

BAB II
STUDI PUSTAKA

2.1. Tinjauan Umum

Bandar Udara adalah prasarana transportasi udara yang mempunyai berbagai fasilitas untuk melayani pendaratan dan tinggal landas pesawat terbang, bongkar muat barang maupun penumpang, pengisian bahan bakar, penyimpanan serta perbaikan pesawat. Dalam merencanakan maupun menganalisa suatu Bandar Udara yang paling penting ditinjau adalah seimbangannya antara kebutuhan (*demand*) dan supply pada tahun rencana.

Bandar Udara Ngloram Cepu merupakan Bandar udara yang melayani Propinsi Jawa Tengah bagian Timur. Bandar Udara Ngloram merupakan bandar udara khusus yang melayani Penumpang khusus yang bekerja di Pusat Pengembangan Tenaga Perminyakan dan Gas Bumi (PPT MIGAS). Kondisi Bandar Udara Ngloram saat ini tidak aktif namun dulu pernah melayani pesawat sejenis CASA / DHC-6 berkapasitas 20 penumpang. Mengingat tingkat penerbangannya semakin tinggi terhadap penumpang dan barang maka tuntutan untuk mengaktifkan Bandara Ngloram melalui penambahan panjang landasan pacu yang mampu didarati pesawat jenis Fokker 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 :

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

2.2. Permintaan Jasa Angkutan udara

Permintaan jasa angkutan udara di daerah layanan (Kabupaten Cepu dan daerah sekitarnya) dapat dibagi menjadi :

1. Layanan terhadap penumpang yang sebelumnya jarang berpergian, selanjutnya perlu menggunakan jasa transportasi udara.
2. Layanan terhadap mobilitas pejabat dan petinggi Exxon mobile dan Pertamina.

3. Layanan terhadap penumpang yang diperkirakan meningkat seiring dengan banyaknya investasi, dan pembangunan hotel di sekitar blok Cepu.

2.3. Karakteristik Pesawat Terbang

Untuk merencanakan prasarana pesawat terbang dalam perencanaan pengembangan pesawat terbang, perlu diketahui sifat-sifat umum yang dimiliki oleh pesawat terbang antara lain :

1. Berat (*Weight*)

Ini diperlukan untuk merencanakan tebal perkerasan. Berat pesawat terbang merupakan gabungan atau terdiri dari komponen dasar berat pesawat, antara lain :

- a. Berat kosong

Adalah berat dasar pesawat yang siap beroperasi dengan baik, termasuk awak pesawat dan semua peralatan yang diperlukan untuk penerbangan, tetapi tidak termasuk berat bahan bakar dan penumpang.

- b. Muatan yang membayar atau penumpang (*payload*)

Adalah beban dari muatan yang berada dalam pesawat. Muatan ini meliputi penumpang, bagasi, surat dan barang muatan.

- c. Berat bahan bakar kosong

Adalah berat dimana seluruh penambahan berat berupa bahan bakar.

- d. Berat tegangan maksimum (*maximum ramp weight*)

Adalah Berat maksimum yang diijinkan untuk bergerak di darat (*taxing*).

- e. Berat lepas landas struktur maksimum (*maximum structural take off weight*)

Adalah berat maksimum yang diperbolehkan pada pesawat saat lepas landas.

- f. Berat pendaratan maksimum (*maximum structural landing weight*)

Adalah berat maksimum yang diperbolehkan pada saat pesawat melakukan pendaratan. Berat pada saat pendaratan berbeda dengan pada saat lepas landas. Ini dikarenakan pada saat lepas landas berat bahan bakar pesawat masih penuh, sedangkan pada saat pendaratan berat untuk bahan bakar telah berkurang banyak.

2. Ukuran (*size*)

Lebar dan panjang pesawat terbang (*fuselage*) mempengaruhi lebar area parkir dan apron.

3. Kapasitas Penumpang

Kapasitas penumpang sangat penting terhadap perencanaan bangunan terminal dan sarana lainnya.

4. Panjang Landasan Pacu

Panjang landasan pacu penting bagi perencanaan luas area yang diperlukan oleh lapangan terbang.

2.4. Perencanaan Konfigurasi Bandar Udara

2.4.1 Apron

Apron adalah sarana untuk parkir pesawat dan harus mampu menampung lebih dari dua pesawat dan menyediakan tempat yang cukup sehingga satu pesawat dapat melewati yang lainnya.

Kebutuhan akan luas Apron ditentukan oleh beberapa faktor :

1. Ukuran pesawat terbang (lebar,panjang,dan radius putar).
2. Jumlah,lama dan cara pesawat parkir.
3. Kebebasan ujung sayap pesawat (*wing tip clearance*).
4. Kemiringan apron harus mendukung kondisi tidak mengumpulnya air dipermukaan,diambil tidak boleh kurang dari 1 %.

