas di dalam maupun di sekitar gedung terminal.

4. Kebutuhan Panjang Landasan Pacu

Kebutuhan panjang landasan pacu mempengaruhi luas tanah bandara udara

2.3. KONFIGURASI BANDAR UDARA

Konfigurasi Bandar udara adalah bagian-bagian fisik yang mendukung suatu keberadaan bandar udara. Bagian-bagian itu meliputi :

2.3.1. Landasan Pacu (*Runway*)

Kebutuhan landasan pacu adalah untuk lepas landas (*take off*) dan pendaratan (*landing*) suatu pesawat terbang. Jumlah landasan pacu yang tersedia tergantung dari volume lalu lintas yang ada, semakin sibuk suatu bandara maka dibutuhkan landasan pacu yang lebih dari satu.

2.3.1.1. Sistem landasan pacu di suatu bandara terdiri dari :

- a. Perkerasan struktur yang mendukung beban pesawat terbang.
- b. Bahu landasan yang berbatasan dengan tepi perkerasan struktur yang dirancang untuk menahan erosi hembusan jet

dan menampung peralatan untuk pemeliharaan serta pengawasan dalam keadaan darurat.

- c. Bantal hembusan (*blast pad*), dimana suatu daerah yang dirancang untuk mencegah erosi permukaan yang berdekatan dengan ujung landasan pacu yang mana selalu menerima hembusan jet terus-menerus dan berulang-ulang. Daerah ini biasanya dari aspal atau tanah yang diberi rumput.
- d. Bagian *runway* terdiri dari perkerasan struktur, bahu landasan dan suatu daerah yang bersih, diberi drainase dan rata. Daerah ini disebut daerah aman *runway* karena harus mampu menahan pesawat dalam keadaan darurat, seperti kebakaran, tumbukan, dan sebagai tempat penyelamat apabila pesawat berada dibawah kondisi normal karena itu harus disediakan peralatan pemeliharaan yang mendukung.
- e. Daerah aman diujung *runway* adalah suatu daerah yang diharapkan dapat mengurangi kecelakaan dari pesawat yang berada dibawah tekanan atau kecepatan diatas normal saat di *runway*.
- f. *Stopway* adalah suatu tambahan panjang dari perkerasan yang mana sampai diluar ujung dari *runway*. Perkerasan *stopway* harus cukup kuat untuk menahan beban pesawat secara berkala.
- g. *Clearway*, adalah suatu daerah bebas pandangan, daerah yang tidak beraspal ini juga berada diluar ujung *runway* yang mana sebagai pengontrol dan pemeliharaan dari otoritas bandara. Hal ini menunjukkan suatu daerah yang tidak terpakai diujung *runway*. Operator bandara dapat menambah pendaratan yang diijinkan dari sebuah pesawat apabila kecepatan pesawat tersebut lebih dari normal, karena yakin bahwa tidak ada penghalang di daerah bebas

pandangan tersebut (*clearway*) sehingga kecepatan dari pesawat dapat direduksi.

2.3.1.2. Konfigurasi dasar landasan pacu, terdiri dari :

- a. Landasan Pacu Tunggal, adalah konfigurasi yang paling sederhana. Dalam kondisi *Visual Flight Rules* (VFR) kapasitas landasan pacu berkisar 50-100 operasi/jam, sedangkan dalam kondisi *Instrument Flight Rules* (IFR) kapasitas landasan pacu turun menjadi 50-70 operasi/jam. Semua itu tergantung juga dari alat bantu navigasi yang ada.
- b. Landasan Pacu Sejajar, yang mana kapasitas landasan pacu sejajar ini tergantung dari banyaknya landasan pacu dan jarak kedua landasan tersebut. Pada kondisi VFR kapasitas landasannya adalah 100-200 operasi/jam sedangkan dalam kondisi IFR tergantung dari jarak kedua landasan tersebut.
- c. Landasan Pacu Bersilang, diperlukan apabila terdapat angin yang relatif kuat bertiup lebih dari satu arah. Dalam kondisi VFR kapasitas yang beroperasi sekitar 70-175/jam sedangkan dalam kondisi IFR, 60-70 operasi/jam.
- d. Landasan Pacu V-terbuka, landasan ini hampir sama dengan landasan pacu bersilang, hanya tidak saling berpotongan. Landasan ini juga tergantung dari angin yang bertiup kuat dari satu arah. Yang membedakannya hanyalah luas daerah bandara. Pada kondisi VFR, antara 60-180 operasi/jam sedangkan dalam kondisi IFR, antara 50-80 operasi/jam.

