



MENENTUKAN LETAK DAN ARAH RUNWAY

(Study Kasus Lapangan Terbang DR. F. L. Tobing Pinangsori)

TUGAS AKHIR

**Diajukan Untuk Melengkapi Tugas-tugas
Dan Memenuhi Syarat Untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Sipil
(Rekayasa Transportasi)**

Disusun Oleh:

ROBERT W. SIMARMATA
NPM : 04.811.0021



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2007**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 4/1/24

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

MENENTUKAN LETAK DAN ARAH RUNWAY

(Study Kasus Lapangan Terbang DR. F. L. Tobing Pinangsori)

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

OLEH :

ROBERT W. SIMARMATA
NPM : 04.811.0021



DISETUJUI

KOMISARIS PEMBIMBING

PEMBIMBING I

PEMBIMBING II

(Ir.H.EDY HERMANTO)

(Ir.RIO RITHA SEMBIRING)

DIKETAHUI :

DEKAN

Ka. PROGRAM STUDY

(Drs. **DADAN RAMDAN. M. ENG**)

(Ir.H. EDY HERMANTO)

TANGGAL LULUS : 04 DEC 2007

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 4/1/24

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)4/1/24

ABSTRAK

Bandar Udara DR. Ferdinand Lumban Tobing berada di Kelurahan Pinangsori, Kecamatan Pinangsori, Kabupaten Tapanuli Tengah Provinsi Sumatera Utara. Pada awalnya bandara ini digunakan untuk basis pertahanan Jepang pada jaman penjajahan. Pada tahun 1976 Bandara ini dikelola Departemen Perhubungan Udara dengan nama Pelabuhan Udara Perintis Pinangsori. Sejalan dengan Undang-Undang No. 22 tahun 2000, Bandara ini mengalami peningkatan kelas dari kelas V menjadi kelas IV dengan *Aerodrome Category III C*. Dan nama Bandara ini diubah menjadi Bandara DR. Ferdinand Lumban Tobing.

Maksud dari menentukan Letak dan Arah *Runway* Lapangan Terbang di Bandara ini adalah untuk mengetahui secara jelas faktor-faktor yang mempengaruhi penentuan letak dan arah *runway* dan bagaimana menentukan letak dan arahnya. Sedangkan tujuannya adalah untuk mendapatkan suatu hasil perbandingan letak dan arah *runway* yang ada dengan hasil yang diperoleh setelah dilakukan penelitian.

Untuk memenuhi maksud dan tujuan di atas penulis mengambil data arah dan kecepatan angin dalam 11 jam diamati 10 menit sekali selama 7 hari. Setelah data tersebut diperoleh, maka dapat dihitung lamanya kecepatan angin dan persentase kecepatan angin. Setelah itu lakukan pembacaan dan penghitungan angin dominan (*Wind Coverage*). Adapun arah angin yang dominan yang diperoleh adalah azimut $140^{\circ} - 320^{\circ}$ dengan posisi Tenggara – Barat Laut dengan persentase angin dominan (*Wind Coverage*) mencapai 99,89 %.

Untuk arah *runway* yang diperoleh dari hasil terakhir adalah 14 – 32 (Tenggara – Barat Laut), sedangkan yang telah ada dan masih dipergunakan hingga sekarang adalah 12 – 30 (Selatan Tenggara – Barat Barat Laut).

ABSTRACTION

Airport DR. Ferdinand Lumban Tobing reside in the Chief of Village Pinangsori, Sub district Pinangsori, Middle Regency Tapanuli of Province North Sumatra. Initially this airport used for the bases of Japan defender at colonization era. In the year this 1976 Airport Departmental manages Air Communication by the name of Airport of Pioneer Pinangsori. In line with Code/Law No. 22 year 2000, this airport experience of the make-up of class from class V becomes the class IV by Aerodrome Category III C. And this Airport name turned into Airport DR. Ferdinand Lumban Tobing.

Intend from determining Situation and Instruct the Runway Airfield in this Airport is to know clearly factors influencing situation determination and instruct the runway and how to determine the situation and its direction. While its target is to get result of situation comparison and instruct the existing runway with the result obtained by after done/conducted a research.

To fulfill purposes and objectives of above writer take the data instruct and wind speed in 11 clocks perceived 10 minute once during 7 day. After the data obtained, countable hence duration of speed of wind and percentage of wind speed. Afterwards do/conduct the read and dominant wind enumeration (Wind Coverage). As for dominant wind direction obtained azimuth 1400 - 3200 with the South-East position - North-West with the dominant wind percentage (Wind Coverage) reaching 99, 89%.

To instruct the runway obtained from last result 14 - 32 (South-East - North-West), while which there have and in use until now 12 - 30 (South Arch South-East - North-West)

KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur penulis panjatkan *to My Savior*, Yesus Kristus atas berkat dan karunia-Nya yang telah diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik, dimana tugas akhir ini merupakan salah satu persyaratan akademik yang harus dipenuhi untuk diajukan dalam ujian Sarjana Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Medan Area Medan.

Adapun Judul Tugas Akhir ini adalah : “ Menentukan Letak dan Arah *Runway* “, yang merupakan study kasus pada Lapangan Terbang DR. Ferdinand Lumban Tobing Pinangsori.

Penulis menyadari bahwa dalam menyelesaikan tugas akhir ini banyak menemui kendala serta masalah-masalah, namun berkat bantuan semua pihak penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Maka dalam kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Ibu Hj. Siti Mariani Harahap selaku ketua yayasan Pendidikan Haji Agus Salim (YPHAS) Medan.
2. Bapak Prof. Dr. Ali Ya'kub Matondang, MA selaku Rektor Universitas Medan Area (UMA) Medan
3. Bapak Drs. Dadan Ramdan, M.Eng, Msc selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
4. Bapak Ir. H. Edy Hermanto selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Medan Area.

5. Bapak Ir. Edy Hermanto sebagai Pembimbing I pada penyusunan tugas akhir ini yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan dan arahan pada penulisan tugas akhir ini.
6. Ibu Ir. Rio Rita Sembiring sebagai Pembimbing II pada penyusunan tugas akhir ini yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan dan arahan pada penulisan tugas akhir ini.
7. Ibu Dra. Zuriah Sitorus MT selaku dosen pembeding I.
8. Ibu Ir. Nuril Mahda Rangkuti selaku dosen pembeding II.
9. Dosen serta Staf pengajar Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Medan Area.
10. Badan Perencanaan Pembangunan Daerah (BAPPEDA) Tapanuli Tengah, yang telah memberikan kemudahan-kemudahan bagi penulis untuk urusan administrasi selama penulis mengadakan pengambilan data di daerah tersebut.
11. Bapak Drs. Sampe Simangunsong, Kepala Stasiun Meteorologi Pinangsori. Bapak Sofyan Harahap Kepala Kelompok Fungsional Stasiun Meteorologi Pinangsori, beserta staf kelompok operasional lapangan yang telah membantu penulis dalam pengambilan data.
12. Bapak Golden Damanik, SH, Kepala Bandara Udara DR.F.L. Tobing Pinangsori beserta staf karyawan yang telah membantu penulis dalam melengkapi data-data yang diperlukan dalam penulisan tugas akhir ini.
13. Ayahanda / Ibunda tercinta : Alm. Ir. R.L. Simarmata/ S Br Harianja Spd. yang telah membesarkan dan mendidik saya dengan cinta kasihnya. Juga memberikan dorongan serta motivasi bagi penulis hingga selesainya tugas akhir ini.

14. Untuk kedua Orang tua angkatku M Siahaan / J Br Pardede memberikan dorongan serta motivasi bagi penulis hingga selesainya tugas akhir ini.
15. Kakak / Abang Ipar saya T.F Br Simarmata SH (Ibu Yen)/ Aiptu T.S Togatorop , Kakak L.K Br Simarmata Spd (Ibu Carmenita)/ E. Simamora SE (Pak Carmenita) . Adek-adek saya Ramaya Yusofa Br Simarmata SE, Edi Syahputra Simarmata dan juga Keponakanku yang tersayang ;Iyen,Olga Bryan, Carmenita, Joel. Serta keluarga yang tidak bisa saya sebutkan namanya satu-persatu yang telah memberikan dukungan serta semangat kepada penulis dalam penyelesaian tugas akhir ini.
16. Special buat Tantri Siregar SE untuk dukungan dan semuanya.
17. Rekan-rekan mahasiswa khususnya rekan-rekan ST'04 Fakultas Teknik Jurusan Sipil Medan Area (UMA) serta semua pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu yang ikut serta memberikan bantuan hingga tugas akhir ini dapat selesai.

Akhir kata penulis berharap semoga tugas akhir ini, dapat diterima dihati pembaca dan bermanfaat bagi setiap pembacanya.

Medan, Agustus 2007

Penulis,

(Robert W Simarmata)

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACTION.....	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GRAFIK	xiv
DAFTAR NOTASI	xvi
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1. Umum	1
1.2. Latar Belakang	3
1.3. Maksud dan Tujuan	4
1.4. Permasalahan	4
1.5. Ruang Lingkup Masalah	4
1.6. Metodologi	5
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1. Umum	6
2.2. Jenis dan Karakteristik Pesawat Terbang	9
2.3. Kapasitas Lapangan Terbang	18
2.4. Landasan Pacu	21
2.4.1. Konfigurasi Runway	21
2.4.2. Perbandingan dari Berbagai Konfigurasi	30
2.5. Pengukuran Angin	31

2.6. Analisa Angin	32
BAB III. HAL YANG MEMPENGARUHI LETAK DAN ARAH RUNWAY LAPANGAN TERBANG DR. F. L. TOBING	39
3.1. Umum	39
3.2. Pemilihan Lokasi Lapangan Terbang (<i>Airport Site Selection</i>)	39
3.2.1. Tipe Pengembangan Lingkungan Sekitar	40
3.2.2. Kondisi Atmosfir	41
3.2.3. Kemudahan Untuk Mendapatkan Transport Darat	41
3.2.4. Ketersediaan Lahan Untuk Pengembangan	42
3.2.5. Adanya Lapangan Terbang Lainnya	42
3.2.6. Halangan Sekeliling (<i>Surrounding Obstruction</i>)	43
3.3. Panjang Landasan Pacu	44
3.4. Temperatur	45
3.5. Angin Permukaan	47
3.6. Kemiringan Landasan Pacu (<i>Runway Gradient</i>)	48
3.7. Ketinggian Lapangan Terbang	48
3.8. Kondisi Permukaan Landasan Pacu	49
3.9. Menentukan Arah Landasan Pacu (<i>Runway</i>)	50
3.10. Pemberian Nomor Landasan Pacu (<i>Runway</i>)	51
BAB IV. PENYAJIAN DAN ANALISA DATA	52
4.1. Penyajian Data	52
4.1.1. Data dan Informasi Bandar Udara DR. F.L. Tobing	52
4.1.2. Arah dan Kecepatan Angin	55
4.2. Pengolahan dan Analisis	67

4.2.1. Menghitung Panjang <i>Runway</i> Terhadap Faktor Koreksi	
Temperatur (Ft)	67
4.2.2. Menghitung Panjang <i>Runway</i> Terhadap Faktor Koreksi	
Elevasi (Fe)	68
4.2.3. Menghitung Waktu Persentase Kecepatan Angin	68
4.2.4. Menentukan Diagram <i>Wind Rose</i>	75
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	119
5.1. Kesimpulan	119
5.2. Saran	120
DAFTAR PUSTAKA	121
LAMPIRAN	



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1.	Sketsa Lapangan Terbang Sederhana	2
Gambar 2.1.	Sistem Lapangan Terbang	7
Gambar 2.2.	Sistem Penerbangan	8
Gambar 2.3.	Keterangan istilah-istilah yang berhubungan dengan ukuran- ukuran pesawat terbang	10
Gambar 2.4.	Landasan Pacu Pada Waktu Lepas Landas	18
Gambar 2.5.	ATCT (<i>Air Traffic Control Tower</i>)	19
Gambar 2.6.	ACF (<i>Approach Control Facility</i>)	19
Gambar 2.7.	ARCC (<i>Air Traffic Control Center</i>)	20
Gambar 2.8.	Runway Tunggal	22
Gambar 2.9a.	Pararel Runway	24
Gambar 2.9b.	Empat Pararel Runway	25
Gambar 2.10.	Runway Dua Jalur	26
Gambar 2.11.	Bentuk Runway Berpotongan	27
Gambar 2.12.	Runway “V” Terbuka	29
Gambar 2.13.	Wind Rose	36
Gambar 2.14.	Wind Rose Menghasilkan Operasi Simultan Dua Arah Landasan	36
Gambar 3.1.	Pesawat Terbang Terhadap Lapisan Atmosfer	46
Gambar 3.2.	Pesawat Terbang Pada Saat di Udara	46
Gambar 3.3.	Keadaan Angin	47
Gambar 4.1.	Diagram Wind Rose Arah Operasi Angin $10^0 - 190^0$	98

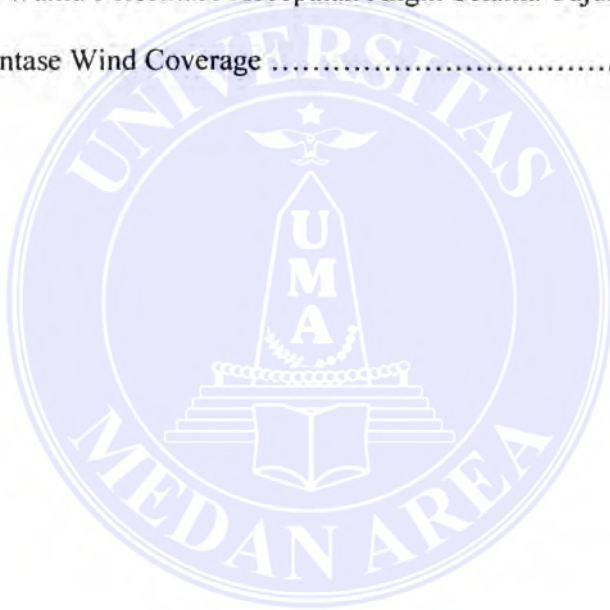
Gambar 4.2.	Diagram Wind Rose Arah Operasi Angin 20° - 200°	99
Gambar 4.3.	Diagram Wind Rose Arah Operasi Angin 30° - 210°	100
Gambar 4.4.	Diagram Wind Rose Arah Operasi Angin 40° - 220°	101
Gambar 4.5.	Diagram Wind Rose Arah Operasi Angin 50° - 230°	102
Gambar 4.6.	Diagram Wind Rose Arah Operasi Angin 60° - 240°	103
Gambar 4.7.	Diagram Wind Rose Arah Operasi Angin 70° - 250°	104
Gambar 4.8.	Diagram Wind Rose Arah Operasi Angin 80° - 260°	105
Gambar 4.9.	Diagram Wind Rose Arah Operasi Angin 90° - 270°	106
Gambar 4.10.	Diagram Wind Rose Arah Operasi Angin 100° - 280°	107
Gambar 4.11.	Diagram Wind Rose Arah Operasi Angin 110° - 290°	108
Gambar 4.12.	Diagram Wind Rose Arah Operasi Angin 120° - 300°	109
Gambar 4.13.	Diagram Wind Rose Arah Operasi Angin 130° - 310°	110
Gambar 4.14.	Diagram Wind Rose Arah Operasi Angin 140° - 320°	111
Gambar 4.15.	Diagram Wind Rose Arah Operasi Angin 150° - 330°	112
Gambar 4.16.	Diagram Wind Rose Arah Operasi Angin 160° - 340°	113
Gambar 4.17.	Diagram Wind Rose Arah Operasi Angin 170° - 350°	114
Gambar 4.18.	Diagram Wind Rose Arah Operasi Angin 180° - 360°	115
Gambar 4.19.	Arah Landasan Pacu Lapangan Terbang DR.F.L. Tobing Pinangsori	118

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Karakteristik Pesawat Terbang Transport Utama	13
Tabel 2.2.	Prestasi Pendaratan Untuk Pesawat Terbang Lockheed Tristar L1011-385-1 dengan Mesin Roll-Royce RB.211-22B pada Pengaturan Sirip Sayap Pesawat Terbang	14
Tabel 2.3.	Prestasi Lepas Landas Untuk Pesawat Terbang Lockheed Tristar L1011-385-1 dengan Mesin Roll-Royce RB.211-22B pada Pengaturan Sirip Sayap Pesawat Terbang	14
Tabel 2.4.	Mesin-Mesin Pesawat Terbang Turbojet	15
Tabel 2.5.	Karakteristik Pesawat Terbang Penerbangan Umum dan Pesawat Penumpang Jarak Pendek	16
Tabel 2.6.	Kemampuan Pesawat Lepas Landas (Boeing 727 – Seri 2000) Mesin Jet 8D – Flap 15 ⁰	16
Tabel 2.7.	Kemampuan Pesawat, Pendaratan (Boeing 727 – Seri 2000) Mesin Jet 8D – 7 Flap 30 ⁰	17
Tabel 2.8.	Jarak antara <i>Pararel Runway</i> dalam kondisi VFR dan IFR	23
Tabel 2.9.	Kapasitas Operasi Penerbangan <i>Runway</i> Berpotongan dalam kondisi VFR dan IFR	28
Tabel 2.10.	Kapasitas Operasi Penerbangan <i>Runway</i> Terbuka dalam kondisi VFR dan IFR	30
Tabel 2.11.	Daftar Skala Beaufort	31
Tabel 2.12.	Menghitung Arah Landasan	35