Tabel 2.1. Kebebasan ujung sayap pesawat (*Wing Tip Clearance*)

Kode Huruf	Aircraft Wing Span	Wing Tip Clerance
A	< 15 m	3,0 m
B	15-24 m	3,0 m
C	24-36 m	4,5 m
D	36-52 m	7,5 m
E	52-60 m	7,5 m

Sumber :(Perencanaan dan perancangan Bandar Udara (Horonjeff,1998)).

2.4.1.1 Konfigurasi Parkir

Konfigurasi parkir pesawat berhubungan dengan bagaimana pesawat ditempatkan berkenaan dengan gedung terminal dan manuper pesawat cara memasuki dan keluar dari *taxiway*. Konfigurasi parkir

pesawat faktor yang penting yang mempengaruhi posisi parkir pesawat dan karenanya, mempengaruhi luas daerah *apron* – pintu. Pesawat dapat ditempatkan dengan berbagai sudut terhadap gedung terminal dan dapat keluar masuk *taxiway* dengan kekuatan sendiri atau dengan bantuan alat penarik/pendorong. Dengan menggunakan alat penarik/pendorong pesawat, terdapat kemungkinan untuk mengurangi ukuran posisi parkir. Sebelum memilih konfigurasi parkir dari alternatif-alternatif yang ada, sebaiknya menghubungi dulu perusahaan penerbangan yang bersangkutan agar dapat ditentukan konfigurasi parkir yang efektif, namun perlu dipertimbangkan juga tujuan untuk melindungi dari hal-hal yang merugikan seperti kebisingan, semburan jet dan cuaca serta biaya-biaya pemeliharaan dan operasi dari peralatan darat yang dibutuhkan.

1). Konfigurasi Parkir Hidung Kedalam

Dalam konfigurasi hidung kedalam ini (*nose-in*) pesawat diparkir tegak lurus gedung terminal, dengan hidung pesawat berjarak sedekat mungkin dengan gedung terminal. Pesawat melakukan manuver kedalam posisi parkir tanpa bantuan peralatan penarik. Untuk meninggalkan *taxiway*, pesawat harus didorong sampai suatu jarak yang cukup untuk memungkinkan pesawat bergerak dengan kekuatan sendiri. Keuntungan dari konfigurasi ini adalah ia membutuhkan daerah di *taxiway* yang paling kecil untuk sebuah pesawat yang ditentukan, menimbulkan tingkat kebisingan yang lebih rendah karena ia meninggalkan *taxiway* tidak dengan kekuatan mesin sendiri, tidak menimbulkan semburan jet ke gedung terminal dan memudahkan penumpang naik ke pesawat karena hidung pesawat terletak dekat gedung terminal. Kerugiannya adalah harus disediakan alat pendorong dan pintu belakang pesawat tidak digunakan secara efektif oleh penumpang.

2). Konfigurasi Parkir Hidung ke Dalam Bersudut

Konfigurasi ini adalah serupa dengan konfigurasi hidung kedalam (*nose-in*) kecuali bahwa pesawat tidak diparkir tegak lurus gedung terminal. Keuntungannya bahwa pesawat dapat memasuki dan

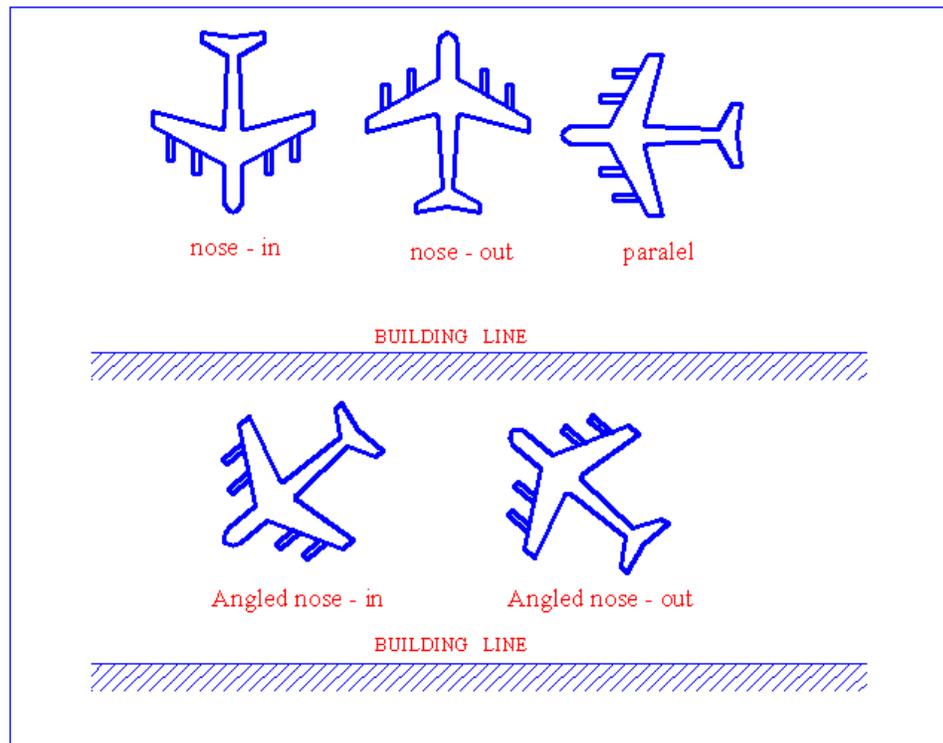
keluar dari *taxiway* dengan kekuatan sendiri. Meskipun demikian, konfigurasi ini membutuhkan daerah parkir di *taxiway* yang lebih luas dan menimbulkan kebisingan yang lebih tinggi daripada konfigurasi hidung kedalam.