Untuk memperjelas keterangan tersebut lihat **Gambar 2.1**

Gambar2.1.

2.3.1.3. Klasifikasi Landasan Pacu

Berdasarkan amandemen ke-36 ICAO hasil konferensi ke IX yang mulai efektif berlaku sejak 23 Maret 1983 (ICAO,1990), maka dibuat Tabel *Aerodrome Reference Code* untuk menentukan kelas landasan pacu pada sebuah landasan

Tabel 2.1. Kode-kode Acuan *Aerodrome*

UNSUR KODE 1		UNSUR KODE 2		
Nomor Kode	Panjang Lapangan Acuan Pesawat Terbang	Huruf Kode	Bentang Sayap	Bentang Roda Pendaratan Utama Bagian Luar
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1	< 800 m	A	< 15 m	< 4,5 m
2	800 m < L < 1200 m	B	15 m < B < 24 m	4,5 m < B < 6 m
3	1200 m < L < 1800 m	C	24 m < B < 36 m	6 m < B < 9 m
4	L > 1800 m	D	36 m < B < 52 m	9 m < B < 14 m
		E	52 m < B < 60 m	9 m < B < 14 m

Sumber : Perencanaan dan Perancangan Bandar Udara, Horonjeff 1993

Tabel 2.2. Spesifikasi *Runway* dan *Runway Strip*

	KODE ANGKA			
	1	2	3	4
Lebar <i>Runway</i>				
Kode A	18 m	23 m	30 m	-
Kode B	18 m	23 m	30 m	-
Kode C	23 m	30 m	30 m	45 m
Kode D	-	-	45 m	45 m
Kode E	-	-	-	45 m
Lebar <i>Runway</i> + Bahu Landasan	dimana kode D dan E tidak kurang dari 60 m			
<i>Runway</i>				
Kemiringan Memanjang Maksimum	1,5%	1,5%	1,25%	1,25%
Kemiringan Efektif Maksimum	2,0%	2,0%	2,0%	1,5%
Perubahan Kemiringan Memanjang Maksimum	2,0%	2,0%	2,0%	1,5%
Kemiringan Melintang Maksimum	2% dari kode A dan B & 1,5% dari kode C, D dan E			
Lebar Daerah Aman (<i>Runway Strip</i>)				
Dengan Alat Bantu Navigasi <i>Runway</i>	150 m	150 m	300 m	300m
Tanpa Alat Bantu Navigasi <i>Runway</i>	60 m	80 m	150 m	150 m
Daerah Aman (<i>Strip</i>)				
Kemiringan Memanjang Maksimum	2%	2%	1,75%	1,5%
Kemiringan Melintang Maksimum	3%	3%	2,5%	2,5%

Sumber: ICAO 1987

2.3.2. Landas Hubung (*Taxiway*)

Landas hubung adalah jalur yang menghubungkan daerah terminal dengan landasan pacu. Keberadaan landas hubung harus diperhitungkan dengan cermat agar semua aktivitas yang ada di tempat ini tidak mengganggu gerakan pesawat yang akan lepas landas. Waktu tunda yang diakibatkan oleh pesawat *landing* terhadap pesawat yang lepas landas akan lebih singkat bila landas hubung memungkinkan pesawat untuk membelok dengan kecepatan tinggi.

Kepesatan pesawat saat berada di *taxiway* sangat rendah dibanding saat di *runway*. Kriteria dimensi tidak seketat pada *runway*.

Kepesatan yang diijinkan serta lebarnya juga lebih rendah dibanding dengan peraturan yang berlaku pada *runway*.