Tabel 4.1.	Spesifikasi Bandar Udara Kelas IV dengan Bandar Udara DR.F.L. Tobing Pinangsori	55
Tabel 4.2.	Data Arah dan kecepatan Angin	57
Tabel 4.3.	Menghitung Lamanya Waktu Angin Pada Kecepatan Angin Selama Sebelas Jam Hari Pertama	68
Tabel 4.4.	Menghitung Lamanya Waktu Angin Pada Kecepatan Angin Selama Sebelas Jam Hari Kedua	69
Tabel 4.5.	Menghitung Lamanya Waktu Angin Pada Kecepatan Angin Selama Sebelas Jam Hari Ketiga	70
Tabel 4.6.	Menghitung Lamanya Waktu Angin Pada Kecepatan Angin Selama Sebelas Jam Hari Keempat	71
Tabel 4.7.	Menghitung Lamanya Waktu Angin Pada Kecepatan Angin Selama Sebelas Jam Hari Kelima	72
Tabel 4.8.	Menghitung Lamanya Waktu Angin Pada Kecepatan Angin Selama Sebelas Jam Hari Keenam	73
Tabel 4.9.	Menghitung Lamanya Waktu Angin Pada Kecepatan Angin Selama Sebelas Jam Hari Ketujuh	74
Tabel 4.10.	Menghitung Waktu Persentase Kecepatan Angin Selama Sebelas Jam Hari Pertama	75
Tabel 4.11.	Menghitung Waktu Persentase Kecepatan Angin Selama Sebelas Jam Hari Kedua	78
Tabel 4.12.	Menghitung Waktu Persentase Kecepatan Angin Selama Sebelas Jam Hari Ketiga	81

Tabel 4.13. Menghitung Waktu Persentase Kecepatan Angin Selama Sebelas Jam Hari Keempat	84
Tabel 4.14. Menghitung Waktu Persentase Kecepatan Angin Selama Sebelas Jam Hari Kelima	87
Tabel 4.15. Menghitung Waktu Persentase Kecepatan Angin Selama Sebelas Jam Hari Keenam	90
Tabel 4.16. Menghitung Waktu Persentase Kecepatan Angin Selama Sebelas Jam Hari Ketujuh	93
Tabel 4.17. Hasil Waktu Persentase Kecepatan Angin Selama Tujuh Hari ..	96
Tabel 4.18. Persentase Wind Coverage	116



DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1. Waktu Persentase Kecepatan Angin Selama Sebelas Jam Hari Pertama	76
Grafik 4.2. Total Waktu Persentase Kecepatan Angin Selama Sebelas Jam Hari Pertama	77
Grafik 4.3. Waktu Persentase Kecepatan Angin Selama Sebelas Jam Hari Kedua	79
Grafik 4.4. Total Waktu Persentase Kecepatan Angin Selama Sebelas Jam Hari Kedua	80
Grafik 4.5. Waktu Persentase Kecepatan Angin Selama Sebelas Jam Hari Ketiga	82
Grafik 4.6. Total Waktu Persentase Kecepatan Angin Selama Sebelas Jam Hari Ketiga	83
Grafik 4.7. Waktu Persentase Kecepatan Angin Selama Sebelas Jam Hari Keempat	85
Grafik 4.8. Total Waktu Persentase Kecepatan Angin Selama Sebelas Jam Hari Keempat	86
Grafik 4.9. Waktu Persentase Kecepatan Angin Selama Sebelas Jam Hari Kelima	88
Grafik 4.10. Total Waktu Persentase Kecepatan Angin Selama Sebelas Jam Hari Kelima	89

Grafik 4.11. Waktu Persentase Kecepatan Angin Selama Sebelas Jam Hari Keenam	91
Grafik 4.12. Total Waktu Persentase Kecepatan Angin Selama Sebelas Jam Hari Keenam	92
Grafik 4.13. Waktu Persentase Kecepatan Angin Selama Sebelas Jam Hari Ketujuh	94
Grafik 4.14. Total Waktu Persentase Kecepatan Angin Selama Sebelas Jam Hari Ketujuh	95
Grafik 4.15. Total Waktu Persentase Kecepatan Angin Selama Tujuh Hari ..	97



DAFTAR NOTASI

ACF	=	<i>Approach Control Facility</i> (Petugas pengontrol lalu lintas udara datang dan berangkat)
AFRL	=	<i>Aeroplame Reference Field Length</i> (untuk menghitung panjang landasan pacu)
ARTCC	=	<i>Air Route Traffic Control Centers</i> (Petugas yang bertanggung jawab mengontrol gerakan selama penerbangan)
ATC	=	<i>Air Traffic Control</i> (fasilitas mengatur lalu lintas udara)
ATCT	=	<i>Air Traffic Control Tower</i> (Petugas yang mengawasi dan memonitor gerakan pesawat di lapangan terbang)
CP	=	<i>Car Park</i> (areal yang dipakai kendaraan untuk parkir)
Fe	=	Faktor Koreksi Elevasi
Ft	=	Faktor Koreksi Temperatur
h	=	<i>Aerodrome</i> Elevasi
ICAO	=	<i>International Civil Aviation Organisation</i> (Organisasi Penerbangan Sipil Internasional)
IFR	=	<i>Instrumen Flight Rule</i> (Diperlukan dalam cuaca buruk)
L	=	<i>Landing</i> (Mendarat)
L	=	<i>Left</i> (Menunjukkan sebelah kiri)
MSLW	=	Berat maksimum pesawat yang diijinkan untuk mendarat
MSTOW	=	Berat maksimum pesawat yang diijinkan pada waktu kepas landas

- OWE = *Operating Weight empty* (berat kendaraan kosong + alat-alat navigasi + berat crew)
- PLLU = Pengaturan Lalu Lintas Udara
- R = *Right* (Menunjukkan sebelah kanan)
- Rw = *Runway* (Landasan Pacu)
- T = *Aerodome Reference Temperature* (Temperatur)
- TO = *Take Off* (Lepas Landas)
- VFR = *Visual Flight Rule* (Diperlukan dalam cuaca buruk)
- FAA = *Federal Aviation Administration* (Administrasi Penerbangan Federal)



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Umum

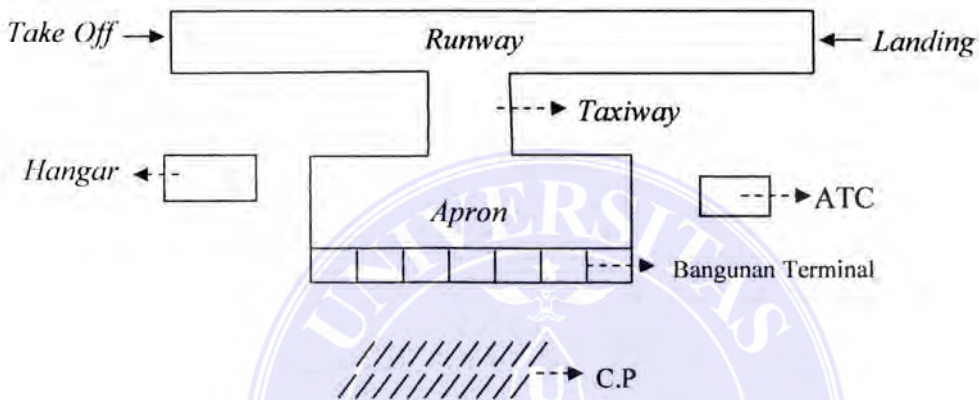
Rencana untuk pengembangan berbagai komponen sistem lapangan terbang sangat tergantung pada tingkat kegiatan yang diramalkan pada masa yang akan datang. Dengan menggunakan fasilitas yang dibutuhkan pesawat terbang secara umum dalam lapangan terbang. Pesawat terbang yang digunakan dalam operasional mempunyai kapasitas yang bervariasi banyaknya penumpang.

Penerbangan umumnya mempunyai fungsi pengangkutan yang serupa dengan mobil angkutan. Dari berbagai pesawat terbang membentuk armada perusahaan penerbangan yang memberikan secara singkat karakteristik utama yang dinyatakan dalam ukuran, berat, kapasitas dan kebutuhan panjang landasan pacu. Dalam perencanaan lapangan terbang, berat pesawat terbang penting untuk menentukan landasan pacu, landas-hubung (*taxiway*) dan *apron*.

Berat pesawat mempengaruhi panjang landasan pacu untuk mendarat dan lepas landas dalam melakukan penerbangan. Kapasitas mempunyai peranan penting dalam menentukan fasilitas-fasilitas dengan bangunan terminal dan berpengaruh sebagai tingkat pelayanan terhadap penerbangan, penumpang, pengiriman barang dan masyarakat.

Perkembangan yang terjadi dalam transportasi udara telah menimbulkan masalah baru. Perkembangan penerbangan telah meningkat pesat dan kemungkinan akan timbulnya reaksi masyarakat yang tidak menyenangkan karena

banyak pesawat terbang yang menimbulkan kebisingan bagi ketenangan masyarakat. Pesawat terbang dengan ukuran dan kecepatan yang lebih besar telah mengakibatkan meningkatnya kebutuhan landasan pacu, sementara peningkatan dari mesin-mesin pesawat mengakibatkan peningkatan kebisingan yang hampir tidak dapat dihindarkan. Contoh sketsa suatu lapangan terbang sederhana seperti terlihat pada Gambar 1.1 di bawah ini.



Gambar 1.1. Sketsa Lapangan Terbang Sederhana

Keterangan Gambar 1.1 di atas :

1. *Runway* adalah jalur tempat pesawat *take off* dan *landing*.
2. *Taxiway* adalah sebagai jalan ke luar masuk pesawat dari landas masuk ke bangunan terminal dan sebaliknya atau dari landas pacu ke *Hangar*.
3. *Apron* adalah suatu lokasi tempat parkirnya pesawat.
4. Bangunan Terminal adalah bangunan tempat pemrosesan penumpang.
5. *C.P (Car Park)* adalah lokasi yang digunakan untuk parkir kendaraan.
6. *Hangar* adalah suatu bangunan tempat menservis pesawat.
7. *ATC (Air Traffic Control)* adalah fasilitas pengatur lalu lintas udara.

1.2. Latar Belakang

Bandar udara DR. Ferdinand Lumban Tobing dibangun pada masa penjajahan Jepang sebagai basis pertahanan tentara Jepang. Kemudian pada masa kemerdekaan dipergunakan sebagai basis pertahanan wilayah pantai barat Sumatera oleh TNI-AL dan TNI-AU.

Pada tahun 1976 pengelolaan Bandar udara ini dialihkan kepada Departemen Perhubungan Udara, saat itu dengan nama Pelabuhan Udara Perintis Pinangsori, dan mulailah pengoperasian penerbangan sipil walau mengalami pasang surut.

Tahun 2002, sejalan dengan Undang – Undang nomor 22 tahun 2000 tentang Otonomi Daerah, Bandar udara Pinangsori diubah namanya menjadi Bandara Nasional DR. Ferdinan Lumban Tobing dengan Keputusan Menteri Perhubungan nomor : KM.81 tahun 2002.

Sesuai dengan SK Menteri tersebut maka ada peningkatan Kelas Bandara dari Kelas V (lima) menjadi Kelas IV (empat) dengan *Aerodrome Category* III (tiga) C. Peningkatan Kelas Bandara tersebut seiring dengan peningkatan Pembangunan Fisik Fasilitas Bandara meliputi Pembangunan Fasilitas Landasan, Fasilitas Terminal, Fasilitas Bangunan dan Pembangunan Telekomunikasi, Navigasi dan Listrik.

Berkaitan dengan kegiatan yang sedang terjadi sekarang dan yang akan datang, penentuan letak dan arah *runway* adalah hal yang paling pokok. Sehubungan dengan masalah tersebut penulis mencoba menulis tugas akhir ini dengan mengambil judul : “ Menentukan Letak dan Arah *Runway* Lapangan Terbang DR. Ferdinand Lumban Tobing “.

1.3. Maksud dan Tujuan

Maksud dari penulisan tugas akhir ini adalah untuk mengetahui secara jelas faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi penentuan letak dan arah *runway* dan bagaimana menentukan letak dan arahnya.

Sedangkan tujuan dilakukan penelitian ini adalah untuk mendapatkan suatu hasil perbandingan letak dan arah *runway* yang ada dengan hasil yang diperoleh setelah dilakukan penelitian.

1.4. Permasalahan

Suatu lapangan terbang mencakup suatu kumpulan kegiatan yang luas mempunyai kebutuhan-kebutuhan yang berbeda dan sering kali bertentangan. Kegiatan-kegiatan itu saling tergantung satu sama lainnya sehingga satu kegiatan tunggal dapat membatasi kapasitas dari keseluruhan kegiatan. Contoh landasan pacu (*runway*). Permasalahan yang dihadapi dalam perencanaan dan perancangan *runway* adalah bagaimana menentukan letak dan arahnya.

1.5. Ruang Lingkup Masalah

Seperti pada lazimnya penulisan karya ilmiah dan sebagainya perlu diadakan pembatasan masalah atau ruang lingkup yang akan dibahas dalam penulisan ini.

Ruang lingkup masalah yang ditinjau dalam menentukan letak dan arah landasan pacu di lapangan terbang Dr. F. L. Tobing yaitu :

1. Klasifikasi Konfigurasi *Runway*
2. Analisa Angin

3. Lingkungan Lapangan Terbang
4. Menentukan Arah Landasan Pacu

1.6. Metodologi

Dalam penulisan ini metodologi yang dipakai dalam pengumpulan data diperoleh melalui *Anemometer* yang berkaitan dengan permasalahan hendak dibahas.

Metodologi untuk mendapatkan Data Arah dan Kecepatan Angin :

1. Dengan menggunakan *Anemometer*, kita mengamati arah dan kecepatan angin
2. Pengamatan terhadap arah dan kecepatan angin dilakukan dalam 11 jam diamati 10 menit sekali selama 7 hari
3. Setelah didapatkan arah dan kecepatan angin maka dapat dihitung lamanya waktu kecepatan angin dan waktu persentase kecepatan angin di dalam tabel lalu dimasukkan ke Diagram *Wind Rose*.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

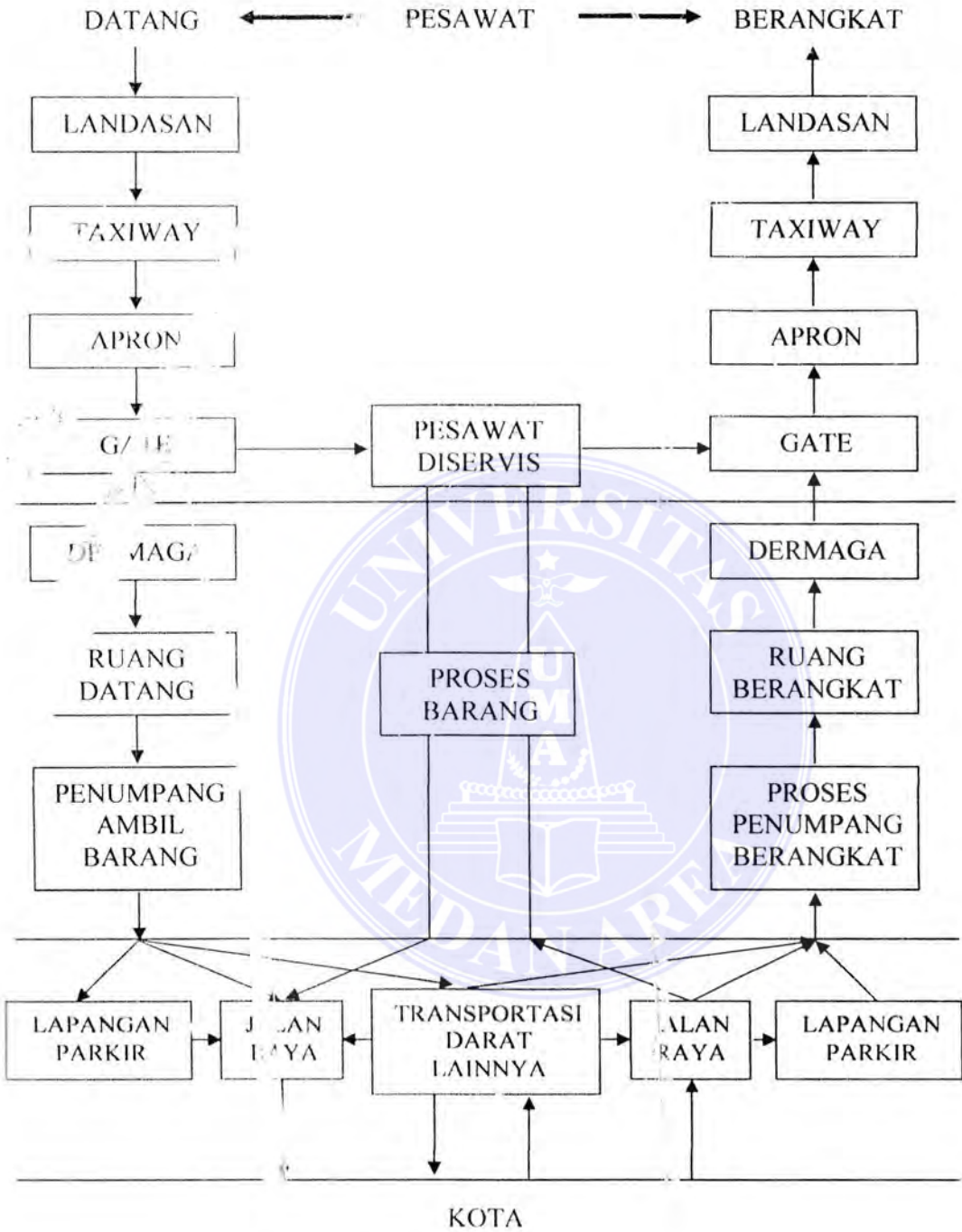
2.1. Umum

Dalam kehidupan sehari-hari, manusia dan barang harus berpindah dari suatu tempat ke tempat lainnya dengan mempergunakan alat berpindah yang berbeda-beda seperti jalan kaki, kendaraan darat, kendaraan laut, kendaraan udara dan sebagainya. Setiap peralatan tersebut membutuhkan prasarana dan sistem operasi yang semuanya dapat dipadukan dalam suatu sistem transportasi.

