

DEPARTEMEN PERHUBUNGAN
DIREKTORAT JENDERAL PERHUBUNGAN UDARA

**KEPUTUSAN DIREKTUR JENDERAL PERHUBUNGAN UDARA
NOMOR : SKEP/113/VI/2002**

TENTANG

**KRITERIA PENEMPATAN FASILITAS
ELEKTRONIKA DAN LISTRIK PENERBANGAN**

DIREKTUR JENDERAL PERHUBUNGAN UDARA,

- Menimbang :**
- a. bahwa untuk beroperasinya secara optimal peralatan fasilitas elektronika dan listrik penerbangan perlu ditata penempatan peralatan tersebut ditinjau dari aspek teknis maupun dari aspek operasional;
 - b. bahwa sehubungan dengan hal sebagaimana dimaksud dalam huruf a, perlu ditetapkan ketentuan mengenai Kriteria Penempatan Fasilitas Elektronika dan Listrik Penerbangan dengan Keputusan Direktur Jenderal Perhubungan Udara;
- Mengingat :**
1. Undang-Undang Nomor 15 Tahun 1992 tentang Penerbangan (Lembaran Negara Tahun 1992 Nomor 53, Tambahan Lembaran Negara Nomor 3481);
 2. Peraturan Pemerintah Nomor 3 Tahun 2001 tentang Keamanan dan Keselamatan Penerbangan (Lembaran Negara Tahun 2001 Nomor 9, Tambahan Lembaran Negara Nomor 4075);
 3. Peraturan Pemerintah Nomor 70 Tahun 2001 tentang Kebandarudaraan (Lembaran Negara Tahun 2001 Nomor 128, Tambahan Lembaran Negara Nomor 4146);
 4. Keputusan Presiden Nomor 102 Tahun 2001 tentang Kedudukan, Tugas, Fungsi, Kewenangan, Susunan Organisasi dan Tata Kerja Departemen;
 5. Keputusan Presiden Nomor 109 Tahun 2001 tentang Unit Organisasi dan Tugas Eselon I Departemen;

6. Keputusan Menteri Perhubungan Nomor T.11/2/4-U Tahun 1960 tentang Peraturan-Peraturan Keselamatan Penerbangan Sipil sebagaimana telah diubah terakhir dengan Keputusan Menteri Perhubungan Nomor KM. 22 Tahun 2002;
7. Keputusan Menteri Perhubungan Nomor KM. 24 Tahun 2001 tentang Struktur Organisasi dan Tata Kerja Departemen Perhubungan sebagaimana telah diubah terakhir dengan Keputusan Menteri Perhubungan Nomor KM 45 Tahun 2001;

MEMUTUSKAN :

Menetapkan : KEPUTUSAN DIREKTUR JENDERAL PERHUBUNGAN UDARA TENTANG KRITERIA PENEMPATAN FASILITAS ELEKTRONIKA DAN LISTRIK PENERBANGAN.

PERTAMA : Setiap penyelenggara bandar udara harus menempatkan fasilitas elektronika dan listrik penerbangan sesuai dengan kriteria penempatan fasilitas elektronika dan listrik penerbangan sebagaimana termuat dalam Lampiran Keputusan ini.

KEDUA : Fasilitas elektronika dan listrik penerbangan sebagaimana dimaksud dalam DIKTUM PERTAMA, meliputi:

a. komunikasi penerbangan terdiri dari:

1. VHF A/G ;
2. VHF-ER.

b. navigasi dan pengamatan penerbangan terdiri dari:

1. NDB ;
2. VOR;
3. DME;
4. RADAR ATC.

c. peralatan bantu pendaratan terdiri dari :

1. ILS;
2. PAPI/APAPI.

KETIGA : Keputusan ini mulai berlaku pada tanggal ditetapkan.

Ditetapkan di : Jakarta
Pada Tanggal : 12 JUNI..... 2002

DIREKTUR JENDERAL PERHUBUNGAN UDARA

ttd

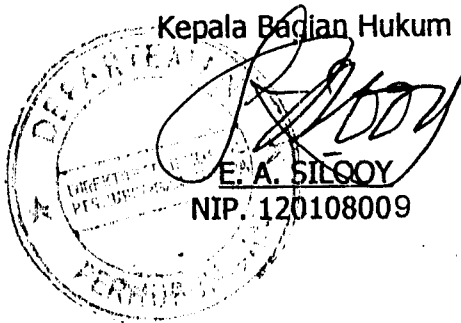
SOENARYO Y.
NIP. 120038217

SALINAN Keputusan ini disampaikan kepada Yth. :

1. Menteri Perhubungan ;
2. Sekretaris Jenderal Departemen Perhubungan;
3. Inspektur Jenderal Departemen Perhubungan;
4. Sekretaris Direktorat Jenderal Perhubungan Udara;
5. Para Direktur di lingkungan Direktorat Jenderal Perhubungan Udara;
6. Para Kepala Dinas Perhubungan Propinsi;
7. Administrator Bandar Udara Soekarno Hatta;
8. Kepala Balai Elektronika Direktorat Jenderal Perhubungan Udara;
9. Para Kepala Bandar Udara;
10. Direktur Utama PT.(Persero) Angkasa Pura I;
11. Direktur Utama PT.(Persero) Angkasa Pura II.