3). Konfigurasi Parkir Hidung ke Luar Bersudut (*Nose – Out*)

Dalam konfigurasi ini, pesawat diparkir dengan hidungnya menjahui hidung terminal. Seperti konfigurasi hidung kedalam bersudut, keuntungan dari konfigurasi ini adalah pesawat dapat memasuki atau keluar dari *taxiway* dengan kekuatan mesin sendiri. Konfigurasi seperti ini membutuhkan daerah parkir *taxiway* yang lebih luas dan menimbulkan kebisingan yang lebih tinggi dari konfigurasi hidung kedalam.

4). Konfigurasi Parkir Sejajar (Pararel)

Konfigurasi ini yang paling mudah di pandang dari sudut manuver pesawat. Dalam hal ini kebisingan dan semburan jet dikurangi, karena tidak diperlukan gerakan memutar yang tajam. Meskipun demikian, konfigurasi ini membutuhkan daerah parkir di *taxiway* yang lebih besar, terutama disepanjang permukaan gedung terminal. Keuntungan lain dari konfigurasi ini adalah bahwa baik pintu depan maupun pintu belakang pesawat digunakan oleh penumpang untuk naik ataupun turun dari pesawat, walaupun dibutuhkan jembatan untuk penumpang yang relatif panjang. Untuk perencanaan, semua keuntungan dan kerugian dari sistem yang berbeda harus dievaluasi dengan mempertimbangkan kepentingan perusahaan penerbangan yang akan menggunakan *taxiway*. Meskipun demikian, parkir hidung kedalam cenderung di pilih karena dapat menghemat tempat dan mengurangi kebisingan serta semburan jet. Dari pengalaman menggunakan mesin sendiri untuk keluar dari posisi hidung kedalam, didapat penghematan dalam biaya-biaya operasi dan pemeliharaan bagi peralatan penunjang di darat.



Gambar 2.1. Parkir Pesawat

2.4.2 Landasan Pacu (Runway)

Ruway adalah area yang digunakan untuk *take-off* dan landing pesawat terbang yang sedang beroperasi.

Komponen landasan pacu dibagi menjadi :

- a. *Struktur lapis perkerasan* yaitu bagian yang diperkeras untuk mendukung berat dari pesawat terbang.
- b. *Bahu Landasan* yaitu bagian yang berdekatan dengan struktur lapis perkerasan dan merupakan arah melintang landas pacu yang dirancang untuk menahan erosi yang terjadi akibat hembusan angin dari pesawat terbang. Juga dirancang untuk menempatkan alat-alat pemeliharaan landas pacu dan tempat pengawasan landas pacu serta tempat pendaratan darurat (*Crash Landing*).
- c. *Bantalan Hembusan (Blast Pad)* yaitu suatu daerah yang dirancang untuk mencegah erosi permukaan yang berdekatan dengan ujung-ujung landasan pacu yang menerima hembusan jet secara terus menerus.

- d. *Daerah aman Landasan pacu (runway safety area)* yaitu daerah yang bebas dari barang-barang yang mengganggu sarana transportasi udara. Daerah ini terdapat drainase, dan mencakup struktur lapis perkerasan serta terdapat landasan bantalan hembusan dan daerah perhentian.

Terdapat banyak konfigurasi *runway*. Kebanyakan merupakan kombinasi dari beberapa konfigurasi dasar. Konfigurasi dasar tersebut adalah :

1. *Runway tunggal*

Konfigurasi ini merupakan konfigurasi yang paling sederhana. Kapasitas *runway* tunggal dalam kondisi VFR berkisar antara 50- 100 operasi per jam, sedangkan untuk kondisi IFR berkisar antara 50 – 75 operasi per jam, tergantung pada komposisi campuran pesawat dan alat bantu navigasi.