Dalam perencanaan sistem bandar udara, yang pertama-tama harus diperhitungkan adalah peranan dan fungsi bandar udara di dalam jaringan transportasi pada umumnya dan transportasi udara pada khususnya. Sebagaimana peranan sistem transportasi pada umumnya, transportasi udara, harus dapat melayani permintaan akan pergerakan manusia dan barang melalui udara yang terjadi karena beberapa motivasi yang berbeda-beda. Perbedaan motivasi ini menyebabkan perbedaan perilaku pergerakan penumpang dan barang/peralatan yang menyebabkan perbedaan pelayanan yang dituntutnya. Pelayanan yang diminta untuk pergerakan barang/peralatan akan berbeda dengan pergerakan penumpang.

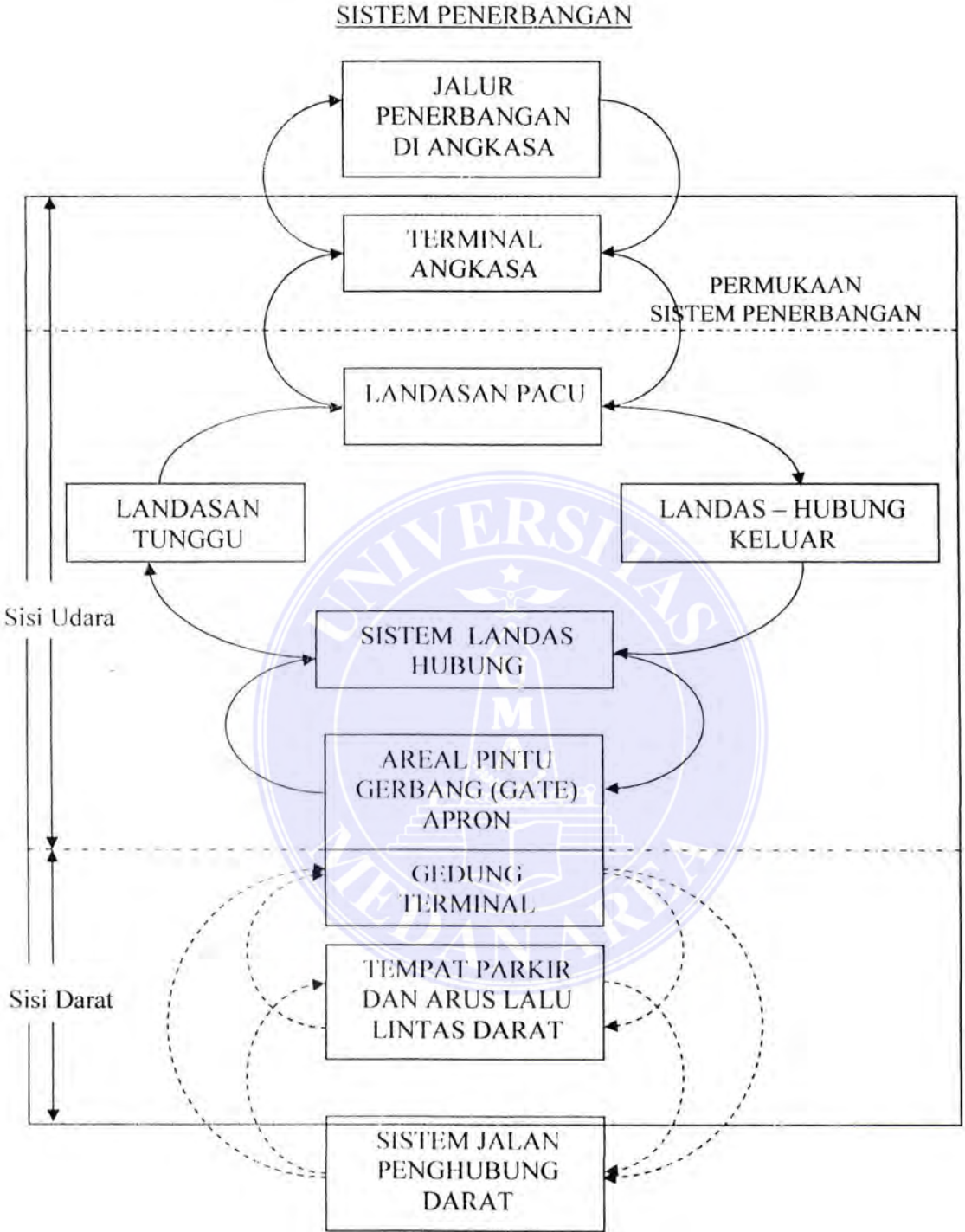
Untuk lebih mempermudah mengenai masalah pelayanan penumpang dan pergerakan barang/peralatan maka dilakukan sistem lapangan terbang dan sistem penerbangan dapat dilihat pada Gambar 2.1. dan Gambar 2.2.

SISTEM LAPANGAN TERBANG



Gambar 2.1. Sistem Lapangan Terbang

Sumber : Perencanaan dan Perancangan Bandar Udara, Erlangga 1993



Gambar 2.2. Sistem Penerbangan

Sumber : Perencanaan dan Perancangan Bandar Udara, Erlangga 1993

2.2. Jenis dan Karakteristik Pesawat Terbang

Jenis pesawat yang dilayani suatu lapangan terbang juga sangat berpengaruh pada panjang pendeknya suatu *runway* dari lapangan terbang tersebut. Demikian juga dengan masalah karakteristik kemampuan pesawat, berpengaruh langsung untuk menentukan panjang *runway*. Sedangkan informasi kemampuan pesawat tidak dipublikasikan secara terbuka. Bagi perencana untuk mendapatkan informasi ini kadang sering mengalami kesulitan dan juga kesulitan dalam pengertian bahasa penerbangan.

Yang dimaksud dengan Karakteristik pesawat terbang adalah :

1. Berat Pesawat (*weight*)
Diperlukan dalam perencanaan tebal perkerasan
2. Ukuran pesawat terbang (*size*)
 - a. Lebar bentang sayap (*wingspan*)
 - b. Panjang pesawat (*length*)
3. Kapasitas pesawat (*capacity*) adalah jumlah tempat duduk
4. Panjang *Runway* yang dibutuhkan (*necessary runway length*) diperlukan untuk mengetahui pesawat pada waktu beroperasi atau sedang *Landing* dan *Take Off*.

Bagian-bagian berat pesawat yaitu :

1. *Operating Weight Empty* (OWE)
Berat pesawat kosong + alat-alat *navigasi* + berat *crew*
2. Berat bahan bakar ketika sedang *Take Off*
3. *Pay load* / Muatan misalkan Berat penumpang, surat dan barang
4. *Maximum Structural Take Off Weight* (MSTOW)

Berat maksimum pesawat yan diizinkan pada waktu *Take Off* dapat dirumuskan :

$$\text{Berat Pesawat } Take\ Off = \text{point } 1 + 2 + 3$$

Atau : $1+2+3 < 4$

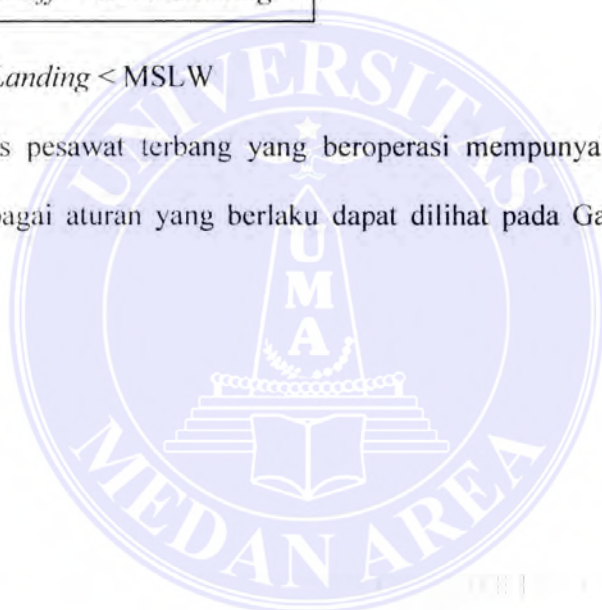
5. *Maximum Structural Landing Weight (MSLW)*

Berat maksimum pesawat yang diizinkan waktu mendarat

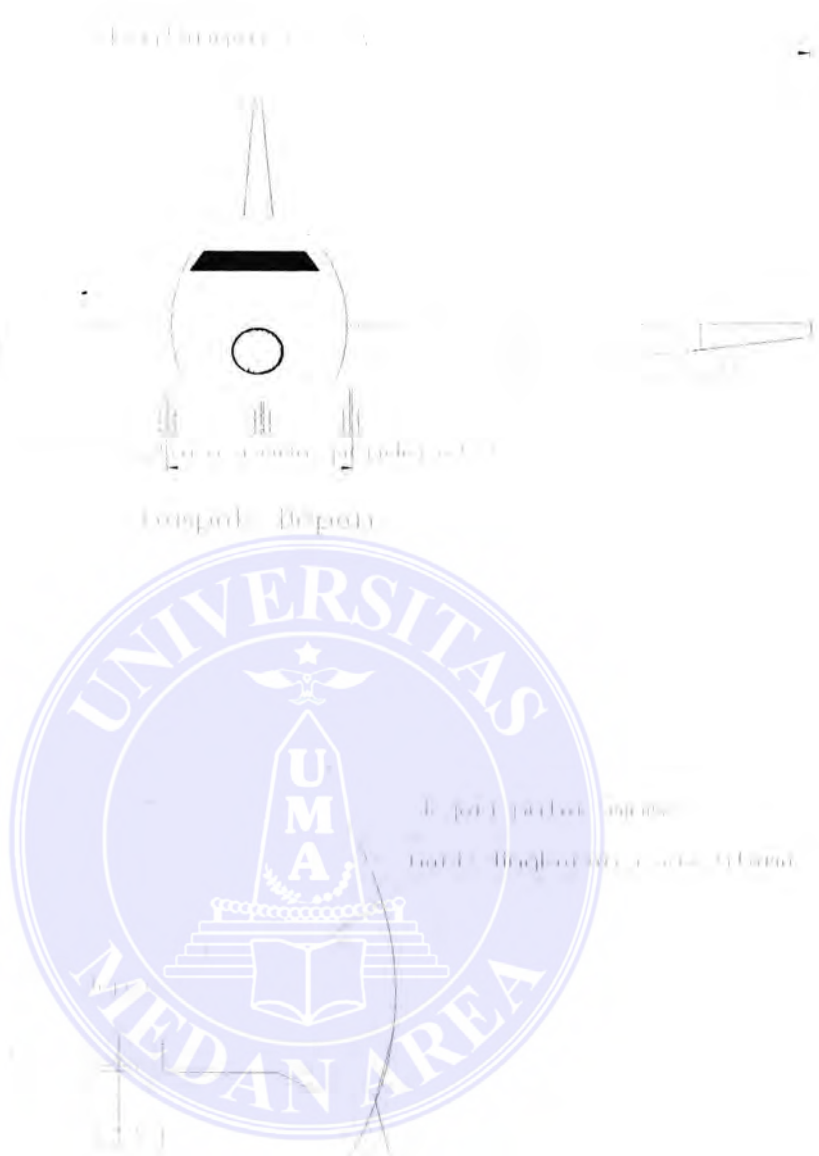
$$\text{Berat } Take\ Off > \text{Berat Landing}$$

Syarat : Berat *Landing* < MSLW

Jenis-jenis pesawat terbang yang beroperasi mempunyai karakteristik dan dijelaskan sebagai aturan yang berlaku dapat dilihat pada Gambar 2.3 dan pada Tabel 2.1.



Gambar 2.3. Keterangan istilah-istilah yang berhubungan dengan ukuran-ukuran pesawat terbang



Gambar 2.3. Keterangan istilah-istilah yang berhubungan dengan ukuran-ukuran pesawat terbang (lanjutan)

Berbagai pesawat terbang yang membentuk armada penerbangan dapat dilihat pada Tabel 2.1, yang memberikan secara singkat karakteristik utama dari

pesawat terbang angkutan udara yang dinyatakan dalam ukuran, berat, kapasitas dan kebutuhan panjang lapangan landasan pacu.

Adapun penting untuk menyadari bahwa karakteristik seperti berat operasi kosong kapasitas penumpang dan panjang landasan pacu tidak secara tepat, karena dapat berubah yang mempengaruhi besaran tersebut. Ukuran roda pendaratan utama dan tekanan pemompaan ban, untuk beberapa pesawat terbang yang lebih umum dilihat pada Gambar 2.3 yang memperlihatkan keterangan dari ukuran-ukuran pesawat terbang yang terdapat dalam Tabel 2.1.

Karakteristik yang diperlihatkan dalam Tabel 2.1, perlu bagi perencanaan Bandar udara. Berat pesawat terbang adalah untuk menentukan landasan pacu, landas-hubung (*taxiway*), tempat parkir pesawat terbang (*apron*) dan berat pesawat mempengaruhi kebutuhan panjang landasan pacu saat mendarat dan lepas landas pada bandar udara. Bentang sayap dan panjang badan pesawat terbang mempengaruhi ukuran tempat pesawat terbang dan susunan gedung-gedung terminal, ukuran pesawat terbang juga menentukan lebar landasan pacu, landas hubung serta mempengaruhi jejari putar yang dibutuhkan pada landasan pacu.

Kapasitas penumpang mempunyai pengaruh penting dalam menentukan fasilitas-fasilitas di dalam dan berdekatan dengan gedung terminal, panjang landasan pacu mempengaruhi sebagian besar daerah yang dibutuhkan di bandar udara dapat dilihat pada Tabel 2.1.

						struktur maks. pon	mks pon	pon	pon	pon	panjang	luas kaki	luas Meter
DC-9-32	McDonnell-Douglas	93'04"	118'04"	53'02"	16'05"	108.000	99.000	56.855	87.000	2 TF	115-127	7.500	2286
DC-9-32	McDonnell-Douglas	93'04"	112'00"	49'11"	16'05"	120.000	110.000	63.328	98.000	2 TF	130	7.100	2164
DC-9-80	McDonnell-Douglas	107'10"	135'06"	72'05"	16'08"	140.000	128.000	77.797	118.000	2 TF	155-172	7.190	2192
DC-8-61	McDonnell-Douglas	148'05"	187'05"	77'06"	20'10"	325.000	240.000	152.101	224.000	4 TF	196-259	11.000	3353
DC-8-63	McDonnell-Douglas	148'05"	187'05"	77'06"	20'10"	355.000	258.000	158.738	230.000	4 TF	196-259	11.900	3627
DC-10-10	McDonnell-Douglas	155'04"	182'03"	72'05"	35'00"	430.000	363.000	234.664	335.000	3 TF	270-345	9.000	2743
DC-10-30	McDonnell-Douglas	161'04"	181'07"	72'05"	35'00"	555.000	403.000	261.094	368.000	3 TF	270-345	11.000	3353
B-727-200	Boeing	93'00"	100'00"	37'04"	17'02"	100.500	98.000	59.958	85.000	2 TF	86-125	5.600	1707
B-727-200	Boeing	108'00"	153'02"	63'03"	18'09"	169.000	150.000	97.400	138.000	3 TF	134-163	8.600	2621
B-727B	Boeing	130'10"	136'09"	50'08"	21'11"	234.300	178.000	115.000	156.000	4 TF	131-149	6.100	1859
B-707-120B	Boeing	130'10"	145'01"	52'04"	22'01"	257.340	190.000	127.500	170.000	4 TF	137-174	7.500	2286
B-707-320B	Boeing	142'05"	152'11"	59'00"	22'01"	533.600	215.000	148.800	195.000	4 TF	141-189	11.500	3505
B-757-200	Boeing	124'06"	153'10"	60'00"	24'00"	220.000	198.000	130.700	184.000	2 TF	178-196	6.900	2103
B-767-120	Boeing	156'04"	155'00"	64'07"	30'06"	300.000	270.000	178.210	248.000	2 TF	211-230	6.700	2042
svb	Boeing	195'09"	229'02"	84'00"	36'01"	775.000	564.000	365.800	526.000	4 TF	362-490	11.000	3353
B-747SP	Boeing	195'09"	176'07"	67'04"	36'01"	650.000	450.000	308.400	410.000	4 TF	288-364	8.000	2438
L-1011-100	Boeing	155'04"	177'08"	70'00"	36'00"	486.000	243.133	243.133	320.000	3 TF	256-400	10.800	3292
L-1011-500	Boeing	155'04"	164'02"	61'08"	36'00"	496.000	240.139	240.139	338.000	3 TF	246-400	9.300	2835
Caravelle-B	Aerospatiale	112'06"	108'03"	41'00"	17'00"	123.460	190.130	66.280	87.000	2 TF	86-104	6.900	2103
Trident 2E	Hawker-siddeley	98'00"	114'09"	44'00"	19'01"	143.500	113.000	73.200	100.000	3 TF	82-115	7.500	2286
BAC 111-200	British Aircraft	88'06"	92'06"	33'01"	14'03"	79.000	69.000	46.405	64.000	2 TF	65-79	6.900	2103
Super VC-10	British Aircraft	140'00"	171'08"	72'02"	21'05"	335.000	237.000	147.000	215.000	4 TF	100-163	8.200	2499
A-300	Airbus Industrie	147'01"	175'11"	61'01"	31'06"	302.000	281.000	186.810	256.630	2 TF	225-345	6.500	1981
A-310	Airbus Industrie	144'01"	153'01"	40'11"	31'06"	291.000	261.250	168.910	239.200	2 TF	205-265	6.100	1859
Concorde	British Aircraft-Aerospatial	83'10"	202'03"	59'08"	25'04"	389.000	240.000	175.000	200.000	4 TF	108-128	11.300	3444
Mercure	Dassault	100'02"	111'06"	39'01"	20'04"	114.640	108.000	57.022	99.200	2 TF	124-134	6.500	1981
Ilyushine-62	U.S.S.R	141'09"	174'03"	80'04"	22'03"	357.000	232.000	153.000	206.000	4 TF	168-186	10.700	3261
Tuovolev-154	U.S.S.R	123'02"	157'02"	62'01"	37'09"	198.416	185.188	95.900	139.994	3 TF	128-158	6.900	2103
Ilyushine-154	U.S.S.R	157'08"	197'06"	70'00"	36'07"	454.150	385.000			4 TF	350	8.600	2621