Salinan sesuai dengan aslinya

Kepala Bagian Hukum



LAMPIRAN KEPUTUSAN DIREKTUR
JENDERAL PERHUBUNGAN UDARA
NOMOR : SKEP/113/VI/2002
TANGGAL : 12 JUNI 2002

**KRITERIA PENEMPATAN FASILITAS
ELEKTRONIKA DAN LISTRIK PENERBANGAN**

DAFTAR ISI

	Halaman
Daftar Isi	i
Daftar Singkatan	v
BAB I PENDAHULUAN	1
A. LATAR BELAKANG	1
B. MAKSUD DAN TUJUAN	1
C. RUANG LINGKUP	2
D. SISTEMATIKA PENULISAN	2
- BAB I PENDAHULUAN	
- BAB II PENEMPATAN VHF A/G COMMUNICATION	
- BAB III PENEMPATAN NDB	
- BAB IV PENEMPATAN VOR	
- BAB V PENEMPATAN DME	
- BAB VI PENEMPATAN RADAR	
- BAB VII PENEMPATAN ILS	
- BAB VIII PENEMPATAN PAPI/APAPI	
- LAMPIRAN	
BAB II STANDAR PENEMPATAN VHF AIR-GROUND COMMUNICATION	4
A. UMUM	4
B. STANDAR TEKNIS PENEMPATAN	4
1. Penempatan Antena dan Peralatan VHF-A/G	4
2. Penempatan Antena dan Peralatan VHF-ER	5
BAB III STANDAR PENEMPATAN NDB	8
A. UMUM	8
1. Klasifikasi	8
a. Low Range	8

	b. Medium Range	8
	c. High Range	9
	2. Fungsi	9
	a. Homing	9
	b. En-Route	9
	c. Holding	9
	d. Locator	9
	B. STANDAR TEKNIS PENEMPATAN	10
	1. Penempatan Antena	10
	2. Kondisi Permukaan Lahan dan Lingkungan	10
BAB IV	STANDAR PENEMPATAN VOR	13
	A. UMUM	13
	B. STANDAR TEKNIS PENEMPATAN	14
	1. Penempatan Antena dan Shelter	14
	2. Kondisi Permukaan Lahan dan Lingkungan	15
BAB V	STANDAR PENEMPATAN DME	17
	A. UMUM	17
	B. STANDAR TEKNIS PENEMPATAN DME	17
	1. Penempatan Antena dan Shelter	17
	2. Kondisi Lahan dan Lingkungan	18
BAB VI	STANDAR PENEMPATAN RADAR ATC	21
	A. UMUM	21
	B. STANDAR TEKNIS PENEMPATAN	21
	1. Penempatan Antena dan Shelter	21
	2. Kondisi Permukaan Lahan dan Lingkungan	22

BAB VII STANDAR PENEMPATAN ILS	24
A. UMUM	24
B. STANDAR TEKNIS PENEMPATAN LOCALIZER	25
1. Penempatan Antena dan Shelter	25
2. Kondisi Permukaan Lahan dan Lingkungan	26
C. STANDAR TEKNIS PENEMPATAN GLIDE PATH	26
1. Penempatan Antena dan Shelter	26
2. Kondisi Permukaan Lahan dan Lingkungan	30
D. STANDAR TEKNIS PENEMPATAN MARKER BEACON	31
1. Penempatan Antena dan Shelter	31
2. Kondisi Permukaan Lahan dan Lingkungan	32
 BAB VIII STANDAR PENEMPATAN PAPI/APAPI SYSTEM	 38
A. UMUM	38
B. STANDAR TEKNIS PENEMPATAN PAPI/APAPI	38
1. Obstruction Protection Surface	38
2. Pengukuran Ketinggian / Elevasi	40
3. Konfigurasi PAPI/APAPI	32
4. Pengelompokan Jenis Pesawat Terbang yang Beroperasi	44
5. Penetapan Sudut Pendaratan (Approach Glide Slope)	55
6. Ketinggian Roda Pesawat Udara di atas Ambang Landasan Pacu (Wheel to Threshold Height/WTH)	55
7. Sudut Penyetelan	56
C. RUMUS-RUMUS UNTUK PENEMPATAN PAPI / APAPI	58
1. Penetapan Lokasi PAPI/APAPI pada Landasan Pacu tanpa ILS ...	58
2. Penetapan Lokasi PAPI pada Landasan Pacu yang dilengkapi dengan ILS	60