Konfigurasi *runway* tunggal diperlihatkan pada gambar II.2



Gambar 2.2. *Runway Tunggal*

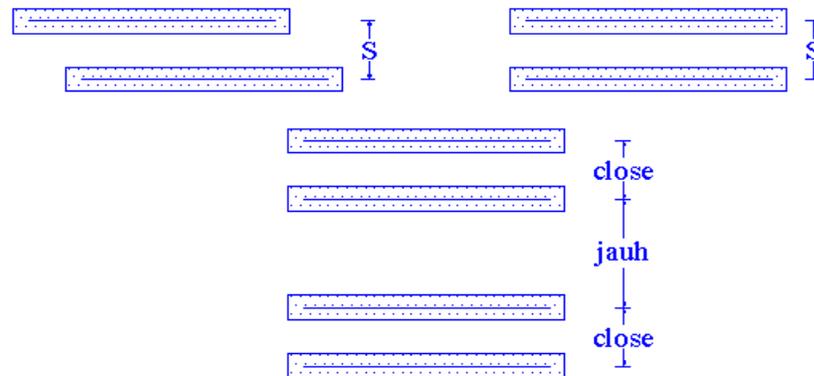
2. *Runway sejajar*

Kapasitas *runway* sejajar tergantung pada jumlah *runway* dan jarak diantaranya. Jarak antar dua *runway* digolongkan dalam jarak yang rapat, menengah dan renggang.

- a. *Runway* berjarak rapat (*close parallel*) mempunyai jarak dari sumbu ke sumbu antara 700 – 2.500 feet. Kapasitas *runway* ini untuk kondisi VFR berkisar antara 100 – 200 operasi per jam, sedangkan untuk kondisi IFR berkisar antara 50 – 60 operasi per jam. Dalam kondisi IFR operasi penerbangan pada satu *runway* tergantung pada *runway* lain.
- b. *Runway* berjarak rapat (*close parallel*) mempunyai jarak dari sumbu ke sumbu antara 700 – 2.500 feet. Kapasitas *runway* ini untuk kondisi VFR berkisar antara 100 – 200 operasi per jam, sedangkan untuk kondisi IFR berkisar antara 50 – 60 operasi per jam. Dalam kondisi IFR operasi penerbangan pada satu *runway* tergantung pada *runway* lain.
- c. *Runway* berjarak rapat (*close parallel*) mempunyai jarak dari sumbu ke sumbu antara 700 – 2.500 feet. Kapasitas *runway* ini untuk kondisi VFR

berkisar antara 100 – 200 operasi per jam, sedangkan untuk kondisi IFR berkisar antara 50 – 60 operasi per jam. Dalam kondisi IFR operasi penerbangan pada satu *runway* tergantung pada *runway* lain.

Gambar *runway* sejajar dapat dilihat pada gambar II.3



Gambar 2.3. Runway Sejajar

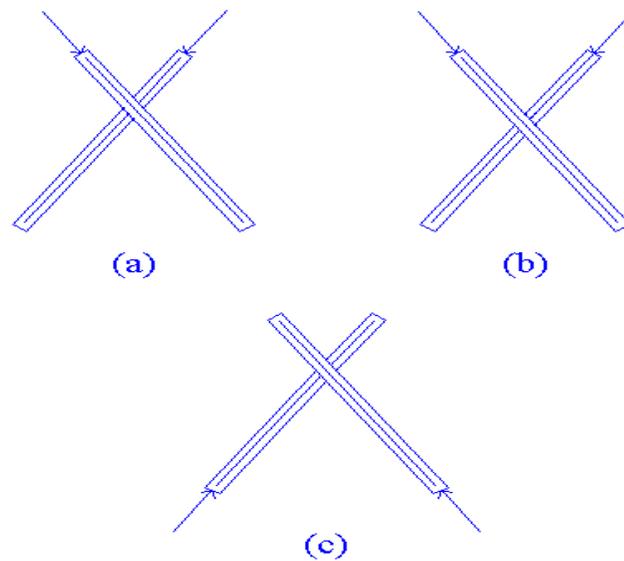
3. *Runway* berpotongan

Runway berpotongan ini diperlukan apabila terdapat angin yang relatif kuat (*prevailing wind*) bertiup lebih dari satu arah, sehingga mengakibatkan angin sisi (*cross wind*) berlebihan apabila hanya dibuat satu *runway* saja. Kapasitas dua *runway* ini sangat tergantung pada letak perpotongannya. Makin jauh letak titik potong dari ujung lepas landas *runway* dan ambang pendaratan (*threshold*), kapasitasnya semakin rendah. Konfigurasi *runway* berpotongan ini diperlihatkan pada gambar II.4.a sampai II.4.c.

Untuk kondisi seperti diperlihatkan pada gambar II.4.a kapasitas *runway* ini untuk kondisi VFR berkisar antara 70-175 operasi per jam, sedangkan untuk kondisi IFR berkisar antara 60-70 operasi per jam.