Sumber: Perencanaan dan Perancangan Bandar Udara (Erlangga 1993)

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Tabel 2.2. Prestasi Pendaratan untuk Pesawat Terbang Lockheed Tristar L1011-385-1 dengan Mesin Roll-Royce RB.211-22B pada Pengaturan Sirip Sayap Pesawat Terbang

Bobot Pendaratan Maksimum yang Diizinkan, 1000 pon

Temperatur °F	Ketinggian Bandar Udara, kaki								
	0	1000	2000	3000	4000	5000	6000	7000	8000
50	358,0	358,0	358,0	358,0	358,0	358,0	358,0	358,0	358,0
55	358,0	358,0	358,0	358,0	358,0	358,0	358,0	358,0	358,0
60	358,0	358,0	358,0	358,0	358,0	358,0	358,0	358,0	358,0
65	358,0	358,0	358,0	358,0	358,0	358,0	358,0	358,0	358,0
70	358,0	358,0	358,0	358,0	358,0	358,0	358,0	358,0	358,0
75	358,0	358,0	358,0	358,0	358,0	358,0	358,0	358,0	357,4
80	358,0	358,0	358,0	358,0	358,0	358,0	358,0	358,0	349,5
85	358,0	358,0	358,0	358,0	358,0	358,0	358,0	355,3	341,6
90	358,0	358,0	358,0	358,0	358,0	358,0	358,0	347,1	333,8
95	358,0	358,0	358,0	358,0	358,0	358,0	352,8	339,0	326,0
100	358,0	358,0	358,0	358,0	358,0	358,0	345,0	331,2	318,4
105	358,0	358,0	358,0	358,0	358,0	351,2	336,8	323,4	310,8
110	358,0	358,0	358,0	358,0	355,6	341,8	328,7	315,9	303,4

Panjang Landasan

Berat 1000 pon	Ketinggian Bandar Udara, kaki								
	0	1000	2000	3000	4000	5000	6000	7000	8000
260	5,20	5,31	5,44	5,57	5,70	5,84	5,98	6,12	6,25
270	5,37	5,48	5,60	5,73	5,86	6,00	6,15	6,30	6,44
280	5,52	5,63	5,76	5,89	6,03	6,17	6,32	6,47	6,63
290	5,67	5,79	5,91	6,05	6,19	6,34	6,49	6,65	6,81
300	5,81	5,93	6,07	6,21	6,35	6,50	6,66	6,82	6,99
310	5,94	6,08	6,22	6,36	6,51	6,67	6,83	6,99	7,17
320	6,07	6,22	6,37	6,52	6,67	6,83	6,99	7,16	7,34
330	6,20	6,35	6,51	6,66	6,82	6,98	7,15	7,32	7,50
340	6,33	6,49	6,65	6,81	6,97	7,13	7,30	7,48	7,66
350	6,45	6,62	6,78	6,94	7,10	7,27	7,44	7,62	7,82
360	6,58	6,75	6,90	7,06	7,40	7,40	7,57	7,77	7,97

Sumber : Perencanaan dan Perancangan Bandar Udara (Erlangga 1993)

Tabel 2.3. Prestasi Lepas Landas untuk Pesawat Terbang Lockheed Tristar L1011-385-1 dengan Mesin Roll-Royce RB.211-22B pada Pengaturan Sirip Sayap Pesawat Terbang

Bobot Lepas Landas Maksimum yang Diizinkan, 1000 pon

Temperatur °F	Ketinggian Bandar Udara, kaki								
	0	1000	2000	3000	4000	5000	6000	7000	8000
50	430	428	418	407,9	397,8	387,7	377,7	367,9	358,3
55	430	428	418	407,9	397,8	387,7	377,7	367,9	358,3
60	430	428	418	407,9	397,8	387,7	377,7	366,7	353
65	430	428	418	407,9	397,8	387,7	374,6	360,5	346,8
70	430	428	418	407,9	437,4	382,5	368	353,9	340,3
75	430	428	418	405,2	389,9	375,2	360,9	347	333,6
80	430	428,5	412,5	397	382	367,5	353,5	339,9	326,7
85	430	419,5	403,8	388,5	373,8	359,6	345,8	332,6	319,8
90	426,5	410,4	394,9	379,9	365,4	351,5	338,1	325,2	312,8
95	417,1	401,2	385,9	371,2	357	343,4	330,4	317,8	305,7
100	407,7	392,1	377	362,6	348,8	335,5	322,8	310,5	298,8
105	398,5	383,1	368,3	354,2	340,7	327,8	315,3	303,4	291,8
110	389,6	374,4	360	346,2	333,1	320,4	308,3	296,5	285,1

Faktor Referensi R									
Temperatur °F	Ketinggian Bandar Udara, kaki								
	0	1000	2000	3000	4000	5000	6000	7000	8000
50	50,7	53,7	57	60,6	64,5	68,8	73,6	78,7	84,4
55	51	54,1	57,5	61,2	65,1	69,5	74,2	79,4	85
60	51,5	54,6	58	61,7	65,7	70,1	74,9	80,2	87,4
65	51,9	55	58,4	62,1	66,2	70,7	76,2	82,9	90,4
70	52,2	55,4	58,8	62,6	66,7	72,4	78,8	85,8	93,6
75	52,6	55,8	59,2	63,6	69	74,9	81,6	88,9	96,9
80	53	56,2	60,8	65,8	71,4	77,6	84,5	92,1	100,5
85	54,1	58,3	62,9	68,2	74	80,5	87,7	95,6	104,3
90	56	60,3	65,2	70,7	76,8	83,5	91	99,2	108,3
95	57,9	62,5	67,7	73,4	79,7	86,8	94,5	103,1	112,5
100	60	64,9	70,2	76,2	82,8	90,2	98,2	107,2	117
105	62,2	67,3	73	79,2	86,1	93,7	102,2	111,5	121,7
110	64,5	69,9	75,9	82,4	89,6	97,5	106,3	116	126,7

Panjang Landasan Pacu, 1000 kaki									
Berat 1000 pon	Faktor Referensi R								
	50	60	70	80	90	100	110	120	130
260	4,50	4,50	4,50	4,50	4,85	5,31	5,78	6,24	6,71
270	4,50	4,50	4,50	4,70	5,21	5,73	6,24	6,75	7,27
280	4,50	4,50	4,50	5,04	5,60	6,17	6,73	7,30	7,87
290	4,50	4,50	4,78	5,40	6,01	6,63	7,25	7,88	8,5
300	4,50	4,50	5,10	5,78	6,45	7,13	7,81	8,49	9,17
310	4,50	4,70	5,45	6,18	6,92	7,65	8,39	9,13	9,87
320	4,50	5,01	5,81	6,60	7,40	8,20	9,00	9,80	10,60
330	4,50	5,32	6,19	7,05	7,91	8,78	9,64	10,51	11,37
340	4,72	5,65	6,59	7,52	8,45	9,38	10,31	11,24	12,17
350	5,00	6,00	7,00	8,01	9,01	10,01	11,01	12,01	13
360	5,29	6,36	7,44	8,52	9,59	10,66	11,73	12,80	13,86
370	5,59	6,74	7,89	9,05	10,20	11,34	12,49	13,62	14,75
380	5,90	7,13	8,37	9,60	10,82	12,05	13,27	14,48	
390	6,23	7,55	8,36	10,17	11,48	12,78	14,07		
400	6,57	7,97	9,37	10,76	12,15	13,53	14,90		
410	6,93	8,41	9,89	11,37	12,84	14,31			
420	7,30	8,87	10,44	12,00	13,56				
430	7,38	9,34	11,00	12,66	14,30				

Sumber : Perencanaan dan Perancangan Bandar Udara (Erlangga 1993)

Tabel 2.4. Mesin-mesin Pesawat Terbang Turbojet

Mesin	Pembuat	Dorongan, pon	Pesawat Terbang
JT 8D - 7	Pratt and Whitney	14000	B-737, B-727, DC-9
JT 3D - 3B	Pratt and Whitney	18000	B-707, DC-8-61
JT 3D - 7	Pratt and Whitney	19000	DC-8-62, DC-8-63
JT 8D - 209	Pratt and Whitney	19250	DC-9-80
PW 2037	Pratt and Whitney	37000	B-757-200
RB. 211-535C	Rolls-Royce	37400	B-757-200
593Mk. 602 tj	Olympus	38000	Concorde
CF-6-60	General Electric	40000	DC-10-10
JT9D-3A	Pratt and Whitney	43500	B-747 A
JT9D-7R4D	Pratt and Whitney	48000	B 767-200
CF-6-80A	General Electric	48000	B-767-200
RB. 211-524B	Rolls-Royce	50000	L-1011-500

Sumber : Perencanaan dan Perancangan Bandar Udara (Erlangga 1993)

Tabel 2.5. Karakteristik Pesawat Terbang Penerbangan Umum dan Pesawat Penumpang Jarak Pendek

Jenis Pesawat	Bentangan Sayap	Panjang Pesawat	Jarak Roda	Berat Lepas Landas maks. pon	Jumlah Kursi Maks. *	Jumlah dan Tipe Mesin	Panjang Landasan Pacu, kaki	Panjang Landasan Pacu, meter
Beech 23 Musketeer	32'09"	25'00"	11'10"	2.2	4	1 P	1.380	421
Beech V35 Bonanza	33'05"	26'04"	9'07"	3.4	6	1 P	1.320	402
Beech 58 – Baron	37'10"	29'09"	11'00"	6.775	6	2 P	2.380	725
Beech B80-Queen Air	50'03"	35'06"	12'09"	8.8	11	2 P	1.800	549
Beech C99	45'10"	44'07"	13'00"	10.9	17	2 TP	2.800	853
Bellanca 260C	34'02"	22'11"	9'00"	3	4	1 P	1000	305
Cessna 150	32'08"	23'00"	6'06"	1.6	2	1 P	1.385	422
Cessna 172 Skyhawk	35'09"	26'11"	7'02"	2.3	4	1 P	1.525	465
Cessna 182 Skylane	35'10"	28'00"	7'11"	2.95	4	1 P	1.350	411
Cessna T310	36'11"	29'06"	12'00"	5.5	6	2 P	1.790	546
Cessna 402	44'01"	36'05"	18'00"	6.85	10	2 P	2.485	757
Piper PA-23 Aztec	37'02"	30'03"	11'04"	5.2	6	2 P	1.250	381
Piper PA-28 Cherokee	30'00"	23'06"	10'00"	2.4	4	1 P	-	-
Piper PA-28 Arrow	30'00"	24'02"	10'06"	2.6	4	1 P	-	-
Piper Twin Comance C	36'00"	25'02"	9'09"	3.6	6	2 P	1.870	570
Piper PA-31 Navajo	40'08"	32'07"	13'09"	6.5	6	2 P	2.095	639
Gulfstream II	68'10"	79'11"	13'08"	17.5	22	2 TF	4.070	1241
Metroliner II	46'03"	59'05"	15'00"	12.5	22	2 TF	3.550	1082
Lear Jet 25	35'07"	47'07"	8'03"	15	8	2 TJ	5.186	1581
Lockheed Jet Star	54'05"	60'05"	12'03"	42	12	4 TJ	4.880	1487
Sabreliner – 60	44'05"	48'04"	7'02"	20	12	2 TJ	4.875	1486
Jet Falcon 20 T	54'03"	60'00"	12'03"	29.1	28	2 TF	4.430	1350
deHavilland TwinOtter	65'00"	51'09"	12'02"	12.5	22	2 TP	1.200	366
Shorts 330 – 200	74'08"	58'01"	-	22.9	32	2 TF	3.880	1183
BAe 146 – 100	85'05"	78'09"	-	74.6	84	4 TP	3.530	1076
deHavilland DASH 7	93'00"	80'08"	-	44.5	52	4 TP	2.260	689
Fokker F27 Mk 500	95'02"	82'03"	-	45	50	2 TP	5.460	1664

Sumber : Perencanaan dan Perancangan Bandar Udara (Erlangga 1993)

Tabel 2.6. Kemampuan Pesawat Lepas Landas (Boeing 727 – Seri 2000) Mesin Jet 8D – Flap 15°

Berat Lepas Landas Maksimum yang Diizinkan (1000 lbs)

Temp F	Elevasi Lapangan Terbang (feet)								
	0	1000	2000	3000	4000	5000	6000	7000	8000
50	173,0	173,0	173,0	169,5	163,4	157,4	151,6	145,9	140,2
55	173,0	173,0	173,0	167,0	161,0	155,1	149,4	144,0	138,9
60	173,0	173,0	170,9	164,7	158,9	153,4	148,3	143,4	138,9
65	173,0	173,0	170,9	164,7	158,9	153,4	148,3	143,4	138,9
70	173,0	173,0	170,9	164,7	158,9	153,4	148,3	143,4	138,9
75	173,0	173,0	170,9	164,7	158,9	153,4	148,3	143,4	138,9
80	173,0	173,0	170,9	164,7	158,9	153,4	148,3	142,8	137,5
85	173,0	173,0	170,2	164,0	158,1	152,3	146,7	141,2	135,8
90	173,0	173,0	166,5	160,4	154,6	148,9	143,5	138,1	132,9
95	173,0	168,9	162,0	156,9	151,1	145,6	140,2	135,1	130,0
100	171,2	165,1	159,1	153,3	147,1	142,3	137,1	132,0	127,1
105	167,2	161,3	155,5	149,8	144,0	139,0	133,9	128,9	
110	163,2	157,4	151,8	146,3	141,0	135,8	130,7	125,9	

Reference Faktor R

Temp F	Elevasi Lapangan Terbang (feet)								
	0	1000	2000	164,7	4000	5000	6000	7000	8000
50	40,0	41,0	44,0	47,4	51,2	55,3	59,8	64,8	70,1
55	40,0	42,1	45,4	49,0	52,9	57,1	61,7	66,8	72,5
60	40,0	43,1	46,3	49,8	53,8	58,3	62,6	67,4	72,6
65	40,3	43,4	46,7	50,3	54,3	58,8	63,1	67,7	73,2
70	40,7	43,8	47,1	50,7	54,8	59,3	63,3	68,2	73,7
75	41,0	44,2	47,5	51,2	55,2	59,9	63,8	69,6	74,4
80	41,4	44,5	47,9	51,6	55,7	60,3	64,7	70,1	75,5
85	42,0	45,2	48,7	52,5	56,8	61,3	66,4	71,8	77,8
90	43,4	46,6	50,2	54,2	58,6	63,3	68,5	74,2	80,4
95	44,9	48,3	52,0	56,1	60,6	65,6	71,0	77,0	83,4
100	46,6	50,1	54,0	58,2	62,9	66,1	73,8	80,0	86,8
105	48,4	52,0	56,0	60,4	65,3	70,7	76,7	83,3	
110	50,2	54,0	58,2	62,7	67,8	73,4	79,7	86,6	

Sumber : Perencanaan dan Perancangan Bandar Udara (Erlangga 1993)

Tabel 2.7. Kemampuan Pesawat, Pendaratan (Boeing 727 – Seri 2000) Mesin Jet 8D – 7 Flap 30°

Berat 1000 lbs	Pendaratan yang Diizinkan (1000 lbs)										
	Reference "R"										
	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90
110	3,38	3,78	4,19	4,61	5,03	5,46	5,87	6,28	6,68	7,06	7,44
115	3,69	4,14	4,59	5,06	5,51	5,96	6,42	6,87	7,31	7,75	8,17
120	4,01	4,51	5,01	5,51	6,00	6,50	7,00	7,50	8,00	8,49	8,99
125	4,34	4,89	5,44	5,96	6,53	7,07	7,62	8,18	8,74	9,32	9,91
130	4,69	5,29	5,89	6,48	7,08	7,68	8,29	8,92	9,57	10,25	10,95
135	5,04	5,71	6,36	7,01	7,66	8,33	9,02	9,74	10,50	11,30	12,15
140	5,42	6,14	6,86	7,57	8,29	9,04	9,82	10,65	10,53	12,48	
145	5,81	6,60	7,36	8,17	8,97	9,81	10,70	11,66			
150	6,22	7,09	7,94	8,81	9,71	10,65	11,67				
155	6,66	7,60	8,54	9,50	10,50	11,57					
160	7,12	8,15	9,18	10,24	11,37	12,58					
165	7,61	8,73	9,86	11,04	12,30						
170	8,12	9,34	10,59	11,90							
175	8,67	10,00	11,37								

Temp F	Pendaratan yang Diizinkan (1000 lbs)								
	Elevasi Lapangan Terbang (feet)								
	0	1000	2000	3000	4000	5000	6000	7000	8000
50	148,0	148,0	148,0	148,0	148,0	148,0	148,0	148,0	145,7
55	148,0	148,0	148,0	148,0	148,0	148,0	148,0	148,0	143,7
60	148,0	148,0	148,0	148,0	148,0	148,0	148,0	148,0	143,7
65	148,0	148,0	148,0	148,0	148,0	148,0	148,0	148,0	143,7
70	148,0	148,0	148,0	148,0	148,0	148,0	148,0	148,0	143,7
75	148,0	148,0	148,0	148,0	148,0	148,0	148,0	148,0	143,7
80	148,0	148,0	148,0	148,0	148,0	148,0	148,0	147,8	142,3
85	148,0	148,0	148,0	148,0	148,0	148,0	148,0	146,0	140,5
90	148,0	148,0	148,0	148,0	148,0	148,0	148,0	142,6	137,2
95	148,0	148,0	148,0	148,0	148,0	148,0	144,9	139,4	134,2
100	148,0	148,0	148,0	148,0	148,0	147,1	141,6	136,2	131,0
105	148,0	148,0	148,0	148,0	148,0	143,7	138,3	132,9	127,5
110	148,0	148,0	148,0	148,0	145,7	140,2	134,8	129,2	123,3

Sumber : Perencanaan dan Perancangan Bandar Udara (Erlangga 1993)

2.3. Kapasitas Lapangan Terbang

Kapasitas lapangan terbang adalah banyaknya pesawat yang dapat mendarat dan lepas landas yang mampu dilayani oleh lapangan terbang dalam batas waktu tertentu. Biasanya untuk mengukur batas waktu ini dipakai dalam waktu satu jam.

