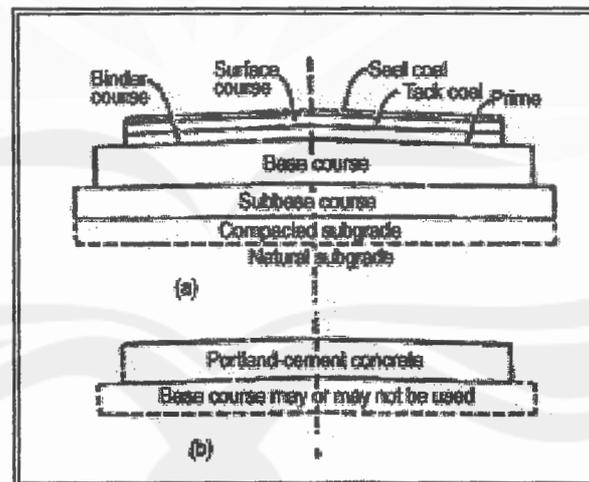


## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Umum

Landas pacu adalah suatu daerah penerbangan yang dipilih atau dipersiapkan untuk kegiatan naik dan turunnya pesawat sepanjang landasan pacu tersebut (Bhanot, 1983). Struktur perkerasan didefinisikan sebagai struktur yang diproses. Perkerasan yang terdiri dari campuran aspal dan agregat bermutu tinggi disebut perkerasan lentur (*flexible pavement*), sedangkan yang terdiri dari plat beton disebut perkerasan kaku (*rigid pavement*), (Horonjeff dan McKelvey., 1993). Perbedaan antara *flexible pavement* dan *rigid pavement* dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1. (a) *Flexible Pavement* dan (b) *Rigid Pavement*  
Sumber: Yoder dan Witchak (1975), *Principle of Pavement Design*

Perkerasan lentur secara umum terdiri atas 3 lapis atau lebih, yaitu lapis permukaan yang berupa lapis berbitumen (beton aspal), lapis pondasi yang

merupakan batu pecah, dan lapis tanah dasar (*subgrade*), yang kesemuanya harus memiliki ketebalan terhadap struktur di atasnya agar tegangan yang terjadi akibat beban lalu lintas udara dapat direduksi kesetiap lapisan dengan daerah distribusi yang luas sehingga tegangan yang sampai ke tanah dasar (*subgrade*) tidak melampaui daya dukung tanah dasar. Perkerasan yang memenuhi digunakan untuk mendukung pembebanan secara struktural, fungsi, dan kenyamanan bandar udara terutama landasan pacu.

Lapis permukaan mempunyai sifat khusus yaitu melindungi/melapisi lapisan dibawahnya dan sebagai tumpuan merata pesawat agar lalu lintas dapat terjadi secara aman, nyaman, dan diharapkan umum rancangan tidak terjadi kerusakan yang berarti. Dengan kekuatan yang meningkat dari bawah keatas untuk menahan bertambahnya kekuatan distribusi dari tekanan akibat beban.

## **2.2. Lapis Keras Lentur**

Lapis keras lentur di lapangan terbang biasanya dipilih untuk landas pacu, *taxiway* atau tempat-tempat yang mengalami limpahan minyak sedikit. Sedangkan lapis kaku dipakai pada daerah-daerah yang banyak terkena limpahan minyak dan pangaruh panas *blas jet* seperti pada tempat parkir pesawat terbang, dan di ujung landasan atau apron. Perkerasan lapis lentur biasanya terdiri dari 4 lapisan mulai dari atas ke bawah (Horonjeff dan McKelvey., 1993) yaitu:

1. *Surface course* (lapis permukaan)

Lapisan ini dibuat dengan komposisi gradasi, kekuatan, dan abrasi yang diharapkan mempunyai struktur penahan yang baik. Lapisan inilah yang

secara langsung menerima beban pesawat dan menderita gesekan akibat roda pesawat. Oleh karena itu lapis permukaan atau lapisan aus ini harus memiliki stabilitas yang tinggi untuk dapat menahan beban masa pelayanan, mempunyai kedekatan terhadap air dan mampu menyebarkan beban ke lapis bawahnya.

2. *Base course* (lapis pondasi)

Merupakan struktur yang mengandung perkerasan dan dibuat agregat seperti batu pecah, semen, ataupun aspal. Fungsinya adalah sebagai lapis perkerasan yang dapat menahan gaya lalu lintas dari beban roda dan menyebarkannya ke lapisan bawahnya.

3. *Subbase course* (lapis fondasi bawah)

Adalah material yang dimampatkan yang fungsinya hampir sama dengan lapis fondasi. Perkerasan yang sangat tebal biasanya terdiri dari beberapa lapis fondasi bawah.

4. *Subgrade* (tanah dasar)

Lapisan ini merupakan dasar dari struktur perkerasan dan dapat berupa tanah timbunan atau tanah galian.