Untuk kondisi seperti diperlihatkan pada gambar II.4.b, kapasitas *runway* ini untuk kondisi VFR berkisar antara 60-100 operasi per jam, sedangkan untuk kondisi IFR berkisar antara 45 – 60 operasi per jam.

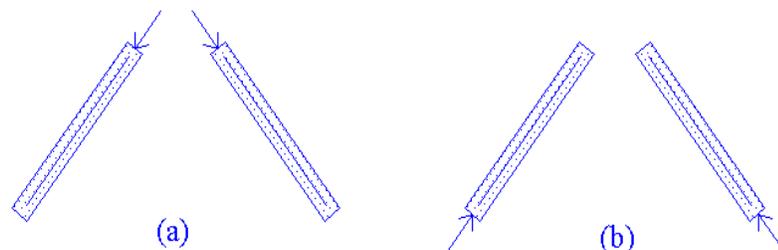
Untuk kondisi seperti diperlihatkan pada gambar II.4.c, kapasitas *runway* ini untuk kondisi VFR berkisar antara 50 – 100 operasi per jam, sedangkan untuk kondisi IFR berkisar antara 40 – 60 operasi per jam



Gambar 2.4. Runway Berpotongan

4. *Runway V-terbuka*

Runway V-terbuka adalah *runway* yang arahnya memencar (*divergen*) tetapi tidak berpotongan, seperti terlihat pada gambar II.5.a dan II.5.b. Kapasitas tertinggi akan dicapai apabila operasi penerbangan dilakukan menjauhi V (gambar II.5.a). Untuk kondisi seperti diperlihatkan pada gambar II.5.a kapasitas *runway* ini untuk kondisi VFR berkisar antara 60 – 180 operasi per jam, sedangkan untuk kondisi IFR berkisar antara 50 – 80 operasi per jam . Untuk kondisi seperti diperlihatkan pada gambar II.5.b, kapasitas *runway* ini untuk kondisi VFR berkisar antara 50 – 100 operasi per jam, sedangkan untuk kondisi IFR berkisar antara 50 – 60 operasi per jam.



Gambar 2.5. Runway V-Terbuka

2.4.2.1 Kebutuhan Landasan Pacu

Penentuan landasan pacu berdasarkan pada aspek teknis dan operasional dari pesawat jenis terbesar yang akan beroperasi dan penerbangan

BAB II

STUDI PUSTAKA

yang memungkinkan dilayani. Standar panjang landasan pacu sudah ditentukan oleh perusahaan pembuat pesawat udara. Petunjuk tersebut berupa grafik *Airplane Flight Manual*.

2.4.2.2 Klasifikasi Landasan Pacu

Berdasarkan amandemen ke-36 ICAO hasil konferensi ke IX yang mulai efektif berlaku pada tanggal 23 Maret 1983, maka dibuat tabel *Aerodrome Reference Code* untuk menentukan kelas pacu pada sebuah landasan.

Tabel 2.2. *Aerodrome Reference Code (Kode Angka)*

Kode Angka	<i>Aerodrome Reference Field Length (ARFL)</i>
1	< 800 m
2	800-1200 m
3	1200-1800 m
4	> 1800 m

Sumber : (Perencanaan dan perancangan Bandar Udara (Horonjeff, 1998)).

Tabel 2.3. *Aerodrome Reference Code (Kode Huruf)*

Kode Huruf	Lebar Sayap (Wing Span)	Jarak Terluar Roda Pendaratan (Outer Main Gear Span)
A	4.5-15 m	< 4.5 m
B	15-24 m	4.5-6 m
C	24-36 m	6-9 m
D	36-52 m	9-14 m
E	52-60 m	9-14 m

Sumber : (Perencanaan dan perancangan Bandar Udara (Horonjeff, 1998)).

Kode tersebut berupa angka dan huruf, yang didapat dari *ARFL*, *Wing Span* dan *Outer Gear Wheel Span* masing-masing pesawat.

1. Lebar Perkerasan Landasan Pacu

Lebar perkerasan landasan pacu ditentukan dengan standart *ICAO* seperti dalam tabel berikut :

BAB II
STUDI PUSTAKA

Tabel 2.4. *Lebar Minimal Perkerasan Struktural Landasan Pacu Berdasarkan Kode Landasan*

	A	B	C	D	E
1	18 m	18 m	23 m	–	–
2	23 m	23 m	30 m	–	–
3	30 m	30 m	30 m	45 m	–
4	–	–	45 m	45 m	45 m

Sumber : (Perencanaan dan perancangan Bandar Udara (Horonjeff,1998)).