Bahu landas hubung dibuat karena hembusan dari mesin jet yang berjalan menuju landasan pacu menyebabkan daerah yang berdekatan dengan *taxiway* mengikis. Bahu landas hubung dapat bertahan lama tergantung dari frekuensi operasi mesin jet, kondisi tanah dan biaya pemeliharaan daerah di sekitar yang berdekatan dengan *taxiway*.

Klasifikasi Landasan Hubung

Tabel 2.3. Lebar Taxiway

KODE HURUF	LEBAR TAXIWAY	LEBAR TAXIWAY + BAHU LANDASAN
A	7,5 m	-
B	10,5 m	-
C	15 m, jika direncanakan untuk pesawat udara dengan <i>Wheel Base</i> < 18 m 18 m, jika direncanakan untuk pesawat udara dengan <i>Wheel Base</i> ≥ 18 m	25 m
D	18 m, jika direncanakan untuk pesawat udara dengan <i>Wheel Base</i> < 9 m 23 m, jika direncanakan untuk pesawat udara dengan <i>Wheel Base</i> ≥ 9 m	38 m
E	23 m	44 m

Sumber : ICAO 1987

Tabel 2.4. Kemiringan Landasan Hubung

	KODE HURUF				
	A	B	C	D	E
Gradien , %					
Kemiringan Memanjang Maksimum	3	3	1,5	1,5	1,5
Perubahan Kemiringan per 30 m	1,2	1,2	1	1	1
Kemiringan Melintang Maksimum	2	2	1,5	1,5	1,5
Daerah Aman (Strip)					
Kemiringan Memanjang Maksimum	3	3	2,5	2,5	2,5
Kemiringan Melintang Maksimum					

Sumber : Perencanaan dan Perancangan Bandar Udara, Horonjeff 1993

2.3.3. Apron

Apron didefinisikan sebagai area terbuka pada suatu bandara yang diharapkan dapat memuat pesawat untuk maksud menaikturunkan penumpang, barang pos atau muatan, mengisi bahan bakar, parkir serta pemeliharaan. *Apron* dapat diklasifikasikan menurut maksud dan tujuan utama. Kebutuhan dan ukuran *apron* sebaiknya diperkirakan berdasarkan pada tipe dan ramalan volume lalu lintas pada suatu bandara. Selain sebagai tempat keberadaan pesawat, *apron* dihubungkan oleh *taxiways*, jalan layanan *apron* dan parkir untuk perlengkapan layanan, bisa dimasukkan dalam satu bagian sistem *apron*.

2.3.3.1. Parameter Perencanaan *Apron*

a) Penempatan *Apron*

Apron saling berhubungan dengan daerah terminal, maka sebaiknya direncanakan dengan mempertimbangkan keberadaan gedung terminal agar dicapai solusi yang optimal.

Faktor-faktor umum yang perlu dipertimbangkan dalam penempatan *apron* adalah :

- ✗ Menyediakan jarak minimum antara *runways* dan tempat parkir pesawat (mengisi bahan bakar, waktu dan pemeliharaan).
- ✗ Menyediakan jalur untuk pesawat bebas bergerak agar menghindari tundaan yang tak perlu (ketepatan jadwal penerbangan).
- ✗ Menyediakan area yang cukup untuk ekspansi dan perkembangan teknologi.
- ✗ Mencapai efisiensi maksimum, keselamatan operasional dan kenyamanan pengguna dari tiap kompleks *apron* dan bandara sebagai sebuah sistem keseluruhan.
- ✗ Kerugian yang sekecil mungkin diakibatkan oleh semburan mesin, bising dan polusi udara. Contohnya pada *apron* sendiri dan lingkungan sekelilingnya.

b) Ukuran *Apron*

Perencanaan suatu *apron* secara teliti bergantung pada maksud dan tujuannya. Parameter dasar yang harus dipertimbangkan adalah :