Untuk rencana design lapisan perkerasan landas pacu perlu adanya koreksi, hal ini dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1. *Granular Equavalent Factor* (Faktor Equavalen Butiran)

No	<i>Pavement Material</i>	<i>Granular Equavalency Faktor</i>
1	<i>Selected granular sub-base</i>	1
2	<i>Crushed gravel or stone base</i>	1
3	<i>Waterbound macadam base</i>	1 - 1/2
4	<i>Bituminous stabilized base</i>	1 - 1/2
5	<i>Cement stabilized base</i>	2
6	<i>Asphaltic concrete (good condition)</i>	2
7	<i>Asphaltic concrete (poor condition)</i>	1 - 1/2
8	<i>Portland cement concrete (good condition)</i>	3
9	<i>Portland cement concrete (fair condition)</i>	2 - 1/2

Sumber: ICAO (1983), *Aerodrome Design Manual*

Menurut Yoder dan Witczak (1975), konstruksi lapis keras lentur harus memenuhi syarat tertentu agar dapat memberikan rasa aman dan nyaman dalam berlalu lintas. Syarat tersebut adalah sebagai berikut ini.

1. Mempunyai permukaan yang rata (tidak bergelombang).
2. Permukaan yang dimiliki harus cukup kaku sehingga tidak mudah berubah bentuk akibat beban yang bekerja di atasnya.
3. Permukaan cukup kasar sehingga memberi gesekan yang baik antara roda pesawat dan permukaan landasan.
4. Tahan terhadap tetesan bahan bakar pesawat yang cukup panas.

Agar tanah dasar sesuai dengan dasar perencanaan maka harus dilakukan perbaikan tanah, dengan cara:

1. Secara dinamis; pemampatan tanah dasar dengan *compactor*,
2. Memperbaiki gradasi; penambahan fraksi agregat tertentu,

3. Stabilitas kimia; penambahan *portland cement*, kapur, dan bahan kimia lainnya,
4. Membongkar dan mengganti tanah dasar.

### **2.3. Karakteristik Pesawat Terbang**

Dalam perencanaan suatu landasan pacu kita harus memperhatikan karakteristik pesawat terbang. Sebab dapat dikatakan bahwa panjang landasan pacu sangat ditentukan oleh data-data karakteristik pesawat terbang yang dijadikan acuan dalam perencanaan.

Data-data karakteristik pesawat terbang yang diperlukan dalam perencanaan bandar udara meliputi: kapasitas penumpang, ukuran pesawat, tekanan roda pesawat, berat pesawat, dan lain-lain. Adapun komponen dari berat pesawat adalah sebagai berikut ini:

1. *Operating Weight Empty* (Berat Kosong Operasi)

Adalah berat dasar pesawat termasuk didalamnya *crew* dan peralatan pesawat tetapi tidak termasuk bahan bakar dan penumpang/barang yang membayar. Berat kosong operasi tidak tetap untuk pesawat-pesawat komersil, besarnya tergantung pada konfigurasi tempat duduk.

2. *Payload* (muatan)

Adalah muatan yang menghasilkan *income* (pendapatan) total, termasuk didalamnya penumpang, barang, pos, paket-paket dan *express* bagasi.

3. *Zero Fuel Weight* (Berat Pesawat Tanpa Bahan Bakar)

Adalah jumlah berat kosong operasi ditambah muatan. Jadi *Zero Fuel Weight* adalah berat tanpa bahan bakar saja.

4. *Maximum Structural Landing Weight* (Berat Pendaratan Struktur Utama Maximum)

Adalah kemampuan pesawat dalam pendaratan. Struktur roda utama dirancang untuk menyerap gaya-gaya yang timbul selama pendaratan. Makin besar gaya-gaya itu maka roda harus lebih kuat.

5. *Maximum Structural Take Off Weight* (Berat Lepas Landas Struktur Maximum)

Adalah berat pesawat yang diperbolehkan pada pelepasan rem untuk lepas landas. Berat ini tidak termasuk bahan bakar untuk jalan perlahan-lahan dan berpindah. Berat ini meliputi berat kosong operasi, berat bahan bakar untuk perjalanan dan cadangan serta berat muatan.

Adapun jenis pesawat yang dipakai pada perancangan ini adalah pesawat *Fokker F27 Mk500* yang termasuk dalam jenis pesawat terbang STOL (*Short Take Off and Landing*), karakteristik pesawat *Fokker F27 Mk500* dapat dilihat pada Tabel 2.2, selengkapnya terlampir pada Lampiran 4.

**Tabel 2.2. Karakteristik Pesawat Rencana (Fokker F27 Mk500)**

Type Engines	2 Roll-Royce Dart Mk 535-2 Thrub Propeller.
Crew	2-(Pilots and Co-Pilot)
Max Passengers	50 with one flight attendant 52 with two flight attendants.
Max Operating Altitude	25.000 ft = 7.620 m
Max Distance of Investigate	5 hrs
Max Operating Airspeed	230 knots
Max Weight	Maximum take off weight 45.000 lbs = 20.412 kgs Maximum landing weight 42.000 lbs = 19.050 kgs Maximum zero fuel weight 39.500 lbs = 17.917 kgs Maximum Payload 11.536 lb = 5.233 kgs
Operating Weight Empty	12.934 lbs
Pay Load	4500 lbs
Performance at M.T.O.W max	Take off field lenght 3.570 ft = 1.088 m Landing field lenght 3.290 ft = 1.003 m
Operating Weight Empty	28.514 lbs = 12.934 kgs
Fuel	Type fuel Jet Fuel per mil 1520 lbs = 689,5 kgs Capacity of tank 8.953 lbs = 4061 kgs
Dimensions (external)	Wing span- 29 m, Length- 25,07 m, Height-8,51m Cargo door- 1,753 m x 2,286 m
Dimensions (internal)	Cabin Length- 14,71 m, Cabin Height- 1,905 m. Cabin Width- 2,49 m.
Wheel	Wheel tread (space between main gear)- 7,2 m Wheel base (space between main gear and nose gear)- 9,74 m