2. Kemiringan Memanjang (*Longitudinal Slop*) Landasan Pacu

Tabel 2.5. *Kemiringan Memanjang Landasan Pacu Standart ICAO*

Kriteria	1	2	3	4
Kemiringan efektif memanjang	1.0 %	1.0 %	1.0 %	1.0 %
Kemiringan memanjang maksimum	2.0 %	2.0 %	1.5 %	1.5 %
Perubahan kemiringan memanjang maksimum	2.0 %	2.0 %	1.5 %	1.5 %
Perubahan kemiringan per 30 m	0.4 %	0.4 %	0.2 %	0.1 %

Sumber : (Perencanaan dan perancangan Bandar Udara (Horonjeff,1998)).

3. Kemiringan Melintang (*Tranversal Slop*) Landasan Pacu

Untuk menjamin pengaliran air permukaan yang berada di atas landasan pacu,perlu kemiringan melintang dengan standart ICAO.

Tabel 2.6. *Standart ICAO Dalam Kemiringan Melintang Landasan Pacu*

Kode Huruf Landasan Pacu	Kemiringan Melintang
A	2 %
B	2 %
C	1.5 %
D	1.5 %
E	1.5%

BAB II

STUDI PUSTAKA

Sumber : (Perencanaan dan perancangan Bandar Udara (Horonjeff,1998)).

4. Runway Strip

Runway terletak pada suatu area yang di sebut *runway strip*.Area ini dimaksudkan untuk :

- a. Memperkecil resiko kerusakan pada pesawat terbang bila pesawat tersebut harus keluar dari *runway*.
- b. Melindungi pesawat yang meluncur di atasnya pada saat *take-off* maupun *landing*.

Panjang runway strip diukur dari ujung runway ke arah luar, sedangkan lebar runway strip diukur dari sumbu runway ke arah luar tepi (ke kiri dan ke kanan).Besarnya runway strip yang direkomendasikan oleh ICAO dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

Tabel 2.7. Panjang Runway Strip

Code Number	Panjang Strip (m)
1	60 (instrument) 30 (non - instrument)
2	60
3	60
4	60

Sumber :(Perencanaan dan perancangan Bandar Udara (Horonjeff,1998)).

Tabel 2.8. Lebar Runway Strip

Code Number	Lebar Strip (m)	
1	non – instrument instrument	30 75
2	non – instrument instrument	40 75
3 & 4	non – instrument instrument	75 150

Sumber :(Perencanaan dan perancangan Bandar Udara (Horonjeff,1998)).

Tabel 2.9. *Kemiringan Melintang Runway Strip*

Code Number	Kemiringan Melintang
1	3 %
2	3 %
3	2,5 %
4	2,5 %

Sumber : (Perencanaan dan perancangan Bandar Udara
(Horonjeff, 1998)).

2.4.3 Bangunan Terminal

Bangunan terminal adalah suatu areal yang mempunyai *interface* antara landasan dan bagian lain dari bandara. Bangunan ini merupakan penghubung prasarana sisi udara dan sisi darat pada bandara.

Kegiatan yang terjadi pada bangunan ini adalah :

- a. Penumpang yang akan naik dan turun pesawat
- b. Pengantar dan penjemput penumpang
- c. Pengurusan bagasi
- d. Administrasi

Bangunan terminal dibagi menjadi 4 berdasarkan fungsinya yaitu :

1. Acces Interface

Bagian yang melayani untuk penumpang yang baru datang.

Fasilitas-fasilitas yang ada adalah :

- a. Tempat parkir kendaraan
- b. Trotoar
- c. Fasilitas untuk menurunkan barang
- d. Tempat pemberhentian angkutan umum

2. Processing

Tempat untuk persiapan sebelum keberangkatan. Fasilitas yang tersedia adalah :

- a. Tempat check-in, informasi penerbangan, dan cek teknis
- b. Security check area
- c. Lobi umum, lalu lintas penumpang dan penjemput
- d. Ruang tunggu dan fasilitas tambahan lainnya

3. Flight Interface

Tempat penumpang dari atau ke pesawat terbang. Fasilitas yang dipergunakan seperti lorong penumpang, kendaraan pengangkut dan tangga.