- ✗ Ukuran pesawat yang ada saat ini atau yang akan datang.
- ✗ Campuran tipe pesawat, baik yang ada saat ini maupun yang akan datang.
- ✗ Bentuk konfigurasi parkir pesawat terhadap terminal dan area sekeliling yang tersedia untuk pengembangan.
- ✗ Syarat kebutuhan jarak ruangan antara pesawat dengan pesawat, gedung dengan benda lain.
- ✗ Metode petunjuk pesawat atas parkir pesawat.
- ✗ Kebutuhan ruang untuk pemeliharaan pesawat.
- ✗ Landas hubung dan jalur pelayanan.

c) Konfigurasi Parkir Pesawat

Metode dari pesawat yang akan memasuki atau meninggalkan parkir, baik dengan kemampuan pesawat itu sendiri (*self-manoeuvering*), maupun dengan menggunakan alat bantu (*tractor assisted*). Sebagai peraturan umum, konfigurasi parkir *nose-in* biasa diterapkan pada lalu lintas yang tinggi, di mana biaya traktor dibenarkan oleh area *apron* yang terbatas. Konfigurasi parkir lain diterapkan pada bandara dengan lalu lintas rendah, di mana ini sulit mengimbangi biaya untuk pengoperasian traktor dengan penghematan pada ukuran *apron*. Konsep penanganan penumpang maupun barang, jumlah luas yang dibutuhkan pesawat yang bervariasi besarnya, berhubungan erat dengan penetapan konfigurasi parkir. Pemilihan konfigurasi parkir pesawat ini harus diputuskan pada tingkat awal perencanaan. Untuk memperjelas dapat dilihat pada **Gambar 2.2**.

Gambar 2.2

Tabel 2.5. Keuntungan dan Kerugian Tipe Parkir Pesawat di *Apron*

	<i>Nose-In Parking</i>	<i>Angled Nose-In Parking</i>	<i>Angled Nose-Out Parking</i>	<i>Parallel Parking</i>
Pengertian	<p>Pesawat diparkir tegak lurus gedung terminal dan bagian depan pesawat berhadapan langsung serta berjarak dekat dengan gedung terminal</p>	<p>Pesawat diparkir menyudut kearah terminal dan bagian depan pesawat berhadapan langsung serta berjarak dekat dengan gedung terminal</p>	<p>Pesawat diparkir menyudut kearah terminal tetapi bagian depan pesawat berjarak menjauhi gedung terminal.</p>	<p>Pesawat diparkir sejajar gedung terminal.</p>
Keuntungan	<ul style="list-style-type: none"> - Tidak membutuhkan lahan parkir pesawat yang luas. - Efek Polusi pesawat lebih sedikit -Waktu servis pesawat dapat lebih singkat -Naik turun penumpang lebih mudah 	<p>Tidak membutuhkan alat bantu tarik pesawat pada saat akan keluar dari <i>apron</i></p>	<p>Tidak membutuhkan alat bantu tarik pesawat pada saat akan keluar dari <i>apron</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> -Tidak membutuhkan alat bantu tarik pesawat pada saat akan keluar dari <i>apron</i> - Lebih mudah mengarahkan pesawat saat masuk/keluar. - Penggunaan pintu pesawat lebih efektif
Kerugian	<ul style="list-style-type: none"> - Harus menggunakan alat bantu tarik saat keluar dari <i>apron</i> - Operasi pengeluaran pesawat dari <i>apron</i> membutuhkan waktu dan keahlian operator - Penggunaan pintu pesawat kurang efektif 	<ul style="list-style-type: none"> - Dibutuhkan luas <i>apron</i> yang lebih besar dari Tipe <i>Nose-In</i> - Semburan mesin relatif keras dan kebisingan saat keluar dari terminal - Penggunaan pintu pesawat kurang efektif 	<ul style="list-style-type: none"> - Membutuhkan luas <i>apron</i> yang lebih besar dari Tipe <i>Angled Nose-In</i> - Semburan dari mesin dan kebisingan langsung ke arah terminal - Penggunaan pintu pesawat kurang efektif 	<ul style="list-style-type: none"> - Membutuhkan luas <i>apron</i> yang sangat besar dibanding tipe-tipe lain - Aktivitas servis pesawat sangat dekat dengan pesawat yang lain