Sumber: ICAO (1988), Pelabuhan Udara Annex-14

## **2.4. Istilah-Istilah Dalam Penerbangan**

Kemampuan pesawat terbang banyak tergantung dari kerapatan udara (*density of the air*). Sedangkan yang mempengaruhi kerapatan udara antara lain tekanan udara dan temperatur. Tekanan dan temperatur dipengaruhi oleh elevasi.

Berkurangnya kerapatan menyebabkan berkurangnya daya angkat udara terhadap pesawat, sehingga panjang *runway* yang diperlukan bertambah panjang, baik untuk *take off* maupun *landing*.

### **2.4.1. Standard atmosfer**

Adalah suatu atmosfer fiktif yang komposisinya berdasarkan suatu anggapan. Standar Atmosfer ICAO yaitu:

1. Udara adalah gas kering sempurna,
2. Temperatur pada permukaan laut adalah 15° C (59° F),
3. Tekanan udara pada permukaan laut adalah 76 cm Hg,
4. Tingkat perubahan temperatur adalah:
  - a. Ketinggian + 0,00 m s/d + 11.000 m dari muka air laut  
penurunan temperatur = -0,0065° C.
  - b. Ketinggian + 11.000 m s/d + 20.000 m dari muka air laut  
penurunan temperatur = 0° C setiap meter.
  - c. Ketinggian + 20.000 m s/d + 32.000 m dari muka air laut  
penurunan temperatur = + 0,001° C setiap meter.

### **2.4.2. Tinggi tekanan (*pressure altitude*)**

Kemampuan pesawat tergantung pada kerapatan udara sehingga bila tekanan udara berkurang maka kerapatan udara juga berkurang yang

menyebabkan pesawat bergerak lebih lama untuk mencapai daya angkat udara tertentu. Menurut definisi *standard atmosfer*, tekanan udara akan berkurang bila letaknya semakin tinggi dari permukaan laut. Oleh karena itu tinggi tempat dapat dihubungkan dengan tekanan udara, yaitu dengan istilah tinggi tekanan.

#### **2.4.3. Tinggi kerapatan (*density altitude*)**

Seperti yang telah dijelaskan di muka bahwa tekanan udara dan temperatur ada hubungannya dengan tinggi tempat. Maka ada hubungannya pula antara kerapatan dan tinggi tempat, disebut tinggi kerapatan.

#### **2.4.4. Kecepatan pesawat**

Kecepatan pesawat ada dua macam:

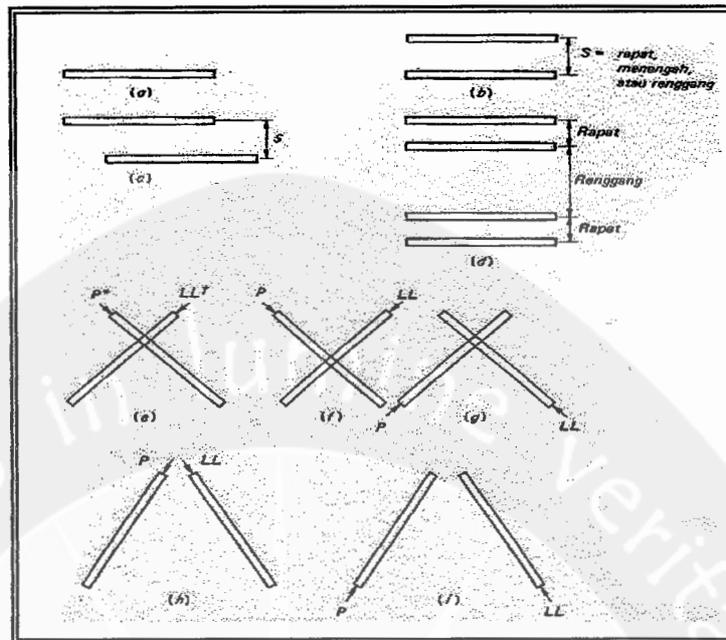
1. *Groundspeed* : kecepatan pesawat relatif terhadap tanah
2. *Airspeed* : kecepatan pesawat relatif terhadap udara.

#### **2.5. Bandar Udara/Lapangan Terbang**

Bandar udara adalah tempat pesawat terbang mendarat dan tinggal di landasan, dengan bangunan tempat penumpang menunggu (Horonjeff dan McKelvey., 1993). Bandar Udara dibagi dalam beberapa bagian penting, adalah sebagai berikut ini.

1. Landasan pacu (*runway*)

Komponen yang pokok dalam bandar udara adalah *runway* yang digunakan untuk *landing* dan *take off*. Beberapa konfigurasi dasar landasan pacu dapat dilihat pada Gambar 2.2.