Untuk satu kali lepas landas (*take off*) di sini telah diperhitungkan satu gerakan (*movement*) dan begitu juga sebaliknya untuk satu kali mendarat (*landing*) berarti satu gerakan (*movement*).

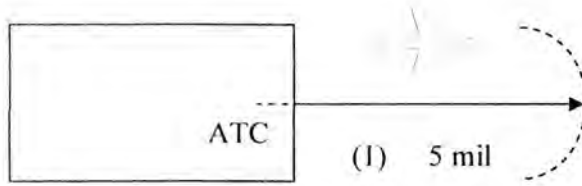
Dalam melakukan penerbangan pada saat *landing* dan *take off* maka diperlukan bantuan dari ATC (untuk mengatur lalu lintas udara) sebagai berikut :

- a. VFR (*Visual Flight Rule*) berlaku dalam keadaan cukup baik, agar pilot dapat melihat kondisi lapangan terbang. Dalam kondisi ini keselamatan penerbangan tanggung jawab pilot.
- b. IFR (*Instrument Flight Rule*) diperlukan dalam keadaan cuaca jelek, pilot tidak dapat melihat kondisi lapangan terbang, maka pesawat diatur dengan *instrument*. Dalam hal ini keselamatan penerbangan tanggung jawab personal di ATC.

Bila pesawat terbang dari suatu tempat ke tempat yang lain, harus mengikuti jalur (*rule*) disebut *Airways*.

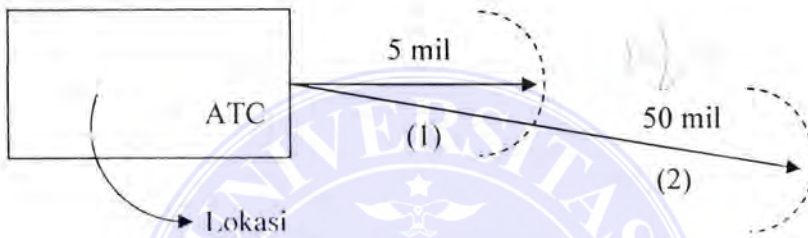
Bagian-bagian dari ATC antara lain :

- a. ATCT (*Air Traffic Control Tower*) adalah bagian ini bertugas mengawasi dan monitor gerakan pesawat di *Airport* dan di udara sampai jarak 5 mil dari *Airport*. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 2.4



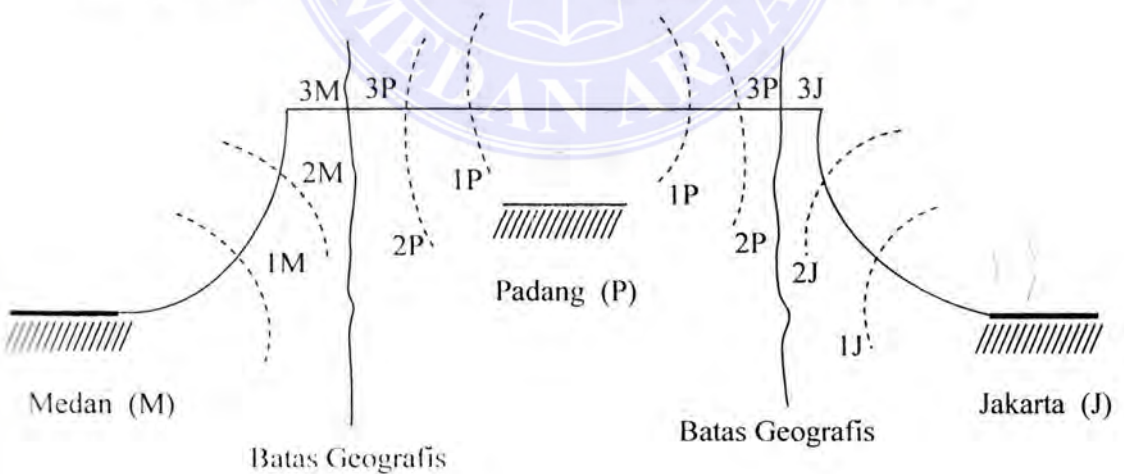
Gambar 2.4. ATCT (*Air Traffic Control Tower*)

b. ACF (*Approach Control Facility*) adalah bagian yang bertugas mengontrol lalu lintas udara (datang dan berangkat), mulai dari batas *control tower* sampai 50 mil dari *Airport*. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 2.5 di bawah ini.



Gambar 2.5. ACF (*Approach Control Facility*)

c. ARTCC (*Air Route Traffic Control Centers*) adalah bagian yang bertanggung jawab mengontrol *movement* selama penerbangan. Tiap-tiap center memiliki daerah grafis tertentu. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 2.6 di bawah ini.



Gambar 2.6. ARTCC (*Air Traffic Control Centers*)

Adapun hal-hal yang dapat mempengaruhi kapasitas dari suatu lapangan terbang adalah :

- a. Jumlah landasan pacu (tunggal atau ganda) dan lain-lain, jarak antara *runway*.
- b. Bentuk dan jumlah *taxiway*.
- c. Operasi pesawat, misalnya suatu *runway* untuk mendarat dan lepas landas atau dua *runway* untuk mendarat dan lepas landas.
- d. Keadaan cuaca, terutama penglihatan dimana pada cuaca baik menguntungkan pendaratan yang dapat dipengaruhi kapasitas.
- e. Angin, dimana kondisi angin kadang-kadang mengakibatkan pemakaian seluruh *runway* yang memperlambat pesawat keluar dari *runway*.
- f. Suara bising (*noise*) juga bisa membatasi tipe operasi
- g. Jumlah pesawat yang datang dengan pesawat yang berangkat relatif yang paling banyak, maka pesawat yang datang diberikan prioritas pertama dari pesawat yang hendak berangkat.

2.4. Landasan Pacu (*Runway*)

Landasan pacu mempunyai pengaruh yang besar terhadap operasional pesawat terbang dipergunakan untuk mendarat dan lepas landas. Sedangkan *taxiway* adalah komponen dari lapangan terbang yang digunakan untuk berjalannya pesawat dari landasan pacu ke tempat parkir (*Apron*) atau ke terminal *building* menurunkan dan menaikkan penumpang dan barang.

Secara umum *runway* dan *taxiway* harus diatur sedemikian rupa sehingga:

- a. Memberikan pemisahan yang secukupnya dalam pola lalu lintas udara.
- b. Memberikan keterlambatan dan gangguan sekecil mungkin dalam operasi pendaratan, gerakan di landasan mendarat dan lepas landas.
- c. Memberikan jarak landas-hubung yang sependek mungkin dari daerah terminal menuju ujung landasan pacu.
- d. Memberikan jumlah landas-hubung yang secukupnya sehingga pesawat yang mendarat dapat meninggalkan landasan pacu secepat mungkin dan mengikuti jalur yang paling pendek ke daerah terminal.

Umumnya pada lapangan terbang yang sibuk, direncanakan areal tunggu (*holding apron*) atau areal pemanasan (*apron run up*) yang berbatasan dengan ujung *runway* guna siap untuk lepas landas, dan juga dapat melayani pesawat-pesawat yang berukuran besar bila mendarat di lapangan terbang tersebut.

2.4.1. Konfigurasi Runway

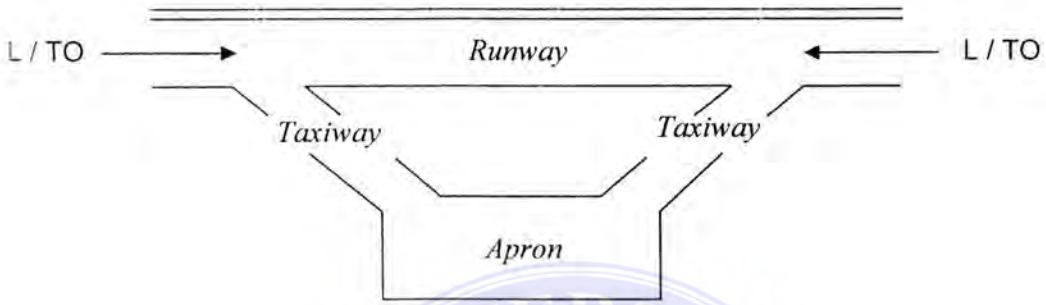
Klasifikasi dalam konfigurasi landasan pacu (*runway*) ini ke semuanya merupakan kombinasi dari berbagai bentuk konfigurasi dasar, yaitu :

- a. *Runway* tunggal
- b. *Pararel Runway*
- c. *Runway* dua jalur
- d. *Runway* berpotongan
- e. *Runway* terbuka "V"

Pengertian dari istilah-istilah adalah sebagai berikut :

- a. *Runway* tunggal adalah bentuk konfigurasi lapangan terbang yang paling sederhana dan umumnya bentuk ini paling banyak di Indonesia, bahwa

kapasitas dari *runway* ini adalah berkisar 45 – 100 gerakan tiap jam (*movement*) bila kondisi lapangan terbang VFR (*Visual Flight Rule*) dan kapasitas akan menjadi antara 40 – 45 gerakan tiap jam (*movement*) bila kondisi lapangan terbang IFR (*instrument Flight Rule*).



Gambar 2.7. Runway Tunggal

- b. *Runway Pararel* adalah kapasitas tergantung pada jumlah *runway* dan pemisahan antara dua *runway*. Suatu lapangan terbang sering mempunyai dua atau empat *pararel runway*. Sedangkan untuk *runway* lebih dari empat belum ada sampai saat ini. Juga dalam pengaturannya sangat rumit, serta ruang udara yang dipergunakan untuk *holding* sangat luas.

Antara dua *Pararel runway* juga bermacam-macam dan dapat dibagi menjadi 3 yaitu :

1. Berdekatan (*Close*)
2. Menengah (*Intermediate*)
3. Jauh (*Far*)

Jarak antara *pararel runway* variasinya besar sekali, dan biasanya kapasitas operasi penerbangan untuk berdekatan menengah dan jauh adalah seperti tercantum pada Tabel 2.8.

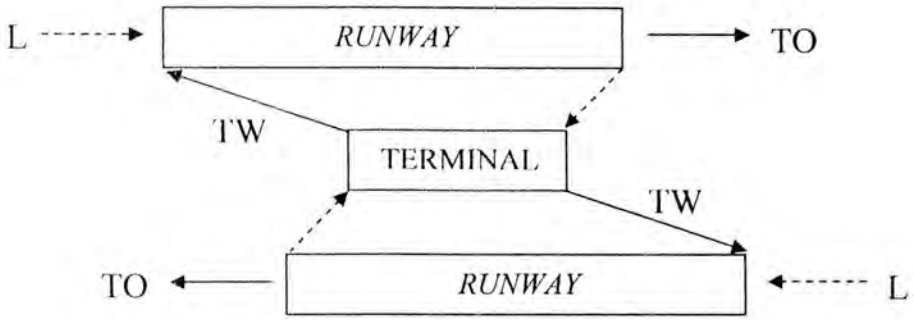
Tabel 2.8. Jarak antara *Pararel Runway* dalam kondisi VFR dan IFR

Kondisi	Kapasitas Operasi Penerbangan / Jam		
	Jarak <i>Pararel Runway</i>		
	<i>Close</i>	<i>Intermediate</i>	<i>Far</i>
VFR	100 – 200	100 – 200	100 – 200
IFR	50 – 60	75 – 80	85 – 105

Sumber : Selintas Pelabuhan Udara, Akhmad Zainuddin, BE

Panjang *runway* tergantung kepada tingkat ketergantungan antara dua *runway* dalam kondisi IFR.

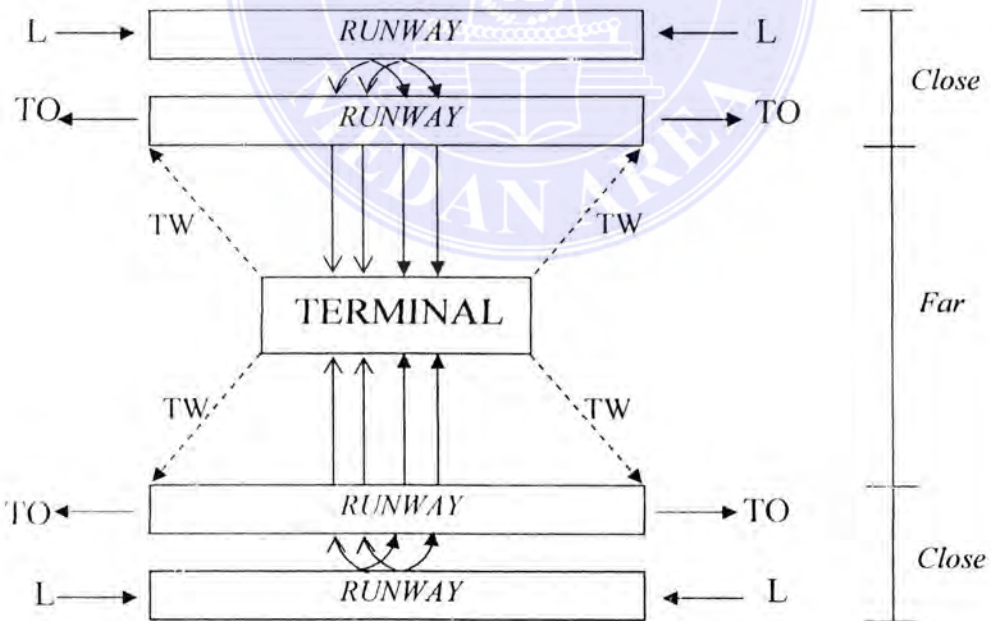
1. *Pararel Runway* berdekatan (*Close*) dengan jarak sumbu maksimum 700 ft = 213 m (untuk lapangan terbang transportasi) sampai dengan 3500 ft = 1.067 m. Dalam kondisi IFR operasi penerbangan pada suatu *runway* tidak tergantung yang lainnya.
2. *Pararel Runway* jarak menengah (*Intermediate*) dipisahkan dengan jarak 3500 ft sampai dengan 5000 ft. Dalam kondisi IFR *landing* pada satu *runway* tergantung kepada keberangkatan *runway* lain.
3. *Pararel Runway* (*Far*) dipisahkan dengan jarak 4.300 ft atau lebih. Dalam kondisi IFR, dua *runway* dapat dioperasikan tanpa tergantung satu dengan yang lainnya baik mendarat maupun lepas landas. Untuk *Pararel runway* dengan alasan-alasan tertentu mungkin kita akan merencanakan pergeseran pada ujung *runway* tersebut bukan berada pada satu garis. Adapun alasan pergeseran ini karena bentuk tanah yang tersedia untuk membangun *runway* atau untuk memperkecil jarak *taxiway* pesawat terbang mendarat dan lepas landas. Contoh *pararel runway* ditunjukkan pada Gambar 2.8a dan Gambar 2.8b.



Gambar 2.8a. Pararel Runway

Sedangkan untuk dua *pararel terminal building* dapat ditempatkan di antara dua *pararel runway* dipisahkan jauh, sehingga tersedianya ruangan bangunan untuk terminal building, apron di depan terminal building dan taxiway sebagai penghubung.