Sumber : ICAO 1987

2.3.3.2. Perencanaan *Apron*/Terminal

Perencanaan suatu apron sangat berhubungan dengan rencana bangunan terminal. Dimana posisi terminal mempengaruhi letak parkir pesawat. Beberapa konsep dilihat dari sudut pandang *Apron* :

a. *Simple Concept*

Konsep ini diterapkan pada bandara yang volume lalu lintasnya rendah. Pesawat biasa diparkir dengan salah satu cara antara *Angled Nose-In* atau *Angled Nose-Out*. Dengan pertimbangan bahwa konsep ini memberikan jarak yang memadai antara tepi apron dan terminal yang bisa mengurangi kerugian, yaitu semburan dari mesin.

b. *Linear Concept*

Konsep ini lebih baik dari *simple Concept*. Penggunaan Tipe *Nose-In/Push-out* lebih efisien dalam pemanfaatan ruang *apron* serta penanganan pesawat dan penumpang. Lorong antara tepi *apron* dan terminal dapat digunakan untuk sirkulasi lalu lintas pada *apron*, area di depan pesawat yang parkir dapat digunakan untuk menempatkan peralatan servis.

c. *Pier (Finger) Concept*

Konsep ini merupakan bangunan menyerupai jari karena adanya percabangan dari gedung terminal utama. Percabangan ini biasa disebut dengan dermaga. Apabila ada dua atau lebih dermaga, maka harus disediakan ruang yang cukup bagi pesawat-pesawat itu. Jika salah satu dermaga melayani lalu lintas yang besar, maka penyediaan *taxiway* rangkap akan menghindarkan adanya masalah antara pesawat yang menuju atau meninggalkan parkir. Letak parkir pesawat bervariasi, biasanya diatur mengelilingi

sumbu terminal dalam suatu pengaturan sejajar atau bagian depan pesawat mengarah ke terminal

d. Satellite Concept

Konsep ini terdiri dari sebuah gedung, dikelilingi oleh pesawat yang terpisah dari terminal. Akses dari terminal menuju *apron* bisa berupa jalur bawah tanah atau melalui elevator. Cara parkir pesawat dengan radial atau melingkar. Konsep ini membutuhkan area yang cukup besar.

e. Transporter Concept

Apron terletak jauh dari terminal dan lebih dekat ke *runway*, sehingga memerlukan pengangkutan untuk penumpang dan bagasi.

f. Hibryd Concept

Merupakan kombinasi antara konsep- konsep yang ada. Untuk memperjelas keterangan tersebut lihat **Gambar 2.3**

Gambar2.3

2.4. ESTIMASI VOLUME PENERBANGAN

Rancangan suatu bandara dikembangkan berdasarkan ramalan jangka pendek sekitar 5 tahun, menengah 10 tahun dan panjang 20 tahun. Analisa pengguna jasa adalah tinjauan terhadap tingkatan demand yang berpengaruh terhadap kondisi eksisting suatu bandara, melalui perhitungan korelasi antara pertumbuhan jumlah penumpang dan faktor ekonomi yang dapat diestimasi.

Makin panjang jangka prakiraan, ketepatannya makin berkurang dan harus dilihat sebagai suatu pendekatan saja. (Horonjeff, 1993)

Dalam hal ini diperlukan suatu analisa untuk memperkirakan kebutuhan pada masa mendatang dengan rumus Regresi. Rumus Regresi ini melibatkan dua variabel di dalamnya, yaitu variabel bebas dan variabel terikat. Variabel bebas merupakan variabel yang sudah diketahui harganya. Hal ini untuk mencari harga variabel terikat. Analisa Regresi mempunyai beberapa model perhitungan, tetapi yang populer digunakan adalah analisa Regresi Linier Sederhana dan Regresi Majemuk. Selain Regresi, untuk mengetahui keeratan hubungan antar variabel dibutuhkan metode Korelasi.