**Gambar 2.2. Konfigurasi Landasan Pacu**

Sumber: Horonjeff dan McKelvey (1993), Perencanaan dan Perancangan Bandar Udara

(a)landas pacu tunggal; (b)landas pacu sejajar *threshold* segaris; (c)landas pacu sejajar *threshold* digeser; (d)landas pacu 4 sejajar; (e),(f),(g) landas pacu berpotongan; (h)landas pacu V terbuka; (i)landas pacu V tertutup  
Konfigurasi dasar landas pacu adalah sebagai berikut:

a. Landasan pacu tunggal

Merupakan konfigurasi yang paling sederhana. Kapasitas landasan pacu tunggal dalam kondisi *Visual Flight Rule* (VFR) adalah berkisar antara 45-100 perjam, sedangkan dalam kondisi *Instrumental Flight Rule* (IFR) kapasitasnya berkurang menjadi 45-50 operasi, tergantung pada komposisi campuran pesawat terbang dan alat-alat bantu navigasi.

b. Landasan pacu sejajar

Kapasitas sistem ini sangat tergantung pada jumlah landasan pacu dan jarak diantaranya. Jarak diantara landasan pacu sangat bervariasi yang

biasanya dapat digolongkan dalam jarak yang rapat, menengah dan renggang, tergantung pada tingkat kebebasan dari landasan pacu dan kondisi *Instrumental Flight Rule* (IFR)

c. Landasan pacu dua jalur

Terdiri dari dua landasan sejajar yang dipisahkan berdekatan (700 ft–2,499 ft). Diperhitungkan landasan ini dapat melayani 70 % lalu lintas pesawat lebih besar dari landasan tunggal dalam kondisi VFR dan 60 % lebih besar dalam kondisi IFR. Keuntungan utamanya adalah bisa meningkatkan kapasitas dalam kondisi IFR tanpa menambah luas tanah.

d. Landasan pacu bersilang

Landasan pacu seperti ini sangat diperlukan apabila terdapat angin yang bertiup relatif lebih dari satu arah, yang mengakibatkan angin sisi (*cross wind*) yang berlebihan. Kapasitas dua landasan pacu yang berpotongan sangat bergantung pada perpotongannya. Makin jauh letak titik potong dari ujung landasan pacu dan ambang pendaratan, kapasitasnya makin rendah. Kapasitas tertinggi dicapai apabila titik potong terletak dekat dengan ujung landasan pacu dan ambang pendaratan.

e. Landasan pacu V-terbuka

Adalah landasan pacu yang arahnya memencar (*difergen*) tetapi tidak berpotongan. Landasan pacu V-terbuka akan seolah-olah berubah menjadi landasan pacu tunggal bila angin bertiup kencang dengan satu arah. Apabila tiupan angin lemah, maka kedua landasan pacu dapat digunakan bersamaan.

2. Landas hubung (*taxiway*)

Fungsi landas hubung (*taxiway*) adalah sebagai akses jalan masuk dari landas pacu ke daerah terminal dan hanggar atau sebaliknya. Hal ini diatur sedemikian rupa sehingga pesawat yang baru mendarat tidak mengganggu aktivitas pesawat lain yang akan lepas landas.

3. Landas hubung keluar (*exit taxiway*)

Landas hubung keluar ini biasanya terdapat pada daerah yang sibuk dan letaknya di berbagai tempat sepanjang landasan pacuan agar pesawat yang baru mendarat dapat segera meninggalkan landasan pacu sehingga tidak mengganggu mobilitas pesawat sekitarnya.

4. *Apron* tunggu (*holding apron*)

Sering disebut juga dengan apron anjang atau pemanasan. *Apron* tunggu ini harus diadakan di tempat yang sangat dekat dengan ujung landasan pacu sebagai tempat pemeriksaan terakhir mesin pesawat yang akan lepas landas dan harus cukup luas agar dapat menampung dua atau empat pesawat terbang dan menyediakan tempat yang cukup sehingga satu pesawat dapat melewati yang lain.

5.  *Holding Boy*

Adalah apron yang relatif kecil, tempat parkir pesawat sementara. Jika dalam keadaan sibuk, biasanya *holding boy* dipakai sebagai tempat parkir dan tinggal sampai ada pintu masuk kosong.

6. Daerah bebas (*clearway*)

Didefinisikan sebagai daerah ujung landasan yang berbentuk segi empat, letaknya simetris terhadap perpanjangan garis tengah landasan pacu.

7. *Stop Way*

Adalah daerah di ujung akhir atau diluar landasan pacu sebagai landasan untuk memperlambat pesawat terbang jika gerakan lepas landas gagal.

**2.6. Landas Pacu (Runway)**

Untuk mencari landas pacu *runway* digunakan Metoda ICAO yang persyaratan-persyaratannya ditetapkan dalam Annex-14. Faktor-faktor yang mempengaruhi panjang landas pacu dapat digolongkan ke dalam tiga golongan umum:

- Persyaratan prestasi pesawat yang ditetapkan oleh pemerintah terhadap pembuat dan operator pesawat terbang.
- Lingkungan disekitar bandar udara
- Hal-hal yang menentukan bobot operasi kotor pendaratan (*landing gross weight*) dan bobot operasi kotor lepas landas (*operating take off weight*) dari setiap pesawat terbang.