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR SINGKATAN

A/G	Air Ground
ACC	Area Control Center
ADC	Aerodrome Control Tower
ADF	Automatic Direction Finder
AFIS	Aeronautical Flight Information service
AGS	Approach Glide Slope
ALI	Apron Flood Light
APH	Approach Lighting High-Intensity
APL	Approach Lighting Low-Intensity
APM	Approach Lighting Medium-Intensity
APP	Approach Control Office
APS	Approach Side Row
ASA	Approach Slope Angle
ATC	Air Traffic Controller
CLB	Clearance Bar
Cm	Centimeter
DMB	Distance Marker Board
DME	Distance Measuring Equipment
EAH	Eye to Aerial Height
ER	Extended Range
EWH	Eye to Wheel Height
FOL	Flashing Obstruction Light
GP	Glide Path
GSP	Ground Signal Panel
HEL	Heliport Edge Lighting
HZB	Hazard Beacon
ILS	Instrument Landing System
IM	Inner Marker

KHz	Kilo Hertz
LDI	Landing Direction Indicator
M	meter
MB	Marker Beacon
MHz	Mega Hertz
MM	Middle Marker
NDB	Non Directional Beacon
NM	Nautical Mile
OCS	Obstruction Clearance Surface
OLI	Obstruction Light
OM	Outer Marker
PAPI	Precision Approach Path Indicator
PSR	Primary Surveillance Radar
RADAR	Radio Detection And Ranging
RCL	Runway Centerline Lighting
REH	Runway Edge Lighting High-Intensity
REL	Runway Edge Lighting Low-Intensity
REM	Runway Edge Lighting Medium-Intensity
ROB	Rotating Beacon
ROV	Runway Overrun
RTI	Runway Threshold Indication Light
RWE	Runway End Lighting
SFL	Sequence Flashing Light
SIR	Sirine
SSR	Secondary Surveillance Radar
STB	Stop Bar
TCH	Threshold Crossing Height
TCH	Threshold Crossing Height
TDZ	Touch Down Zone
TGS	Taxiway Guidance System
THR	Threshold Lighting

TLP	Turn Loop Lighting
TRL	Traffic Light
TXA	Taxiway Apron Lighting
TXC	Taxiway Centerline Lighting
TXE	Taxiway Edge Lighting
VASIS	Visual Approach Slope Indicator System
VHF	Very High Frequency
VOR	VHF Omnidirectional Range
WDI	Wind Direction Indicator
WIG	Wig Wag
WTH	Wheel to Threshold Height
MEHT	Minimum Eye Hight over the Threshold
AEAH	Average Eye to Aerial Hight

BAB I PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG

Keamanan dan keselamatan penerbangan merupakan faktor yang penting dan utama dalam penyelenggaraan pelayanan penerbangan, sehingga penyelenggaraannya dikuasai negara dan pembinaannya dilakukan oleh pemerintah dalam satu kesatuan sistem pelayanan keamanan dan keselamatan penerbangan.

Pembinaan yang dilakukan pemerintah meliputi aspek pengaturan, pengendalian dan pengawasan terhadap kegiatan pembangunan, pendayagunaan dan pengembangan sistem pelayanan keamanan dan keselamatan penerbangan, dalam upaya untuk mewujudkan pelayanan penerbangan yang aman, selamat, cepat, lancar, tertib, teratur dan terpadu dengan moda transportasi lain.

Untuk dapat menjamin pelayanan keamanan dan keselamatan penerbangan, maka seluruh fasilitas elektronika dan listrik harus memiliki kualitas yang memadai baik ditinjau dari aspek teknis maupun dari aspek operasional. Salah satu persyaratan agar peralatan fasilitas elektronika dan listrik memenuhi kualitas yang memadai ditinjau dari aspek teknis dan operasional adalah terpenuhinya persyaratan penempatan peralatan tersebut di dalam pembangunan serta pemasangannya. Untuk maksud tersebut perlu ditetapkan kriteria dalam penempatan fasilitas elektronika dan listrik, khususnya fasilitas penerbangan yang meliputi peralatan komunikasi penerbangan, navigasi penerbangan, pengamatan penerbangan dan peralatan bantu pendaratan. Kriteria penempatan peralatan tersebut selanjutnya dibakukan dan menjadi acuan di dalam pembangunan dan pemasangan fasilitas elektronika dan listrik khususnya fasilitas penerbangan.