A. Regresi

1. Regresi Linier

Regresi Linier mempunyai satu variabel bebas yang berguna untuk mencari harga variabel terikat. Fungsi tersebut diuraikan dalam persamaan sebagai berikut :

Persamaannya : $Y = a + bX$

Y merupakan variabel terikat, sedangkan X variabel bebas.

Keterangan :

Y : variabel yang dicari

a,b : suatu konstanta

X : variabel bebas

Dimana :

$$a = \frac{\sum_{i=1}^n X_i^2 \sum_{i=1}^n Y_i - \sum_{i=1}^n X_i \sum_{i=1}^n X_i Y_i}{n \sum_{i=1}^n X_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n X_i \right)^2}$$

$$b = \frac{n \sum_{i=1}^n X_i Y_i - \left(\sum_{i=1}^n X_i \right) \left(\sum_{i=1}^n Y_i \right)}{n \sum_{i=1}^n X_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n X_i \right)^2}$$

2. Regresi Majemuk

Analisa Regresi Majemuk terdiri dari satu variabel tak bebas dan lebih dari satu variabel bebas. Pada umumnya analisa regresi majemuk lebih dominan digunakan dalam berbagai kasus. Hal ini disebabkan oleh banyaknya variabel yang perlu dianalisis bersama.

Persamaannya : $Y = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2$

Di mana :

$$\bar{Y} = \frac{\sum Y}{n}$$

$$\bar{X}_1 = \frac{\sum X_1}{n}$$

$$\bar{X}_2 = \frac{\sum X_2}{n}$$

$$b_0 = Y - b_1 X_1 - b_2 X_2$$

$$b_1 = \frac{(\sum X_2^2)(\sum X_1 Y) - (\sum X_1 X_2)(\sum X_2 Y)}{(\sum X_1^2)(\sum X_2^2) - (\sum X_1 X_2)^2}$$

$$b_2 = \frac{(\sum X_1^2)(\sum X_2 Y) - (\sum X_1 X_2)(\sum X_1 Y)}{(\sum X_2^2)(\sum X_1^2) - (\sum X_1 X_2)^2}$$

B. Korelasi

Korelasi membahas tentang hubungan antara variabel – variabel yang terdapat dalam regresi, sehingga kedua analisis ini saling terkait satu

dengan lainnya. Koefisien korelasi merupakan ukuran untuk mengetahui derajat hubungan pada data kuantitatif.

Secara umum, pengamatan yang terdiri dari dua variabel X dan Y. Misal persamaan regresi $Y = f(X)$ tidak perlu linear. Jika linear $Y = a + bX$. Apabila Y menyatakan rata – rata untuk data variabel Y, maka kita dapat membentuk jumlah kuadrat total, $JK\ tot = \sum(Y_i - \bar{Y})^2$ dan jumlah kuadrat residu, $JK\ res = \sum(Y_i - Y)^2$ dengan menggunakan harga Y_i yang didapat dari regresi $Y = f(X)$.

Besaran yang ditentukan oleh rumus :

$$I = \frac{\sum(Y_i - Y)^2 - \sum(Y_i - \bar{Y})^2}{\sum(Y_i - Y)^2}$$

Atau

$$I = \frac{JK_{tot} - JK_{res}}{JK_{tot}}$$

I dinamakan indeks determinasi yang mengukur derajat hubungan antara variabel X dan Y, apabila X dan Y terdapat hubungan regresi berbentuk $Y=f(X)$. Sifat dari indeks determinasi ini adalah jika letak titik – titik diagram pancar makin dekat dengan garis regresi maka harga I akan semakin mendekati satu. sebaliknya, jika titik – titik itu menjauh dari garis regresi, maka harga I mendekati harga nol. Sehingga harga I antara 0 hingga 1.

Jika sekumpulan data yang garis regresinya berbentuk linear maka derajat hubungannya akan dinyatakan dengan r yang disebut koefisien korelasi.