Ada persyaratan untuk menentukan *gross weight* untuk *take off* dan *landing*, dengan cara menentukan prestasi yang harus dipenuhi oleh pesawat sesuai dengan panjang *runway* yang ada. Persyaratan tersebut dibedakan untuk:

- *Piston Engine Aircraft* (pesawat terbang bermesin piston)
- *Turbin Powered Aircraft* (pesawat bermesin turbin/turbo jet)

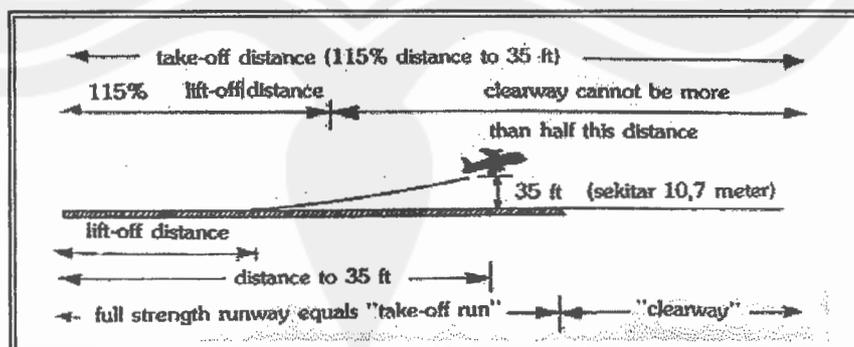
Peraturan-peraturan yang berkenaan dengan pesawat terbang bermesin turbin mempertimbangkan tiga keadaan umum dalam menetapkan panjang suatu landas pacu yang diperlukan untuk pengoperasian yang aman. Ketiga keadaan tersebut adalah sebagai berikut:

- Lepas landas normal dimana seluruh mesin dapat dipakai dan landasan pacu yang cukup untuk menampung variasi-variasi dalam teknik pengangkatan dan karakteristik khusus dari pesawat terbang tersebut,
- Lepas landas dengan kegagalan mesin, dimana landasan pacu cukup dibutuhkan untuk memungkinkan pesawat terbang dan lepas landas walaupun kehilangan daya atau bahkan direm untuk berhenti,
- Pendaratan; dimana landasan pacu yang cukup, dibutuhkan untuk memungkinkan terjadinya teknik pendaratan normal, pendaratan yang melebihi jarak yang ditentukan (*over shoot*), pendaratan yang kurang sempurna (*poor approaches*) dan lain-lain.

Untuk pesawat terbang bermesin piston peraturan-peraturan yang berkenaan secara prinsip sama dengan kriteria diatas, tetapi untuk keadaan yang pertama tidak digunakan. Panjang landasan pacu yang dibutuhkan pesawat terbang bermesin turbin dengan tipe dan bobot tertentu pada suatu bandar udara hanya ditentukan oleh salah satu dari ketiga keadaan tersebut diatas, dimana yang paling panjang menentukan. Penjelasan ketiga keadaan umum yang berkaitan dengan pergerakan pesawat terbang yang digunakan untuk menetapkan panjang landas pacu, adalah sebagai berikut ini.

1. Keadaan landas pacu normal:

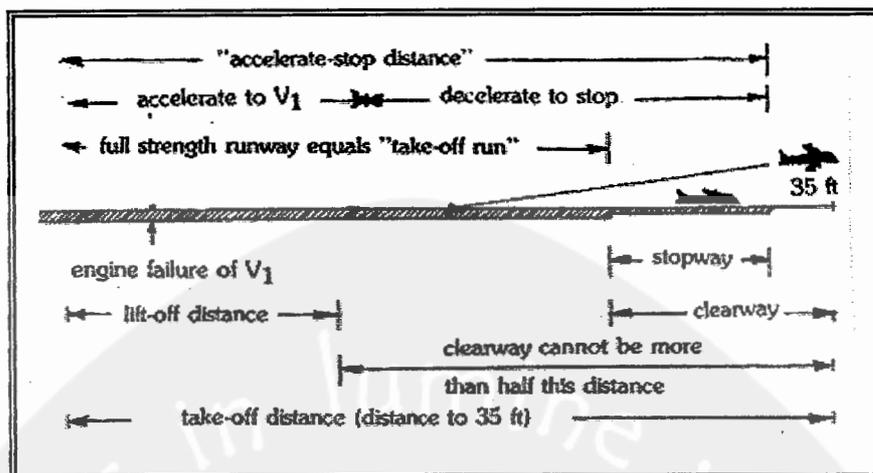
Keadaan normal dimana semua mesin bekerja memberikan definisi jarak lepas landas (*Take Off Distance = LOD*) yang cukup untuk bobot pesawat terbang harus 115% dari jarak sebenarnya yang ditempuh pesawat untuk mencapai ketinggian 35 ft. Daerah ini harus bebas dari rintangan sebagai perlindungan terhadap pergerakan lepas landas yang terlambat (*Overshooting Take Off*), sebagai akibatnya penggunaan daerah bebas (*Clearway = CL*) diperbolehkan. Daerah bebas didefinisikan sebagai daerah sesudah ujung landasan pacu dengan lebar  $\pm 500$  ft, yang letaknya simetris terhadap perpanjangan garis tengah landasan pacu dengan kemiringan yang tidak melebihi 1,25 %. Pada daerah ini tidak diperbolehkan adanya benda-benda yang menonjol atau melintang dalam artian bebas rintangan, kecuali lampu-lampu ambang dengan tinggi tidak lebih dari 26 inchi yang terletak disisi-sisi landasan. Sampai separuh dari selisih antara 115 % dari jarak untuk mencapai titik pengangkatan, jarak pengangkatan (*Lift-off Distance = LOD*) dan jarak lepas landas dapat digunakan sebagai daerah bebas. Bagian selebihnya dari jarak lepas landas ini dinyatakan sebagai pacuan lepas landas (*Take Off Run = TOR*)