Demikian juga untuk empat *pararel runway*, pasangan-pasangan dibuat berdekatan. Dari dua pasangan runway yang berdekatan (*Close*) dan dipisahkan jauh (*Far*) untuk mendapatkan terminal building, apron dan taxiway sebagai penghubung. Dapat dilihat pada Gambar 2.8b di bawah ini.



Gambar 2.8b. Empat Pararel Runway

Keterangan notasi-notasi pada Gambar 2.8b :

TO = *Take Off* = lepas Landas

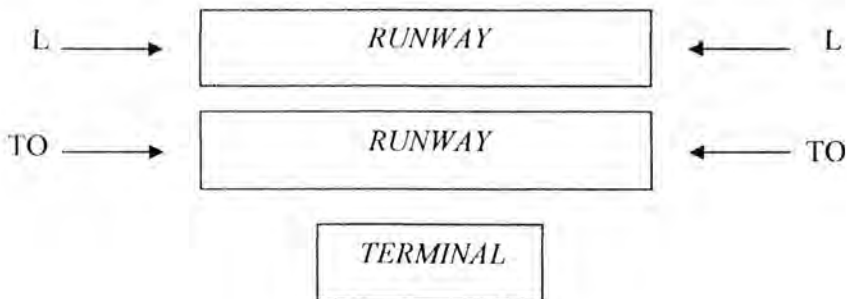
L = *Landing* = Mendarat

TW = *Taxiway*

- e. *Runway* Dua Jalur adalah *Runway* ini terdiri dari dua jalur yang dipisahkan berdekatan ± 700 ft - 2.499 ft dengan *exit taxiway* secukupnya. Meskipun kedua *runway* dapat dioperasikan untuk penerbangan campuran, namun hendaknya dapat diatur dengan semestinya. *Runway* yang berdekatan dengan terminal *building* untuk keberangkatan pesawat terbang dan *runway* terjauh dari terminal *building* untuk kedatangan pesawat terbang.

Diperkirakan dengan menggunakan *runway* dua jalur ini dapat melayani sekitar 70% lalu lintas penerbangan lebih banyak dari *runway* tunggal dalam kondisi VFR, dan sekitar 60% lebih banyak lalu lintas penerbangan dari pada *runway* tunggal dalam kondisi IFR.

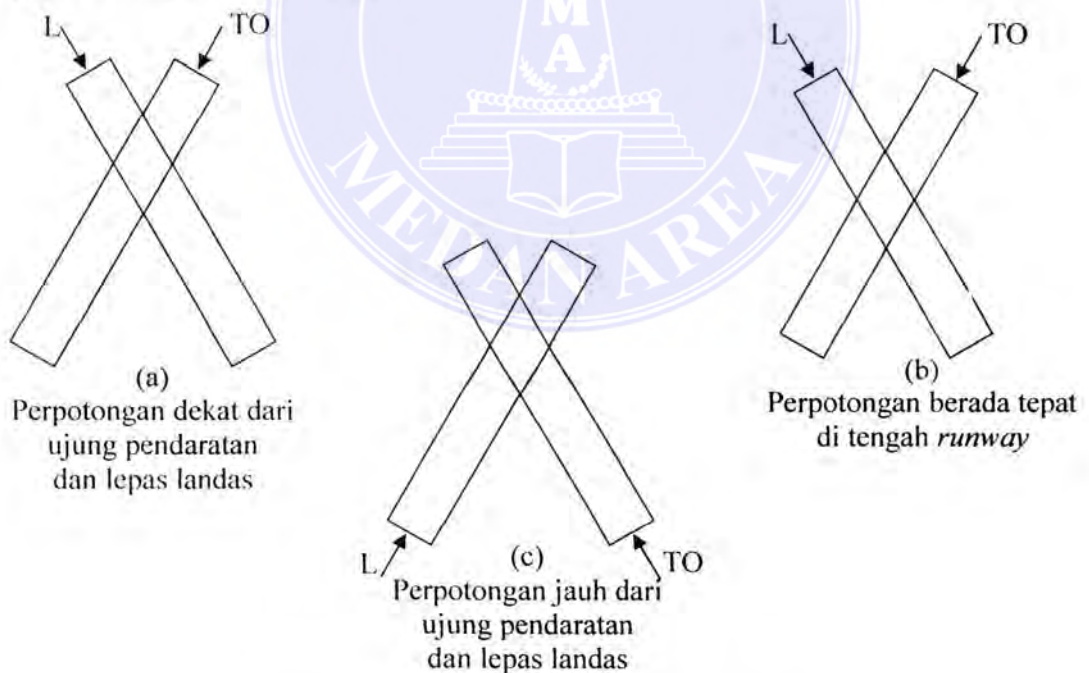
Guna memperlancar, bisa juga dibangun *taxiway* sejajar, namun terlalu pokok. Untuk memperjelas permasalahan maka dapat dilihat pada Gambar 2.9. *Runway* dua jalur di bawah ini.



Gambar 2.9. *Runway* Dua Jalur

d. *Runway* Berpotongan adalah penggunaan *runway* ini jika pada lokasi lapangan terbang tersebut bertiup angin kencang lebih satu arah. Yang nantinya akan mengakibatkan tiupan angin berlebihan bila *runway* mengarah ke salah satu arah mata angin.

Bila nantinya angin bertiup kencang satu arah maka hanya dipergunakan satu *runway* dari dua *runway* yang bersilangan. Ini dapat mengakibatkan berkurangnya kapasitas lapangan terbang. Tetapi bila angin bertiup lemah (kurang dari 20 knot) maka kedua *runway* bersilangan tersebut dapat digunakan bersama-sama. Kapasitas dua *runway* bersilangan tergantung sepenuhnya di bagian mana *runway* tersebut bersilangan (di tengah, di ujung) serta cara operasi penerbangan yaitu strategi pendaratan dan lepas landas. Jenis *runway* berpotongan dapat dilihat pada Gambar 2.10 di bawah ini.



Gambar 2.10. Bentuk *Runway* Berpotongan

Gambar 2.10a. Kapasitas tertinggi dicapai apabila titik potong terletak dekat dengan ujung lepas landas dan ambang pendaratan. Kapasitas perjam dari 60 – 70 operasi dalam kondisi IFR dan 70 – 175 operasi dalam kondisi VFR, yang tergantung pada pesawat terbang.

Gambar 2.10b. Kapasitas perjam dari dalam kondisi IFR dari 45 – 60 dan kondisi VFR dari 50 – 100.

Gambar 2.10c. makin jauh letak titik potongan dari ujung awal lepas landas dan pendaratan kapasitasnya berkurang. Kapasitas perjam dalam kondisi IFR dari 40 – 60 dan kondisi VFR dari 50 – 100.

Dengan strategi penerbangan tadi akan didapat kapasitas dari lapangan terbang tersebut. Maka kapasitas operasi penerbangan tiap jam ini dapat dilihat kondisi VFR (*Visual Flight Rule*) dan kondisi IFR (*Instrument Flight Rule*).

Tabel 2.9. Kapasitas Operasi Penerbangan Runway Berpotongan Dalam Kondisi VFR dan IFR

Kondisi	Kapasitas Operasi Penerbangan / Jam		
	<i>Runway</i>	<i>Runway</i>	<i>Runway</i>
	(a)	(b)	(c)
VFR	70 – 175	60 – 100	50 – 100
IFR	60 – 70	40 – 100	45 – 60

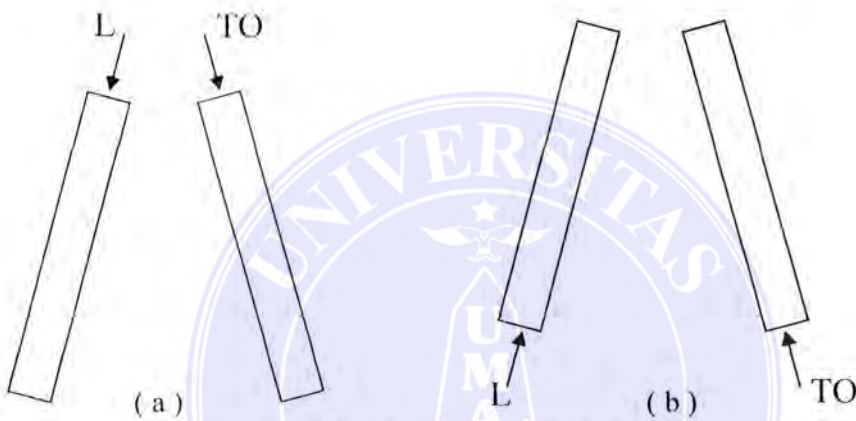
Sumber : Selintas Pelabuhan Udara, Akhmad Zainuddin, BE

Untuk perencanaan *runway* diharapkan bila keadaan tidak memaksa sekali, maka perlu dihindari adanya *runway* persilangan ini. Karena sangat sukar dalam pengaturan lalu lintas penerbangan.

- e. *Runway* “V” Terbuka adalah selain dari macam-macam *runway* terdahulu, maka ada lagi *runway* yang bisa dipergunakan konfigurasi yang dinamakan “V” terbuka (*Opening* “V”) dan meningkatkan “V” (*diverge*) yang tidak saling berpotongan satu dengan yang lainnya.

Pada perencanaan *runway* juga dikarenakan bertiupnya angin kencang dari banyak arah, sehingga diharuskan merencanakan dua *runway* dengan dua arah tidak berpotongan tetapi berbentuk “V”.

Ketika angin bertiup kencang maka hanya dipergunakan satu *runway* saja. Tetapi bila angin bertiup lemah, bisa digunakan kedua *runway* secara bersama-sama strategi pemakaian *runway* “V” terbuka dapat dilihat pada Gambar 2.11a, dan Gambar 2.11b di bawah ini.



Gambar 2.11. *Runway* “V” Terbuka

Gambar 2.11a. Strategi yang menghasilkan kapasitas tertinggi apabila operasi penerbangan dilakukan menjauhi. Dalam kondisi IFR kapasitas perjam untuk strategi ini berkisar antara 60 – 70 operasi tergantung pada pesawat terbang dalam kondisi VFR antara 80 – 200.

Gambar 2.11b. Apabila operasi penerbangan dilakukan menuju kapasitas perjam berkurang menjadi 50 – 60 dalam kondisi IFR dan antara 50 – 100 dalam kondisi VFR.

Tabel 2.10. Kapasitas Operasi Penerbangan *Runway* “V” Terbuka Dalam Kondisi VFR dan IFR

Kondisi	Kapasitas Operasi Penerbangan / Jam	
	<i>Runway</i> (a)	<i>Runway</i> (b)
VFR	80 – 200	50 – 100
IFR	60 – 70	50 – 60

Sumber : Selintas Pelabuhan Udara, Akhmad Zainuddin, BE

2.4.2. Perbandingan Dari Berbagai Konfigurasi

Dengan telah diuraikannya bermacam-macam bentuk dari pada *runway*, maka kita sama-sama dapat mengambil perbandingannya. Di sini jelas bagi kita bahwa konfigurasi *runway* tunggal baik dari segi kapasitas maupun dari cara pengaturan lalu lintas penerbangan jauh lebih efisien dan paling disukai.

Operasi dari dua arah akan menghasilkan kapasitas yang sama serta pengaturan yang sama, konfigurasi ini menghasilkan kapasitas terbanyak bila dibandingkan dengan konfigurasi lainnya.

Bagi pengaturan lalu lintas udara mengarahkan pesawat terbang dengan arah tunggal jauh lebih sederhana dari pada banyak arah. Jika kita perbandingan konfigurasi *diverge*, *runway* “V” terbuka lebih disukai dari pada *runway* dengan konfigurasi *runway* berpotongan. Karena pada *runway* “V” terbuka strategi operasinya dengan rute pesawat membuka “V” menghasilkan kapasitas lebih banyak dari pada operasi dengan konfigurasi *runway* persilangan.

Bila kita hendak merancang dan merencanakan *runway* perpotongan itu tidak bisa dihindarkan, maka diusahakan berpotongan sedekat mungkin. Dan mengoperasikan pesawat dengan menjauhi perpotongan dari pada sebaliknya.

2.5. Pengukuran Angin

Dalam proses pengukuran angin ada beberapa parameter yang harus diperhatikan dari angin tersebut :

1. Besar Dari Contoh Udara/Angin

Besar dari contoh udara/angin adalah besar partikel di dalam udara/angin, besar tekanan *gradient* (naik turunnya tekanan) dari udara/angin yang nantinya digunakan untuk menyusun *isobar* pada peta cuaca.

2. Kecepatan Angin

Untuk mengetahui kecepatan angin dipakai *anemometer*. Kecepatan angin dapat diramal (diestimasi) dengan memakai skala Beaufort. Skala Beaufort disusun dari 0 sampai dengan 12 (lihat Tabel 2.11 di bawah ini).

Tabel 2.11. Daftar Skala Beaufort

Nilai	Kecepatan Angin (knot)	Kecepatan Angin (mil/jam)	Kecepatan Angin (km/jam)
Lemah	0	1 mil/jam	1,6 km/jam
	1	6,3 mil/jam	10 km/jam
	2	12,5 mil/jam	20 km/jam
	3	18,8 mil/jam	30 km/jam
Sedang	4	25,0 mil/jam	40 km/jam
	5	31,3 mil/jam	50 km/jam
	6	37,5 mil/jam	60 km/jam
Kuat	7	43,8 mil/jam	70 km/jam
	8	50 mil/jam	80 km/jam
	9	56,3 mil/jam	90 km/jam
Sangat Kuat	10	62,5 mil/jam	100 km/jam
	11	68,8 mil/jam	110 km/jam
	12	75 mil/jam	120 km/jam

Sumber : Fisika Lingkungan, J.F. Gilbert

3. Asal Gerakan Angin

Biasanya alat *Anemometer* dilengkapi dengan baling-baling angin dan panah. Ujung panah berada di atas baling-baling angin ini merupakan petunjuk arah datangnya angin.

4. Arah Datangnya Angin

Arah datangnya angin dapat dilukiskan seperti kompas dengan angka 8,16,32 mulai titik Utara dan bergerak sesuai dengan arah jarum jam atau dengan memakai derajat mulai titik Utara dan bergerak sesuai dengan jarum jam.

5. *Wind Rose*

Wind Rose merupakan suatu diagram yang dapat memberi informasi arah dan kecepatan angin pada suatu daerah yang istimewa.

6. Tenaga Angin

Angin mempunyai kecepatan, massa, dengan demikian angin mempunyai tenaga. Energi tenaga kinetis angin $= \frac{1}{2} mv^2$. Besar tenaga angin secara menyeluruh 10^{14} KW, energi kinetis angin sebesar 10^{17} KWH (1 KWH = $3,60 \times 10^6$ joule).

2.6. Analisa Angin

Analisa angin adalah dasar bagi perencanaan lapangan terbang, sebagai pedoman pokok penentuan landasan pada sebuah lapangan terbang. Arahnya harus sedemikian hingga searah dengan "*Prevailling Wind*" (arah angin dominan).

Ketika mengadakan pendaratan dan lepas landas, pesawat dapat mengadakan manuver sejauh komponen angin samping (*Cross Wind*) tidak berlebihan.

Maximum Cross Wind yang diizinkan tergantung bukan saja kepada ukuran pesawat, tetapi juga kepada konfigurasi sayap dan perkerasan landasan. Pesawat transport dapat membuat manuver pada *Cross Wind* secepat 30 knots,

tetapi tentu sangat sukar melakukannya bila betul-betul *Cross Wind* 30 knots. Maka harga yang paling rendah dipakai untuk merancang lapangan terbang.

Persyaratan FAA untuk *Cross Wind* untuk semua lapangan terbang kecuali *utility*, landasan harus mengarah sehingga pesawat dapat mendarat paling sedikit 95% dari waktu dengan komponen *Cross Wind* tidak melebihi 13 knots (15 mph).

Sedangkan untuk lapangan terbang *utility*, komponen *Cross Wind* diperkecil menjadi 10 knots (11.5 mph). ICAO juga menentukan bahwa landasan pacu harus diorientasi sehingga pesawat dapat mendarat atau lepas landas paling sedikit 95% dari waktu dengan komponen *Cross Wind* tidak melebihi :

1. 37 km/jam (20 knots) dengan *Aeroplane Reference Field Length* (ARFL) 1.500 m atau lebih kecuali bila landasan mempunyai daya pengereman yang jelek yaitu dari pengalaman berkali-kali mendapatkan koefisien gesek memanjang tidak cukup baik
2. 224 km/jam (13 knots) dengan *Aeroplane Reference Field Length* (ARFL) antara 1.200 – 1499 m
3. 19 km/jam (10 knots) dengan *Aeroplane Reference Field Length* (ARFL) kurang dari 1.200 m.

Sesudah dipilih komponen *Cross Wind Maximum* yang diizinkan, arah landasan yang paling memenuhi syarat bisa ditentukan dengan mengadakan penghitungan dari karakter angin dari kondisi-kondisi di bawah ini :

- a. Seluruh liputan angin tanpa mengindahkan pengaruh jarak pandangan atau tingginya awan (*Cloud Ceiling*)

- b. Kondisi angin ketika tinggi awan antara 200 feet dan 1000 feet dan atau jarak penglihatan antara 1 mil sampai dengan 3 mil.

Pengaruh pertama adalah keadaan jarak penglihatan mulai dari sangat baik sampai dengan sangat buruk, berikutnya harus diperhatikan tingkat kejelekan dari jarak penglihatan yang membutuhkan instrumen untuk pendaratan.