Sehingga $I = r^2$ dan diperoleh :

$$r^2 = \frac{\sum(Y_i - \bar{Y})^2 - \sum(Y_i - Y)^2}{\sum(Y_i - \bar{Y})^2}$$

Berlaku untuk $0 \leq r^2 \leq 1$ sehingga untuk koefisien korelasi terdapat hubungan $-1 \leq r \leq +1$. Harga korelasi negatif satu menunjukkan bahwa hubungan antara X dan Y adalah linear sempurna tidak langsung, artinya titik – titik yang dihasilkan oleh (X_i, Y_i) berada pada garis regresi seluruhnya, tetapi harga Y besar berpasangan dengan harga X kecil dan

sebaliknya. Sedangkan harga korelasi positif satu menunjukkan adanya hubungan linear sempurna langsung antara X dan Y. Pada garis regresi Y besar berpasangan dengan X besar dan Y kecil dengan X kecil. $r = 0$ berarti tidak ada hubungan linear antara variabel – variabel X dan Y. Perhitungan koefisien korelasi berdasarkan sekumpulan data (X_i, Y_i) berukuran n dapat digunakan rumus :

$$r = \frac{n \sum X_i Y_i - (\sum X_i)(\sum Y_i)}{\sqrt{(n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2)(n \sum Y_i^2 - (\sum Y_i)^2)}}$$

Tabel 2.6. Koefisien Korelasi

r	Intepretasi
0	Tidak berkorelasi
0.10 – 0.20	Sangat rendah
0.21 – 0.40	Rendah
0.41 – 0.60	Agak rendah
0.61 – 0.80	Cukup
0.81 – 0.99	Tinggi
1	Sangat tinggi

C. Ekstrapolasi Eksponensial

Untuk keadaan dimana variabel yang tergantung pada yang lain memperlihatkan suatu laju pertumbuhan yang konstan terhadap waktu. Gejala ini sering terjadi dalam dunia penerbangan untuk proyeksi – proyeksi tingkat kegiatan yang telah memperlihatkan kecenderungan – kecenderungan jangka panjang meningkat atau menurun dengan suatu persentase tahunan rata – rata. Hal ini dapat dihitung dengan rumus dasar :

$$Y = ab^{cx}$$

D. Ekstrapolasi Kurva Logistik

Dalam keadaan dimana laju pertumbuhan tahunan rata-rata mulai secara berangsur – angsur berkurang sesuai dengan waktu, maka sebaiknya digunakan kurva logistik untuk menganalisis kecenderungan. Dengan timbulnya pasar penerbangan, sering terdapat periode awal dengan pertumbuhan tahunan yang berangsur – angsur meningkat, periode pertengahan dengan pertumbuhan yang konstan dan periode akhir dimana laju pertumbuhan berkurang sampai pada suatu titik dimana telah terjadi kejenuhan pasar. Hal ini dapat diperoleh dengan rumus dasar :

$$\frac{1}{Y} = a + bc^x \text{ atau bisa juga dengan rumus kurva Gompertz } Y = ab^{cx}$$

2.5. Metode Perencanaan Perkerasan

Struktur perkerasan terdiri dari beberapa lapisan yang mempunyai kekerasan dan daya dukung berbeda. Perkerasan dimaksudkan untuk melayani pesawat yang akan beroperasi di atasnya dengan aman dan nyaman, sehingga dibutuhkan daya dukung yang cukup serta permukaan yang rata. Perencanaan struktural dalam perencanaan bandara ini adalah penentuan tebal perkerasan dan bagian-bagiannya. Jenis perkerasan yang digunakan dalam perencanaan bandara adalah :

☞ Perkerasan lentur (*fleksible pavement*)

Terdiri dari campuran aspal dan agregat bermutu tinggi.

☞ Perkerasan kaku (*rigid pavement*)

Terdiri dari plat beton.

Beberapa metode perencanaan perkerasan landasan pacu antara lain :

a. *US Corporation of Engineer* (Metode CBR)

Metode ini dikembangkan oleh *Corps of Engineering, US Army*.

Kriteria dasar dalam penggunaan metode ini adalah :

• Prosedur tes untuk *subgrade* dan komponen-komponen perkerasan lainnya cukup sederhana.

• Metodenya telah menghasilkan perkerasan yang memuaskan.,

↳ Dapat dipakai untuk mengatasi persoalan-persoalan perkerasan lapangan terbang dalam waktu yang relatif singkat.