**Gambar 2.3. Kasus Tinggal Landas Normal**  
Sumber: Zainuddin, A (1986), Selintas Pelabuhan Udara

## 2. Keadaan lepas landas dengan kegagalan mesin

Untuk keadaan kegagalan mesin ini jarak lepas landas yang dibutuhkan adalah jarak sebenarnya untuk mencapai ketinggian 35 ft tanpa digunakan pesentase, seperti pada keadaan lepas landas seluruh mesin bekerja. Penggunaan daerah bebas (*Clear Way*) diperbolehkan hanya sampai separuh selisih antara jarak pengangkatan dan jarak lepas landas. Keadaan kegagalan mesin membutuhkan adanya jarak yang cukup untuk menghentikan pesawat terbang dan bukan untuk melanjutkan gerakan lepas landas. Jarak ini disebut jarak percepatan berhenti (*Accelerate Stop Distance = DAS*). Kasus kegagalan mesin ini banyak terjadi pada pesawat-pesawat bermesin piston, untuk pesawat dengan mesin turbin lepas landas dengan kegagalan mesin ini relatif jarang terjadi maka peraturan mengizinkan penggunaan perkerasan dengan kekuatan yang lebih kecil, dikenal dengan istilah (*Stopway = SW*), untuk bagian dari jarak berhenti di luar pacuan lepas landas disebut (*Take Off Run = TOR*). Daerah henti didefinisikan sebagai daerah diluar landas pacu, yang lebarnya tidak lebih kecil dari lebar landas pacu dengan bentuk yang simetris dengan garis tengah landasan pacu dan dirancang untuk memperlambat pesawat terbang bila gerakan lepas landas gagal. Karena itu daerah henti harus mampu mendukung pesawat terbang selama terjadi kegagalan mesin tanpa menimbulkan kerusakan struktur pada pesawat terbang.



**Gambar 2.4. Kasus Tinggal Landas Dengan Kegagalan Mesin**  
Sumber: Zainuddin, A (1986), Selintas Pelabuhan Udara

Ket:  $V_1 =$  Desicion Speed/Critical Engine Failure Speed

Yaitu: kecepatan pesawat kegagalan mesin kritis. Bila satu mesin rusak sebelum mencapai  $V_1$ , maka pesawat tidak boleh terbang. Tetapi bila satu mesin mati setelah mencapai kecepatan  $V_1$ , maka pesawat boleh terus terbang. Kecepatan ini ditentukan oleh pembuat pesawat.

3. Keadaan pendaratan:

Keadaan ini adalah yang paling sederhana. Peraturan menyebutkan bahwa jarak pendaratan (*Landing Distance = LD*) yang dibutuhkan untuk setiap pesawat terbang harus memungkinkan pesawat untuk berhenti pada jarak pemberhentian (*Stop Distance = SD*), yaitu 60 % dari jarak pendaratan, dengan menganggap bahwa penerbang membuat pendekatan pada kecepatan yang semestinya dan melewati ambang landasan pacu pada ketinggian 50 ft.

## **2.7. Taxiway**

### **2.7.1. Umum**

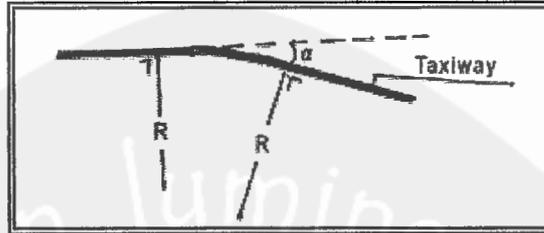
Karena kecepatan pesawat di *taxiway* jauh lebih kecil daripada kecepatan di *runway*, maka kriteria mengenai kemiringan memanjang, kurva vertikal dan jarak pandang tidaklah seketat seperti pada persyaratan untuk *runway*. Lebar *taxiway* juga lebih kecil daripada lebar *runway*. Nilai-nilai penting rancangan geometrik *taxiway* dapat dilihat pada Lampiran 5; ringkasan Annex-14 Bab 3 bagian Karakteristik Fisik Lapangan Terbang.