Itulah sebabnya kita harus tahu tegangan angin apabila jarak penglihatan merupakan pembatasan. Umumnya bila jarak penglihatan untuk *approach* $\frac{1}{2}$ mil dan tinggi awan (*Ceilling*) sekitar 200 feet, akan bertiup angin lemah, jarak penglihatan bisa berkurang oleh kabut dan asap atau *Smog* (*Smoke + Fog*) – campuran kabut dan asap.

Bila jarak penglihatan sangat ekstrem jeleknya, awan seolah-olah menutup bumi, sehingga tidak bisa diketahui batas tinggi awan (*Ceilling*), keadaan demikian karena kabut, asap yang sangat rendah menempel di bumi. Patokan “95 %” yang dianjurkan oleh FAA dan ICAO berlaku bagi seluruh kondisi cuaca, walupun begitu, adalah tetap berguna untuk meneliti bagian-bagian data apabila mungkin. Data-data cuaca, angin bisa didapat dari Badan Meteorologi dan Geofisika, badan ini mencatat data cuaca yang ada hubungannya dengan dunia penerbangan di stasiun pelabuhan udara.

Bagi daerah yang tidak ada pelabuhan udara, padahal kita memerlukan data untuk lapangan terbang baru, bisa didapat hubungannya dengan dunia pertanian, kita tinggal memilih data mana yang perlu untuk penerbangan.

Arah landasan bisa dihitung berdasar pada data arah angin, berikut ini diberi data angin yang akan kita jabarkan untuk menghitung arah landasan pada Tabel 2.12.

Dari data Tabel 2.12 kita buat “Wind Rose” (lihat gambar 2.12). Prosentase angin yang berkaitan dengan arah yang bisa memenuhi persyaratan 95% (dari waktu) dengan berbagai kecepatan diberi tanda arsiran, seperti pada sektor yang diarsir dari *Wind Rose*.

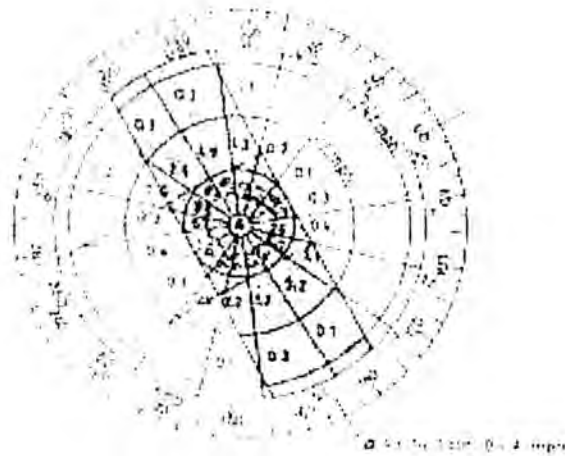
Dari daerah yang diarsir lihat 3 garis paralel, satu sumbu melalui pusat lingkaran, dua batas kanan kiri. Garis melalui pusat lingkaran adalah sumbu landasan yang direncanakan, garis batas kanan kiri menunjukkan batas kecepatan 15 mph (13 knots), adalah komponen *Cross Wind* yang diizinkan. Bagaimana mendapatkan arah landasan sesuai dengan syarat ICAO.

Dengan batas lingkaran 13 knots, putar daerah yang diarsir dengan pusat lingkaran sebagai sumbu, dari tiap kedudukan perputaran, hitung prosentase waktu dari tiupan angin.

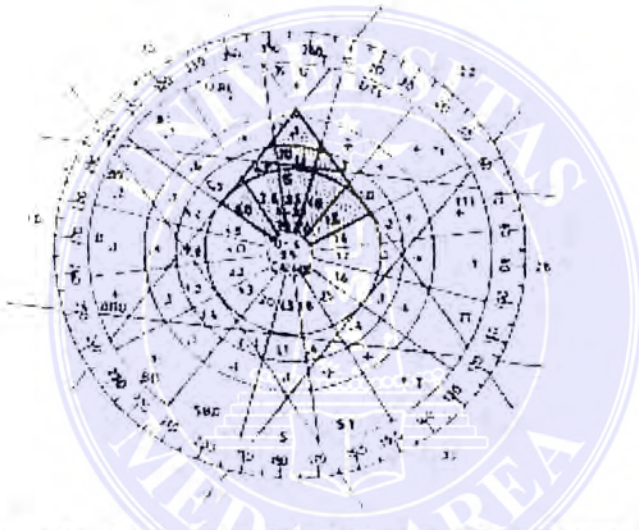
Tabel 2.12. Menghitung Arah Landasan

Arah Angin	Persentase Angin			
	4 - 15 mil/jam	15 - 31 mil/jam	31 - 47 mil/jam	Total
Utara	4.8	1.3	0.1	6.2
Utara Timur Laut	3.7	0.8	...	4.5
Timur Laut	1.5	0.1	...	1.6
Timur Timur Laut	2.3	0.3	...	2.6
Timur	2.4	0.4	...	2.8
Timur Tenggara	5	1.1	...	6.1
Tenggara	6.4	3.2	0.1	9.7
Selatan Tenggara	7.3	7.7	0.3	15.3
Selatan	4.4	2.2	0.1	6.7
Selatan Barat Daya	2.6	0.9	...	3.5
Barat Daya	1.6	0.1	...	1.7
Barat Barat Daya	3.1	0.4	...	3.5
Barat	1.9	0.3	...	2.2
Barat Barat Laut	5.8	2.6	0.2	8.6
Barat Laut	4.8	2.4	0.2	7.4
Utara Barat Laut	7.8	4.9	0.3	13
Angin Pelan (0 - 4 mil/jam)				4.6
Total				100%

Sumber : Perencanaan dan Perancangan Bandar Udara (Erlangga 1993)



Gambar 2.12. WIND ROSE



Gambar 2.13. WIND ROSE Menghasilkan Operasi Simultan Dua Arah Landasan

Putar dan hitung sampai didapat harga *maximum*. Apabila satu garis batas luar memotong segmen tadi dengan pembulatan ke atas sebesar 0.1%. Prosedur ini masih memberikan hasil dengan ketepatan yang baik. Langkah berikutnya, bacalah arah mata angin lingkaran terluar dari *Wind Rose*, yang dipotong oleh sumbu landasan yaitu garis di tengah dari arsiran yang melalui pusat lingkaran, inilah arah landasan.

Data daerah angin biasanya ditunjukkan dengan Utara sebenarnya (*True North*), padahal yang dipakai dalam penerbangan adalah Utara magnetis, maka perlu diadakan penyesuaian, lihat kembali gambar 2.12 tampak bahwa landasan dengan arah $150^{\circ} - 330^{\circ}$ (Selatan 30° Timur sebenarnya), memberikan operasi 95% dari waktu, mempunyai komponen *Cross Wind* tidak lebih dari 13 knots (15 mph).

Bila lokasinya datar, maka data angin bisa dianggap sama dengan rencana lokasi lapangan terbang. Akan tetapi terainnya berbukit-bukit, arus angin sering ditentukan oleh bentuk topografinya, dalam keadaan demikian jangan dipakai data angin dari Stasiun Meteo lain yang jauh, ini menyesatkan dan membahayakan. Dalam keadaan ini harus dipelajari karakteristik angin dari beberapa stasiun sekitarnya serta ditanyakan kelakuan angin kepada penduduk setempat.

Wind Rose juga merupakan alat yang bisa digunakan untuk memperkirakan kapasitas landasan. Kita ingin tahu berapa persen dari waktu selama satu tahun, dua landasan dapat dipakai secara simultan, dengan komponen *Cross Wind* tidak melebihi 15 mi/jam. Ada dua landasan yang saling berpotongan dengan nomor landasan (juga arah) 4 dan 33.

Satu landasan mempunyai arah 40° ke Timur dari Utara (magnetis) dan arah landasan satunya 330° ke Barat dari Utara (dengan nomor landasan 33) gambar yang diarsir pada Gambar 2.13 menunjukkan prosentase waktu dimana dua arah landasan bisa dipakai secara *Simultan*, dalam contoh ini 29.2% dari waktu. Dalam hal ini dipakai anggapan bahwa penggunaan landasan tidak mengizinkan adanya angin buritan.

BAB III

HAL YANG MEMPENGARUHI LETAK DAN ARAH RUNWAY

LAPANGAN TERBANG DR.F.L. TOBING

3.1. Umum

Sebuah lapangan terbang dalam kegiatan sangat luas yang mempunyai kebutuhan yang penting bagi kelancaran lalu-lintas penerbangan. Dalam merencanakan letak dan arah *runway* lapangan terbang DR.F.L. Tobing untuk melakukan pekerjaan sangat teliti. Karakteristik pesawat terbang salah satu hal yang sangat menentukan dalam melakukan lapangan terbang yang telah tersedia.

Lapangan terbang akan dipengaruhi antara lain yaitu : pemilihan lokasi lapangan terbang, panjang landasan, temperatur, angin permukaan, kemiringan *runway*, ketinggian *runway*, kondisi permukaan *runway*, menentukan arah landasan pacu dan pemberian nomor landasan pacu merupakan suatu pendekatan pada karakteristik pesawat terbang.

3.2. Pemilihan Lokasi Lapangan Terbang (*Airport Site Selection*)

Dalam menentukan pilihan terhadap lokasi letak dan arah *runway* lapangan terbang DR.F.L. Tobing harus diperhatikan beberapa faktor, yaitu :

1. Tipe pengembangan lingkungan sekitar
2. Kondisi atmosfer
3. Kemudahan untuk mendapatkan transport darat
4. Ketersediaan lahan untuk pengembangan/perluasan
5. Adanya lapangan terbang lainnya
6. Halangan sekeliling (*Surrounding Obstruction*)

3.2.1. Tipe Pengembangan Lingkungan Sekitar

Hal ini merupakan faktor yang sangat penting untuk menentukan letak *runway* lapangan terbang DR.F.L. Tobing dan kegiatan-kegiatan bandar udara, terutama ditinjau dari kebisingan. Seringkali penduduk di sekitar bandar udara tersebut merasa tidak nyaman. Maka lokasi bandar udara yang berdekatan dengan daerah pemukiman dan sekolah sedapat mungkin harus dihindarkan dari lingkungan masyarakat. Oleh sebab itu bandar udara mempunyai prinsip-prinsip dan kebijakan-kebijakan yang sama yang mengatur unsur-unsur lainnya dari rencana pengembangan lingkungan harus dikoordinasikan dengan yang sudah ada, maupun yang akan dikembangkan. Harus disediakan di antara landasan pacu, landas-hubung, apron dan seterusnya dan batas-batas bandar udara, agar tidak mengganggu kegiatan-kegiatan bandar udara dalam melakukan penerbangan.

Kebisingan merupakan faktor yang sangat penting supaya tidak terganggunya masyarakat sekitarnya. Maka FAA telah menetapkan pola-pola penerbangan tertentu untuk mengurangi kebisingan. Peraturan-peraturan berskala nasional juga telah dirumuskan. Pabrik-pabrik mesin dan pesawat terbang sudah menyadari masalah ini sedang dilakukan usaha untuk mengurangi kebisingan yang sesuai dengan biaya operasi dan keselamatan penerbangan.

3.2.2. Kondisi Atmosfir

Dalam menentukan lapangan terbang DR.F.L. Tobing harus mengetahui situasi lokasi tersebut seperti adanya kabut dan asap kebakaran mengurangi jarak pandang dan akan menurunkan kapasitas lalu lintas udara dari suatu bandar udara, karena kapasitas apabila jarak pandang buruk adalah kecil dari pada apabila jarak

pandang yang baik. Kabut mempunyai kecenderungan untuk diam dalam daerah-daerah yang anginnya lemah. Kekurangan angin dapat disebabkan oleh topografi di sekitarnya. Demikian juga asap terdapat di sekitar daerah-daerah industri besar. Penelitian tentang kondisi-kondisi lokasi tertentu seperti juga halnya yang dirinci dari catatan tentang cuaca yang ada, harus dilakukan untuk seluruh potensial, harus dibuat untuk menjamin bahwa lokasi yang dipilih mempunyai karakteristik yang memenuhi kebutuhan-kebutuhan penerbangan.

3.2.3. Kemudahan Untuk Mendapatkan Transport

Waktu yang dibutuhkan keluar dari tempat penumpang berangkat ke pelabuhan udara, merupakan hal yang perlu dipelajari. Di kota-kota besar waktu di darat lebih lama dari pada di udara dalam suatu perjalanan. Jalan macet, mencari tempat parkir, lapor berangkat, menunggu naik pesawat, lebih lama dari perjalanan suatu pelabuhan udara ke pelabuhan udara lain.

Sampai suatu titik perkembangan tertentu penggunaan mobil pribadi, angkutan umum dan taxi dari pelabuhan udara masih bisa ditampung oleh jalan masuk dan tempat parkir pelabuhan udara, tetapi sesudah titik itu dilewati perlu dipikirkan transportasi darat massal dari lapangan terbang ke pusat kota. Transportasi massal misalnya kereta api, *cable car*, bus-bus dengan *route* pelabuhan udara ke pusat kota, bolak-balik (*Commuter Transport*).

3.2.4. Ketersediaan Lahan Untuk Pengembangan

Dalam perkembangan angkutan udara untuk lapangan terbang, angkutan barang tentu akan menyebabkan pelabuhan-pelabuhan udara juga harus

menyesuaikan dengan permintaan, landasan pacu diperpanjang, *taxiway* diperlebar dan ditambah, *apron* diperluas, tempat parkir kendaraan diperluas, bangunan terminal diperluas. Semua tentu memerlukan tanah untuk pengembangan, baik untuk memperluas fasilitas yang telah ada, maupun membangun fasilitas baru yang dibutuhkan.

3.2.5. Adanya Lapangan Terbang Yang Lainnya

Lapangan terbang harus mempunyai jarak yang cukup jauh satu sama lain, untuk memberikan ruang lingkup yang cukup untuk manuver saat akan mendarat pada satu lapangan terbang dan gangguan gerakan naik/turun pesawat di lapangan terbang lainnya. Jarak minimum antar pelabuhan udara dan tipe lalu-lintas serta apakah pelabuhan udara itu mempunyai perlengkapan operasi lapangan terbang dengan kondisi jarak pandang yang buruk, *Instrument Flight Rule (IFR)*.

Dalam kondisi jarak pandang buruk, manuver pesawat di udara sangat berbelit dan hampir-hampir tanpa batasan. Sebaliknya pada pelabuhan udara berinstrument, kondisi penerbangan diatur oleh pengatur lalu lintas udara (PLLU) melalui radar, diadakan pemisahan horizontal dan vertikal antar pesawat, dituntun satu persatu untuk mendarat di landas pacu.

Jarak pelabuhan udara yang terlalu dekat, bukannya meningkatkan kapasitas landasan untuk mendarat, pesawat bahkan akan saling merintang, bahkan bila pelabuhan udara itu mempunyai instrument sekalipun akan saling berkurang kapasitasnya.

3.2.6. Halangan Sekeliling (*Surrounding Obstruction*)

Tapak Bandar udara DR.F.L. Tobing Pinangsori harus dipilih sedemikian sehingga bila diadakan pengembangan bandar udara tersebut tidak ada halangan, atau apabila ada, halangan itu dapat dihilangkan. Bandar udara harus dilindungi dengan peraturan yang ketat dan pembatasan tinggi di dalam daerah putar bandar udara dan daerah yang segaris dengan landasan pacu. Pembelian lahan untuk melindungi jalur-jalur masuk mungkin tidak ekonomis. Oleh karenanya, penetapan daerah yang terkena batasan tinggi harus segera ditetapkan setelah tapak pelabuhan udara ditentukan.

Pembebasan yang dibutuhkan untuk daerah pendekatan ke landasan pacu dan dalam daerah manuver langsung di atas dan yang berdekatan dengan bandar udara dijelaskan dengan rinci oleh FAA dalam FAR Bagian 77 [34] dan oleh ICAO dalam Lampiran 14 [30]. Benda yang menjulur di atas permukaan imajiner yang ditetapkan dalam dua acuan tersebut dianggap sebagai halangan terhadap navigasi udara. Apabila perencana menemukan halangan terhadap navigasi udara, badan pemerintah yang bersangkutan harus dihubungi sehingga suatu penelitian *Aeronnotika* khusus dapat dijalankan untuk menentukan apakah dapat dikeluarkan surat pernyataan pembebasan tanpa menurunkan faktor keselamatan.

3.3. Panjang Landasan Pacu

Dalam merencanakan panjang landasan pacu DR.F.L. Tobing tergantung pada besar kecilnya pesawat yang melakukan penerbangan tanpa henti secara teratur yang dilayani bandar udara. Dalam merencanakan landasan pacu pada lapangan terbang DR.F.L. Tobing Pinangsori.

Kemampuan pesawat terbang untuk beroperasi guna menentukan dan merencanakan panjang landasan pacu pada lapangan terbang sebagai berikut :

1. Elevasi lapangan terbang

Panjang *runway* didapat dari ketinggian di atas permukaan air laut

2. Temperatur

Temperatur lapangan terbang di Bandar Udara DR.F.L. Tobing digunakan 29° atau $84,2^{\circ}\text{F}$ di atas permukaan laut diperoleh dari Badan Meteorologi dan Geofisika Pinangsori – Sibolga.