↳ Penggunaan metode CBR memungkinkan perencanaan untuk menentukan ketebalan lapisan-lapisan *subbase*, *base*, dan *surface* yang diperlukan dengan kurva-kurva desasin dengan tes-tes lapisan tanah yang sederhana.

b. Metode FAA (*Federal Aviation Administration*)

Metode ini adalah metode yang paling umum digunakan dalam perencanaan lapangan terbang. dikembangkan oleh Badan Penerbangan Federal Amerika. Merupakan pengembangan dari metode CBR.

c. Metode LCN (*Load Classification Number*)

Metode LCN adalah metode perencanaan perkerasan dan evaluasi. Merupakan formulasi dari *Air Ministry Directorate General of Work*, Inggris. Dalam prosedurnya

d. Metode *Asphalt Institute*

Metode ini dipakai hanya untuk menghitung perkerasan aspal beton yang digelar di atas subgrade yang telah dipadatkan (sistem dua lapisan). Rencana ketebalan didasarkan pada :

↳ Perpanjangan relatif horisontal pada lapisan di bawah aspal, untuk mengurangi retak akibat kelelahan pada aspal beton.

↳ Tegangan tekanan vertikal pada permukaan lapisan subgrade, untuk mengurangi gaya-gaya yang mengakibatkan *rutting* pada permukaan.

Dalam perencanaan perkerasan landasan pacu Bandara Sultan Babullah metode yang digunakan adalah metode perkerasan fleksibel dari FAA (*Federal Aviation Administration*). Langkah-langkah penggunaan metode FAA adalah sebagai berikut :

a. Menentukan pesawat rencana.

Dalam pelaksanaannya, landasan pacu harus melayani beragam tipe pesawat dengan tipe roda pendaratan dan berat yang berbeda-beda, dengan demikian diperlukan konversi ke pesawat rencana.

- b. Hitung *Equivalent Annual Departure*.

Equivalent Annual Departure terhadap pesawat rencana dihitung dengan rumus :

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

Dimana $R_1 = \text{Equivalent annual departure}$ pesawat rencana

$R_2 = \text{Annual departure}$ pesawat-pesawat campuran

$W_1 = \text{Beban roda dari pesawat rencana}$

$W_2 = \text{Beban roda dari pesawat-pesawat campuran}$

- c. Hitung tebal perkerasan total.

Tebal perkerasan total dihitung dengan memplotkan data CBR subgrade (data penyelidikan tanah), MTOW (*Maximum Take Off Weight*) pesawat rencana, dan nilai *equivalent Annual Departure* ke grafik.

- d. Hitung tebal perkerasan *Subbase*.

Dengan nilai CBR *subbase* yang ditentukan, MTOW, dan *Equivalent Departure* maka dari grafik yang sama didapat harga yang merupakan tebal lapisan diatas *subbase*, yaitu lapisan *surface* dan lapisan *base*. Maka tebal *subbase* sama dengan tebal perkerasan total dikurangi tebal lapisan diatas *surface*.

- e. Hitung tebal perkerasan permukaan (*surface*)

Tebal *surface* dapat langsung dilihat dari grafik sebelumnya yang berupa tebal *surface* untuk daerah kritis dan non kritis.

- f. Hitung tebal perkerasan *base course*

Tebal *base course* sama dengan tebal lapisan diatas *subbase* dikurangi tebal permukaan. Hasil ini harus dicek dengan membandingkannya terhadap tebal minimum *base course* dari

grafik. Apabila tebal *base course* minimum lebih besar dari tebal *base course* hasil perhitungan, maka selisihnya diambil dari lapisan *subbase*, sehingga tebal *subbase* pun berubah.

- g. Hitung ketebalan daerah tidak kritis.

Ketebalan daerah non kritis masing-masing lapisan didapat dengan mengalikan dengan faktor pengali 0,9 T untuk tebal *base* dan *subbase*. Untuk faktor pengali 0,7 T hanya berlaku pada *base course* karena dilalui oleh drainase melintang landasan.