### **2.7.2. Persyaratan geometrik *taxiway***

Untuk landasan kelas C, persyaratan geometrik untuk *taxiway* adalah sebagai berikut:

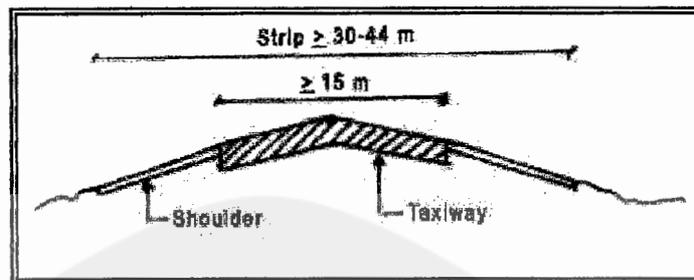
1. Jarak ruang bebas antara roda utama terluar dengan tepi *taxiway*  $\geq 3-4,5$  m untuk kedudukan kokpit pesawat tetap pada as *taxiway*,
2. Lebar *taxiway*  $\geq 15$  m,
3. Lengkungan *taxiway* berjari-jari sedemikian rupa sehingga syarat 1 terpenuhi,
4. *Fillet* (*taxiway* tambahan) dibuat pada pertemuan/perpotongan dengan *taxiway* dan *runway* sehingga syarat 1 terpenuhi,
5. Jarak ruang bebas minimum antara:
  - a. Tepi *taxiway* dengan tepi *runway*:
    1. *Instrument runway* : 150 m
    2. *Non instrument runway* : 73 m
  - b. Tepi *taxiway* dengan tepi *taxiway* lainnya: 62 m

- c. Tepi *taxiway* dengan suatu benda tetap: 126 m
- 6. *Slope* memanjang  $\leq 3 \%$  dengan jari-jari lengkungan ( $R$ ) pada perubahan sudut memanjang ( $\alpha$ ) 3.000 m,



**Gambar 2.5. Persyaratan *Slope* Memanjang *Taxiway***  
Sumber: ICAO (1988), Pelabuhan Udara Annex-14

- 7. Jarak tampak harus dapat melihat permukaan *taxiway* sejauh 300 m dari ketinggian 3 m,
- 8. *Slope* melintang  $\leq -1,5 \%$ ,
- 9. Kekuatan *taxiway* sekurang-kurangnya sama dengan landasan,
- 10. Permukaan harus rata dan teratur,
- 11. Lebar *shoulder* dan *taxiway* pada bagian *taxiway* yang lurus  $\geq 30-44$  m,
- 12. *Strip taxiway*:
  - a. Lebar *strip* (termasuk *taxiway* dan *soulder*)  $\geq 30-44$  m.
  - b. Daerah yang diratakan/dibentuk seluruh lebar/panjang *strip*.
  - c. *Slope* melintang:
    - 1.  $\leq +2,5 \%$
    - 2.  $\leq -5 \%$



**Gambar 2.6. Potongan Melintang Taxiway**  
Sumber: ICAO (1988), Pelabuhan Udara Annex-14

## 2.8. Apron

### 2.8.1. Umum

Apron adalah suatu daerah yang ditetapkan pada lapangan terbang di darat, yang diperuntukkan untuk menampung pesawat guna keperluan naik turun (bongkar muat) penumpang, pos atau barang, pengisian bahan bakar, parkir serta perawatan pesawat.

Fasilitas yang diperlukan oleh apron tergantung pada sifat jaringan penerbangan pesawat-pesawat yang melalui bandar udara tersebut, yaitu: *base* (pangkalan), terminal (pemberhentian terakhir), atau sebagai tempat transit (persinggahan sementara). Ukuran apron dipengaruhi oleh beberapa faktor. Faktor-faktor tersebut adalah sebagai berikut:

1. Jenis pesawat terbang dan ruangan yang diperlukan untuk pergerakan pesawat,
2. Sistem parkir atau sudut parkir dan jumlah *stand* (suatu tempat tertentu yang digunakan oleh pesawat terbang untuk bongkar muat barang/penumpang), *refueling* (pengisian bahan bakar) dan perawatan pesawat,

3. Hubungan antara bangunan penumpang dan apron,
4. Adanya *marking/gide line* (garis penuntun), sehingga gerakan pesawat memerlukan ruangan yang minimum,
5. Bentuk dari daerah yang direncanakan untuk apron.

#### 2.8.2. Persyaratan geometrik apron

Menurut Annex-14 pada bagian Karakteristik Fisik Lapangan Terbang tentang apron dapat diketahui persyaratan perencanaan sebagai berikut:

1. Ukuran harus cukup untuk menangani dengan lancar lalu lintas di pelabuhan udara pada *maximal traffic* (lalu lintas maksimal) yang diperkirakan,
2. Kekuatan setiap bagian apron harus mampu menerima beban lalu lintas pesawat yang akan dilayani, dengan pertimbangan bahwa pada bagian tertentu apron menerima beban lalu lintas yang lebih padat akibat pesawat yang bergerak lambat atau diam sehingga menimbulkan tegangan yang lebih tinggi daripada landasan,
3. *Slope* apron pada bagian *stand* pesawat  $\leq 1,5$  %, dan diusahakan permukaan serata mungkin tanpa air tergenang dengan drainase lancar.

Selain bentuk parkir dan sistem parkir pesawat, hal lain yang menentukan ukuran apron ialah *stand* (tempat bongkar muat barang/penumpang) dan jumlahnya serta *clearance* (jarak bebas) yang diperlukan.