3. Data berat lepas landas yang dipergunakan dalam pemakaian, diambil harga yang terkecil dari dua hitungan antara lain :

- a. Berat bahan bakar ketika sedang *take off* ditambah *pay load* dan BBM yang dibutuhkan untuk penerbangan.
- b. *Maximum Landing Structure Weight* ditambah *pay load* dan BBM untuk *take off* ke lapangan terbang.

4. Jarak (*Distance*)

Jarak yang ditempuh pada pesawat terbang dari satu lapangan terbang yang lainnya dengan *maximum pay load* dan minimum berat BBM dibutuhkan untuk jarak pada saat penerbangan.

3.4. Temperatur

Temperatur di lapangan terbang masing-masing lokasi tidak sama, maka oleh karena itu masalah temperatur ini mempengaruhi sekali dalam menentukan panjang *runway* yang dibutuhkan. Karena makin tinggi temperatur maka makin kecil kekuatan mendesak pesawat terbang yang bergerak pada *runway*.

Temperatur untuk menentukan panjang pendeknya *runway* di Bandar Udara DR.F.L. Tobing yang di atas permukaan laut sebesar 29 °C atau 84,2 °F.

Menurut ICAO panjang *runway* harus dikoreksi terhadap kenaikan temperatur sebesar 1 %, maka untuk setiap kenaikan 1 °C atau 0,56 % dari tiap 1 °F, sedangkan untuk kenaikan 1.000 m dari muka laut rata-rata temperatur turun 6,5 °C atau kira-kira setiap kenaikan 1.000 ft temperatur berkurang 3,566 °F.

Dengan berdasarkan ketentuan ICAO merekomendir perhitungan koreksi temperatur :

$$F_t = 1 + 0,01 (T - (15 - 0,0056 h) \text{ Metric} \dots\dots\dots (3.1)$$

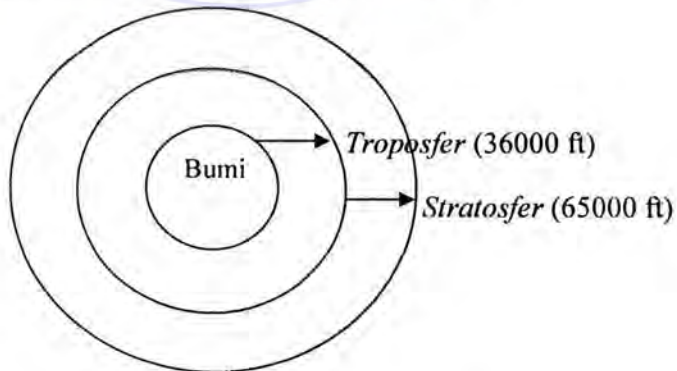
$$F_t = 1 + 0,0056 (T - (59 - 0,0036 h) \text{ Imperial} \dots\dots\dots (3.2)$$

Dimana : Ft = Faktor koreksi temperatur

T = *Aerodrome Reference Temperature* dan h = *Aerodrome Elevasi*

Menurut ICAO (*International Civil Aviation Organisation*) atmosfer dapat dibagi sebagai berikut :

1. Troposfer adalah Atmosfer dari permukaan laut 0,000 sampai dengan ketinggian 36000 ft.
2. Stratosfer adalah Atmosfer di atas elevasi 65000 ft.



Gambar 3.1. Pesawat Terbang Terhadap Lapisan

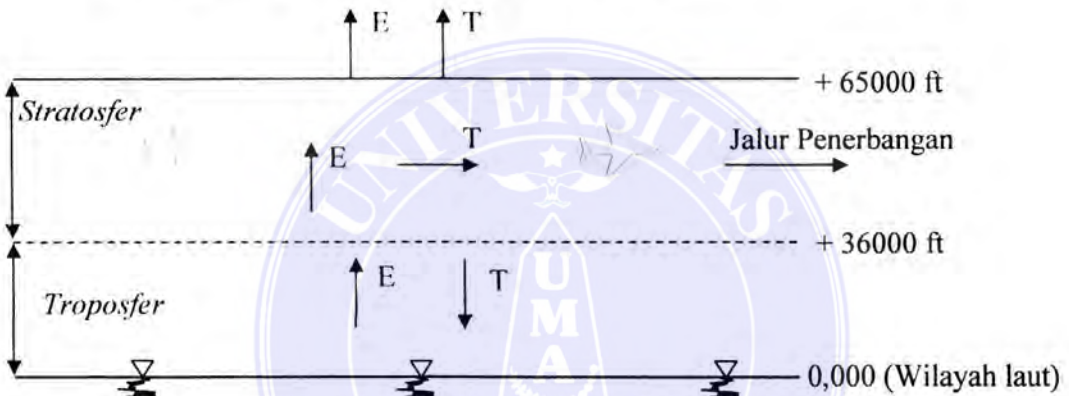
Sifat-sifat udara pada lapisan Atmosfer :

Pada lapisan *Troposfer* :

- a. Mulai dari muka laut 0,000 sampai dengan 36000 ft, semakin tinggi elevasinya, temperaturnya semakin kecil
- b. Dari 36000 ft sampai dengan 65000 ft, semakin tinggi elevasinya, temperaturnya konstan.

Pada lapisan *Stratosfer* :

- a. Makin tinggi elevasi, temperatur semakin besar



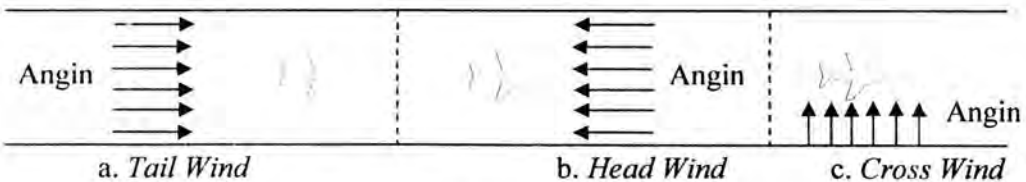
Keterangan : E = Elevasi ; T = Temperatur

Gambar 3.2. Pesawat Terbang Pada Saat di Udara

3.5. Angin Permukaan (*Surface of Wind*)

Kedaaan angin dalam perencanaan lapangan terbang sangat diperhatikan.

Gambar 3.3 merupakan pembagian angin dalam 3 keadaaan :



Gambar 3.3. Keadaan Angin

Penjelasan Gambar 3.3 Keadaan Angin :

Keadaan a. Angin buritan (*tail wind*) adalah dimana arah angin searah dengan arah pesawat terbang hal ini akan mengakibatkan perpanjangan *runway* lapangan terbang yang dibutuhkan.

Keadaan b. Angin haluan (*head wind*) adalah keadaan arah angin berlawanan dengan arah pesawat dan hal ini akan mengakibatkan pendeknya *runway* lapangan terbang yang dibutuhkan.

Keadaan c. Angin persilangan (*cross wind*) adalah arah angin tegak lurus terhadap *runway* dimana dalam hal ini tidak dipakai untuk perencanaan *runway* lapangan terbang.

Dalam menentukan arah dari runway ditentukan oleh arah angin dengan kecepatan terbesar. Keadaan buritan dan angin haluan untuk lapangan terbang *single runway* tidak merupakan suatu permasalahan, angin haluan bisa dibuat menjadi angin buritan. Tetapi apabila konfigurasi dasar dari *runway* berbentuk bersilangan maka tidak dapat angin haluan atau angin buritan dibuat sama, dengan demikian maka kecepatan angin dan pesawat sangat mempengaruhi panjang *runway*. Angin buritan yang diizinkan bertiup dengan kekuatan 10 knot. Untuk perencanaan terbang diinginkan angin lemah itu lebih baik.

3.6. Kemiringan Landasan Pacu (*Runway Gradient*)

Kemiringan dapat mempengaruhi panjang dan pendek *runway*. Kemiringan ke atas/tanjakan akan menyebabkan tuntutan *runway* yang lebih panjang jika dibandingkan dengan *runway* yang keadaannya datar. Sedangkan

runway yang permukaannya menurun juga mempengaruhi panjang *runway*, dimana keadaannya akan menjadi lebih pendek.

Adapun hubungan kemiringan dan penambahan panjang pendek *runway* mendekati, sebagai perbandingan panjang landasan untuk *runway* yang melayani jenis pesawat turbo jet maka tiap 1 % dari kemiringan akan menuntut 7 – 10 % penambahan panjang *runway*.

3.7. Ketinggian Lapangan Terbang

Jika suatu lapangan terbang letaknya semakin tinggi dari permukaan laut maka temperatur lebih kecil, sehingga pada landasan pacu membutuhkan *runway* yang lebih panjang. Makin tinggi letak *runway* dari permukaan laut maka diperlukan *runway* yang lebih panjang.

Di sini kembali rekomendasi dari ICAO, bahwa ARFL bertambah sebesar 7 % setiap kenaikan 300 m atau 1000 feet dihitung dari ketinggian muka air laut. Maka rumus menentukannya adalah :

$$Fe = 1 + 0,07 \frac{h}{300} \text{ Metric} \dots\dots\dots (3.3)$$

$$Fe = 1 + 0,07 \frac{h}{1000} \text{ Imperial} \dots\dots\dots (3.4)$$

Dimana : h = *Aerodrome* elevasi

Fe = Faktor koreksi elevasi

3.8. Kondisi Permukaan Landasan Pacu

Adanya genangan air di permukaan *runway* sangat dihindarkan sekali karena dapat membahayakan operasi pesawat. Genangan air menghasilkan

permukaan yang sangat licin bagi roda pesawat yang dapat membuat daya pengereman sangat jelek dan menyebabkan *runway* lebih panjang.

Dengan adanya genangan-genangan air di permukaan *runway* tadi akan menyebabkan percikan air yang dapat membahayakan bagian mesin pesawat. Genangan air yang terdapat pada permukaan *runway* harus dibersihkan sebelum roda pesawat menyentuh landasan *runway*. Ini akan menyebabkan penundaan memperlambat dan mengurangi gaya penahan terutama saat memulai lepas landas.

Penundaan gaya penahan dapat begitu besar sehingga kecepatan untuk lepas landas belum didapat padahal ujung landasan *runway* hampir tercapai *full stop* mengingat bahaya genangan air. Menurut FAA (*Federal Aviation Administration*), menyatakan operasi pesawat terbang dibatasi sampai genangan air maksimum setinggi 1,27 cm, juga pesawat terbang dikurangi berat lepas landasnya, untuk menghindari kecelakaan, maka dapat diperhatikan genangan air setebal 0,6 – 1,27 cm. Oleh karena itu drainase lapangan terbang harus dibuat baik untuk membuang air di permukaan *runway*.

3.9. Menentukan Arah Landasan Pacu (*Runway*)

Dalam melakukan penerbangan untuk mendarat dan lepas landas sangat dipengaruhi oleh arah dari *runway*.

Arah *runway* berdasarkan arah angin yang dominan (*wind coverage*), merupakan gerakan dari pesawat terbang ketika mendarat dan lepas landas, oleh karena itu dalam penentuan arah *runway* lapangan terbang di dalam tugas akhir ini telah mengadakan survey dan pengambilan data arah dan kecepatan angin dalam

11 jam diamati 10 menit sekali selama 7 hari di Stasiun Meteorologi dan Geofisika Pinangsori – Sibolga.

Lamanya angin berhembus dapat mempengaruhi *runway*, persentase kecepatan angin dapat dimasukkan ke dalam diagram *wind rose*, sedangkan diagram *wind rose* terdiri dari lingkaran persentase dari angin waktu berhembus dengan kecepatan tertentu.

Arah *runway* yang paling memenuhi syarat bisa ditentukan berdasarkan perhitungan dari karakter angin dan kondisi di bawah ini:

- a. Arah angin dapat berpengaruh terhadap jarak pandang dan tinggi awan
- b. Keadaan angin sewaktu awan antara 2000 ft dan 1000 ft atau jarak pandang 1 mil – 3 mil.

Cara menentukan arah *runway* dengan menggunakan diagram *wind rose* sebagai berikut :

1. Harus didapat data arah dan kecepatan angin pada lokasi tersebut yang akan direncanakan ataupun yang menjadi tempat study kasus. Data dapat menunjukkan segala arah dari pada angin dan kecepatannya dan juga waktunya
2. Setelah dimasukkan data-data yang sesuai dengan arah dan kecepatannya ke dalam diagram *wind rose*, maka arah putaran yang ditinjau dihitung besarnya sampai diperoleh arah angin yang dominan.
3. Arah yang dapat menunjukkan arah angin yang dominan dan memenuhi persyaratan pada waktu penerbangan untuk lepas landas dan mendarat sebagai

arah yang dipilih dan dapat dilihat pada diagram arah mata angin dimana letak arah *runway* yang dimaksud untuk perencanaan.

3.10. Pemberian Nomor Landasan Pacu (*Runway*)

Pemberian nomor pada *runway* di setiap ujung-ujung landasan sangat membantu lancarnya jalur penerbangan pada lapangan terbang. Biasanya pemberian nomor di ujung *runway* terdiri dari dua. Sedangkan pada *runway* yang sejajar harus dilengkapi dengan huruf “ L “ atau “ R “ atau “ C “. Dapat dilihat ketika pesawat terbang sedang mendarat dan lepas landas. Misalkan arah *runway* yang diperoleh arah angin yang dominan dengan arah ke Timur – Barat dan azimut $90^0 - 270^0$.

Namun *runway* ini diletakkan berlawanan dengan azimut, seperti *runway* yang mempunyai arah Barat – Timur yang mana azimut Barat 270^0 dan azimut Timur 90^0 . Maka pada ujung Timur *runway* ditempatkan nomor “ 27 “ sedangkan di Barat nomor “ 09 “. Untuk *runway* yang sejajar diberikan nomor 09 – 27.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Guna mengakhiri penulisan tugas akhir ini maka dapat ditarik kesimpulan berdasarkan hasil yang diperoleh dari analisa angin dan persentase *Wind Coverage* dalam penentuan letak dan arah *runway* lapangan terbang DR.F.L. Tobing Pinangsori sebagai berikut :

1. Dari analisa yang telah dilakukan untuk menentukan arah *runway* telah diperoleh arah angin yang dominan mencapai 99,89% dengan posisi Tenggara-Barat Laut dengan azimut $140^0 - 320^0$.
2. Dalam penerbangan dengan posisi arah $140^0 - 320^0$, maka diperoleh nomor *runway* 14 – 32 dan penempatan nomor adalah untuk ujung landasan pacu sebelah Tenggara digunakan nomor landasan pacu “32” sedangkan untuk ujung landasan pacu sebelah Barat Laut digunakan nomor landasan pacu “14”.
3. Arah angin yang paling dominan yang diperoleh adalah azimuth $140^0 - 320^0$ dengan nomor *runway* 14 – 32 (Tenggara – Barat Laut) sedangkan yang berlaku di Bandar udara DR.F.L. Tobing Pinangsori adalah $120^0 - 320^0$ dengan nomor *runway* 12 – 30 (Selatan Tenggara – Barat Barat Laut).
4. Terjadi perbedaan hasil (14 – 32) yang diperoleh dengan yang telah ada (12 – 30), ini disebabkan karena : Waktu penelitian yang sangat singkat (1 minggu), dan peralatan yang dipergunakan yang masih manual sehingga hasil yang diperoleh tidak maksimal dan memungkinkan adanya kesalahan pada waktu pembacaan Arah dan Kecepatan angin.

5.2. Saran

1. Penomoran landasan pacu pada ujung-ujung landasan pacu supaya mempermudah pilot dalam melakukan pendekatan pada waktu mendarat.
2. Sebaiknya pihak Badan Meterologi dan Geofisika pinangsori memperbaiki alat pembaca digital arah dan kecepatan angin yang telah rusak. Supaya mendapatkan data yang lebih akurat yang mana nantinya data ini adalah masukan yang harus diberikan kepada petugas bandara setiap ada pesawat yang akan mendarat dan lepas landas.
3. Walaupun bandara DR.F.L. Tobing Pinangsori telah memenuhi syarat-syarat standarisasi sfesifikasi teknik bandara udara kelas IV pada umumnya namun diharapkan adanya peningkatan dari segi kualitas fasilitas bandara tersebut untuk pengembangan di masa yang akan datang dan untuk meningkatkan mutu layanan jasa penerbangan itu sendiri agar memperkecil resiko kecelakaan dan pemberian rasa nyaman bagi pemakai jasa layanan tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

1. Basuki Heru. Ir, "**Merancang Merencana Lapangan Terbang**", Penerbit Alumni, Bandung, 1985.
2. Departemen Perhubungan, Direktorat Jenderal Perhubungan Udara, "**Data dan Informasi Bandar Udara DR. F. L. Tobing Pinangori**", 2005.
3. Direktorat Jenderal Perhubungan Udara, Direktorat Pelabuhan Udara, "**Standardisasi Teknik Bandar Udara Kelas III, IV dan V**", Jakarta, 1986/1987.
4. Gilbert J.F, "**Fisika Lingkungan**", Penerbit HIPOKRATES, Jakarta, 2001.
5. Horonjeff Robert, Francis X. Mekelvey, "**Perencanaan dan Perancangan Bandar Udara & Design Of Airports**", Terjemahan oleh (Indonesia) Ir. Budianto Susanto, edisi ketiga, jilid I, Erlangga, Jakarta, 1988.
6. ICAO, Aerodrome-Manual DOS 7920-An/ 865 part 1 Air Craff Characteristik.
7. Shadani P.B, "**Airport Tecniques & IBH Publishing Co**", New Delhi, 1979.
8. Zainuddin Achmad, BE, "**Selintas Pelabuhan Udara**", Penerbit Ananda, Yogyakarta, 1986.