4. Tempat untuk perlengkapan pendukung

- a. Menara pengontrol
- b. Ruang navigasi
- c. Gudang bahan bakar
- d. Pembangkit listrik

2.4.3.1 Luas Terminal

Luas terminal diperhitungkan dengan analisa penumpang. Analisa penumpang ini diperhitungkan pada tingkat penumpang pada jam sibuk jadwal pergerakan pesawat terbanyak serta kapasitas kursi pesawat. Hal ini dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 2.10. *Luas Minimum Gedung Terminal Yang Dibutuhkan*

Komponen	Luas Minimum 100 m / 100 penumpang
<i>Tiket Lobby</i>	1
<i>Baggage Claim</i>	1
<i>Departure Lounge</i>	2
<i>Waiting Room</i>	1.5
<i>Imigration</i>	1
<i>Airlane Operatian</i>	5

Sumber : FAA

2.4.3.2 Penanganan Penumpang

Ini dimaksudkan untuk memprediksi apakah pada jam sibuk proses dari persiapan penumpang dapat berjalan dengan lancar. Pemrosesan yang terjadi yaitu :

- a. *Entrance* (pintu masuk)
- b. *Ticketing* (loket pelayanan tiket)
- c. *Security* (keamanan)
- d. *Departure Lounge*
- e. *Ramp gates* (pintu masuk apron)

2.4.4 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 disekitar yang berdekatan dengan *taxiway*.

Tabel 2.11. Lebar Minimum 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

BAB II
STUDI PUSTAKA

Tabel 2.12. Kemiringan Landasan Hubung

	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					
Kemiringan Melintang Maksimum	3	3	2.5	2.5	2.5

(Perencanaan dan perancangan Bandar Udara (Horonjeff,1998),ICAO)

Tabel 2.13. Kelandaian dan Kemiringan Melintang Landasan Hubung

Code Letter	Kelandaian	Kemiringan
A	3 %	2 %
B	3 %	2 %
C	1.5 %	1.5 %
D	1.5 %	1.5 %
E	1.5 %	1.5 %

Tabel 2.14. Lebar Bahu dan Strip Taxiway (meter)

Code Letter	Lebar Bahu (termasuk taxiway)	Lebar Strip (termasuk taxiway)
A	-	27
B	-	39
C	25	57
D	38	85
E	44	93

2.5. 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 di estimasi.

BAB II

STUDI PUSTAKA

Makin panjang jangka prakiraan, ketepatannya makin berkurang dan hanya 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 keamatan 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 :

$$b = \frac{n \sum xi.yi - \sum_{i=1}^n Xi \sum yi}{n \sum_{i=1}^n Xi^2 - \left[\sum_{i=1}^n Xi \right]^2}$$

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

Dimana :

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

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

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

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

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

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

B. Korelasi

Korelasi membahas tentang hubungan antara variabel-variabel yang terdapat dalam regresi, sehingga kedua analisis ini saling terkait satu dengan lainnya. Koefisiensi 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 linier. Jika linier $Y = a + bX$. 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, $JK_{res} = \sum (Y_i - \hat{Y})^2$ dengan menggunakan harga Y_i yang di dapat dari regresi $Y = f(X)$.

Besaran yang ditentukan oleh rumus :

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

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 akan mendekati harga nol. Sehingga harga I antara 0 hingga 1.

BAB II
STUDI PUSTAKA

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

Sehingga $I = r^2$ dan diperoleh :

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

Berlaku untuk $0 \leq r^2 \leq 1$ sehingga untuk koefisien korelasi terdapat hubungan $-1 \leq r^2 \leq +1$. Harga korelasi negatif satu menunjukkan bahwa hubungan antara X dan Y adalah linier sempurna tidak langsung, artinya titik-titik yang dihasilkan oleh (X_i, Y_i) berada pada garis regresi seluruhnya, tetapi harga Y besar berpasangan dengan X kecil dan sebaliknya. Sedangkan harga korelasi positif satu menunjukkan adanya hubungan linier 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 linier 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 2.15. Koefisien Korelasi

r	Interpretasi
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 :

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

2.6. 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 serta permukaan yang rata. Perkerasan struktural dalam perencanaan bandara ini adalah penentuan tebal perkerasan dan bagian-bagiannya. Jenis perkerasan yang digunakan dalam perencanaan bandara adalah :

a. Perkerasan Lentur (*flexible pavement*)

Terdiri dari campuran aspal dan agregat bermutu tinggi

b. 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 Engineer*, US Army. Kriteria dasar dalam penggunaan metode ini adalah :

1. Prosedur test untuk *subgrade* dan komponen-komponen perkerasan lainnya cukup sederhana.
2. Metodenya telah menghasilkan perkerasan yang memuaskan.

3. Dapat dipakai untuk mengatasi persoalan- persoalan perkerasan lapangan terbang dalam waktu yang relatif singkat.
 4. Penggunaan metode CBR memungkinkan perencanaan untuk menentukan ketebalan lapisan-lapisan *subbase, base, dan surface* yang diperlukan dengan kurva-kurva desain 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 Directorat General of Work, Inggris*.
- d. Metode *Asphalt Institute*
- Metode ini dipakai hanya untuk menghitung perkerasan aspal beton yang digelar diatas *subgrade* yang telah dipadatkan (sistem dua lapisan). Rencana ketebalan didasarkan pada :
1. Perpanjangan relatif horisontal pada lapisan di bawah aspal, untuk mengurangi retak akibat kelelahan pada aspal beton.
 2. Tegangan tekanan vertikal pada permukaan lapisan subgarde, untuk mengurangi gaya-gaya yang mengakibatkan *rutting* pada permukaan.