*Clearance* pada apron harus memenuhi syarat sebagai berikut:

1. Jarak antara ujung-ujung sayap pesawat parkir = 7,5 m  
Jarak antara ujung sayap dengan penghalang = 7,5 m

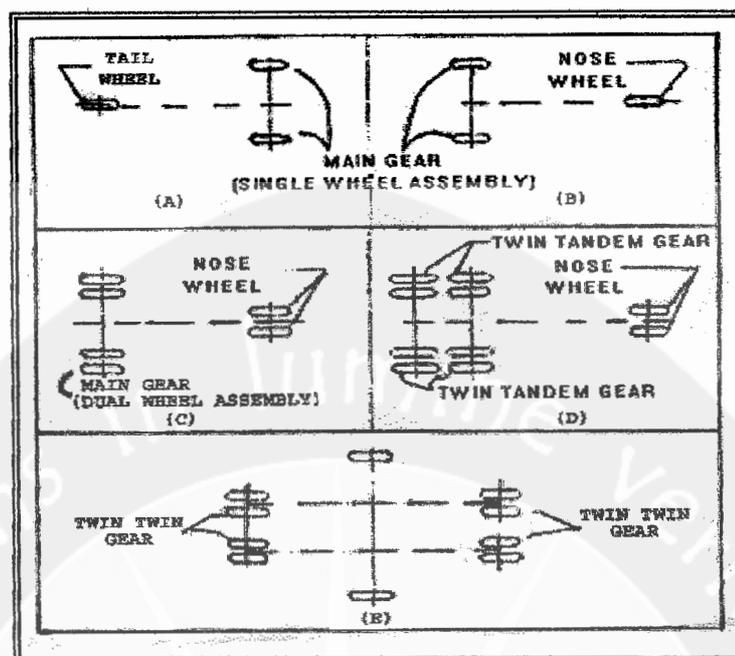
2. Jarak antara as apron sampai tepi *stand*:
  - Pesawat jarak jauh = 31,5 m
  - Pesawat jarak dekat = 25,5 m
3. Jarak dari tepi *taxiway* ke tepi *stand* = 30 m.
4. Jarak dari ujung sayap ke tepi *stand* = 4,5 m.
5. Jarak antara ujung-ujung sayap dari pesawat yang bergerak berlawanan pada apron minimum = 12 m.

### **2.9. Peralatan Pendaratan**

Peralatan pendaratan termasuk didalamnya adalah ukuran roda pendaratan utama (*main-gear*), konfigurasi roda, dan tekanan roda yang dapat diterima dan didistribusikan oleh landasan pacu. Menurut Bhanot (1983), konfigurasi roda pendaratan dibagi menjadi empat macam, yaitu:

1. *Single wheel assembly*, yang dibagi lagi menjadi:
  - a. *Try-cycle landing gear with tail wheel*
  - b. *Try-cycle landing gear with nose wheel*
2. *Try-cycle landing gear (dual landing assembly)*,
3. *Twin-tandem landing gear*,
4. *Twin-twin bicycle gear*.

Konfigurasi roda pendaratan pesawat, yang dapat dilihat pada Gambar 2.7.



**Gambar 2.7. Konfigurasi Roda Pendaratan**

Sumber: Bhanot, K.L (1983), *A Text book on Highway Engineering And Airport*

### 2.10. Analisis Angin

Analisis angin adalah dasar bagi perencanaan bandar udara, karena angin adalah pedoman dalam penentuan panjang landas pacu. Arah landas pacu tersebut harus sedemikian rupa sehingga searah dengan arah angin dominan (*prevailing wind*).

Ketika pesawat mengadakan pendaratan dan lepas landas, pesawat dapat mengadakan manuver selama kecepatan angin samping (*cross wind*) tidak berlebihan. *Maksimum cross wind* yang diijinkan tergantung bukan saja pada ukuran pesawat, tetapi juga pada konfigurasi sayap dan kondisi perkerasan landas pacu. FAA dan ICAO menentukan bahwa landas pacu harus diorientasikan

sehingga pesawat harus dapat mendarat paling sedikit 95% dari waktu dengan angin sebagai berikut:

1. 23 mil per jam (2 knot) untuk landas pacu sepanjang  $\geq 1500$  m,
2. 15 mil per jam (13 knot) untuk landas pacu  $1200 \text{ m} \leq x \leq 1500 \text{ m}$ ,
3. 11,5 mil per jam (10 knots) untuk landas pacu  $\leq 1200$  meter.

Pada komponen *cross wind* (angin samping) FAA mengusulkan pemilihan komponen angin samping maksimal sebesar 15 mph (13 knot). Angin samping memperbolehkan tidak hanya tergantung pada ukuran pesawat tetapi juga pada susunan sayap dan keadaan permukaan landasan.

Pengukuran kecepatan angin, arah dan presentasi angin pada kecepatan suatu rencana lokasi lapangan terbang, dilakukan minimal selama 5 tahun.

Kecepatan angin dibagi menjadi 4 golongan, yaitu:

1. 0 mph – 4 mph,
2. 4 mph – 15 mph,
3. 15 mph – 31 mph,
4. 31 mph – 47 mph.

Walaupun FAA dan ICAO menentukan 95% dari persyaratan untuk mengatasi kondisi cuaca, namun tetap perlu diadakan penelitian data cuaca. Data cuaca bisa didapat dari Badan Meteorologi dan Geofisika. Badan ini mencatat cuaca dalam hubungannya dengan dunia penerbangan.

Bagi daerah yang tidak ada stasiun cuacanya, sedangkan diperlukan data untuk bandar udara baru, maka data tersebut dapat diperoleh dari stasiun-stasiun terdekat yang mencatat cuaca dalam hubungannya dengan dunia pertanian.