Dalam perencanaan perkerasan landasan pacu bandara Ngloram 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 di bawah ini :

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

Dimana :

R_1 = *Equivalent Annual Departure* pesawat rencana

R_2 = *Annual Departure* pesawat-pesawat campuran

W_1 = Beban roda dari pesawat rencana

W_2 = Beban roda dari pesawat-pesawat campera.

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 lapisan diatas *subbase* dikurangi tebal permukaan. Hasil ini harus dicek dengan membandingkan 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.

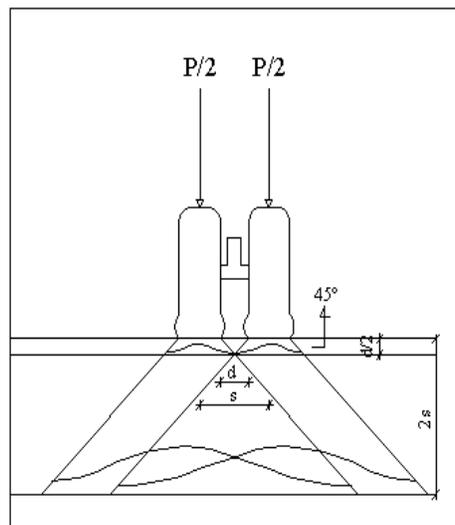
g. Hitung tebal daerah tidak kritis

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.

2.7. Equivalent Wheel Load / Boussinesq's Theory

Kedalaman di mana tegangan yang terjadi pada perkerasan akibat dual Wheel sama dengan akibat single Wheel tergantung kepada jarak dari kedua roda. Dekat pada permukaan, roda-roda beraksi independent. Pada kedalaman yang lebih tebal tegangan akan saling tindih (Overlap) tetapi mengecil karena kedalaman bertambah.



Sumber : *Merancang dan merencana Lapangan Terbang*, Ir. Heru Basuki, 1985

Gambar 2.6. Skema Pembebanan Roda Pesawat Dual Wheel

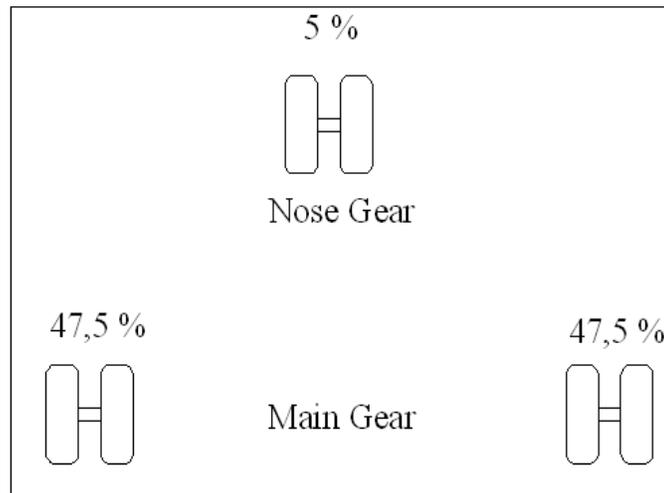
Secara analisa teori (dikembangkan oleh Boussinesq's) maupun pengukuran dilapangan, diketahui bahwa roda-roda saling berpengaruh pada kedalaman $d/2$, d = jarak tepi dalam roda. Pada kedalaman $2S$, overlap tegangan bisa diabaikan, dalam hal ini $2S$ adalah kedalaman dimana Single Wheel Load yang mempunyai tekanan roda sama akan menghasilkan tegangan sama dengan tegangan Dual Wheel.

2.8. Berat Statistik pada Main Gear dan Nose Gear

Pembagian beban statistik antara roda pendaratan utama (Main Gear) dan Nose Gear, tergantung pada type pesawat dan tempat pusat gravitasi pesawat. Untuk menjaga keseimbangan, pembagian muatan harus sedemikian sehingga pusat gravitasi tidak melampaui batas maximum ke depan maupun ke belakang

BAB II
STUDI PUSTAKA

tubuh pesawat. Dengan penempatan muatan yang ada dalam batas-batas pusat gravitasi ke depan maupun ke belakang badan pesawat, maka distribusi beban kepada main gear dan nose gear akan konstant. Untuk merencanakan kekuatan landasan, dianggap bahwa 5 % beban diberikan kepada nose gear sedangkan 95 % dibebankan kepada main gear, bila ada dua main gear masing-masing gear menahan 47,5 % beban pesawat.



Gambar 2.7. Berat Statistik Roda Pesawat Dual Wheel

BAB II
STUDI PUSTAKA