B. MAKSUD DAN TUJUAN

Pembuatan kriteria penempatan fasilitas penerbangan dimaksudkan untuk memberikan acuan dalam menentukan penempatan peralatan fasilitas penerbangan tersebut sesuai dengan persyaratan teknis.

Tujuannya adalah agar fasilitas penerbangan tersebut dapat beroperasi secara optimal, dalam mendukung pelayanan keamanan dan keselamatan penerbangan.

C. RUANG LINGKUP

Hal – hal yang ditetapkan dalam kriteria penempatan fasilitas penerbangan terdiri dari fasilitas komunikasi penerbangan yang meliputi peralatan VHF A/G dan VHF-ER, sedangkan fasilitas navigasi penerbangan meliputi peralatan NDB, VOR, ILS, DME, dan Radar ATC, dan peralatan bantu pendaratan PAPI/A PAPI, yang terdiri dari penentuan lokasi, ukuran dan kondisi lahan serta pembentukan kondisi lingkungan yang diperlukan dengan tepat.

D. SISTEMATIKA PENULISAN

Kriteria penempatan fasilitas penerbangan disusun dengan sistematika sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Dalam bab ini diuraikan tentang latar belakang, maksud dan tujuan, ruang lingkup serta sistematika penulisan.

BAB II PENEMPATAN VHF A/G COMMUNICATION

Dalam bab ini diuraikan hal-hal umum yang terkait dengan fungsi VHF Air – Ground Communication yaitu persyaratan penempatan VHF-A/G yang berhubungan dengan ketinggian dan jarak antena.

BAB III PENEMPATAN NDB

Dalam bab ini diuraikan hal-hal umum yang terkait dengan fasilitas NDB, fungsi NDB, penempatan NDB yang meliputi pemilihan lahan dan kondisi lingkungan.

BAB IV PENEMPATAN VOR

Dalam bab ini diuraikan hal-hal umum yang terkait dengan VOR, fungsi VOR, persyaratan penempatan peralatan VOR yang meliputi pemilihan lahan, kondisi lahan, dan lain-lain yang berhubungan dengan antena pemancar dan halangan/obstacle.

BAB V PENEMPATAN DME

Dalam bab ini diuraikan hal-hal umum yang terkait dengan DME, fungsi DME, persyaratan penempatan DME yang meliputi pemilihan lahan dan kondisi lingkungan.

BAB VI PENEMPATAN RADAR

Dalam bab ini diuraikan hal-hal umum yang terkait dengan Radar, fungsi Radar dan persyaratan penempatan Radar yang meliputi pemilihan lahan, luas lahan, kondisi permukaan lahan, lingkungan dan hal-hal lain yang berhubungan dengan ketinggian tower antena dan kondisi di sekeliling antena.

BAB VII PENEMPATAN ILS

Dalam bab ini diuraikan hal-hal umum yang terkait dengan ILS, fungsi, kategori dan standar penempatan seluruh sub sistem ILS (Localizer, Glide Path dan Marker Beacon) yang meliputi pemilihan lahan, ukuran lahan serta kondisi lingkungan.

BAB VIII PENEMPATAN PAPI/A PAPI

Dalam bab ini diuraikan hal-hal umum yang terkait dengan PAPI / APAPI, dan hal-hal khusus yang berhubungan dengan standar teknis penempatan PAPI / APAPI yaitu obstruction protection surface, pengukuran ketinggian / elevasi, konfigurasi PAPI / APAPI, pengelompokan jenis pesawat terbang yang beroperasi, penetapan sudut pendaratan, ketinggian roda pesawat udara di atas ambang landasan pacu, sudut penyetulan serta rumus-rumus untuk penempatan PAPI / APAPI. Rumus-rumus tersebut digunakan untuk penetapan lokasi PAPI / APAPI pada landasan pacu tanpa ILS berikut koreksi bila landasan pacu tidak rata, koreksi posisi PAPI / APAPI terhadap ketinggian lensa PAPI / APAPI dan penetapan lokasi PAPI pada landasan pacu yang dilengkapi dengan ILS berikut koreksi posisi PAPI bila landasan pacu tidak rata serta koreksi posisi PAPI terhadap ketinggian lensa PAPI

LAMPIRAN :

Daftar Gambar

Daftar Singkatan

Daftar Pustaka

BAB II

STANDARD PENEMPATAN VHF AIR-GROUND COMMUNICATION

A. UMUM

VHF Air-Ground Communication (VHF A/G) adalah peralatan komunikasi penerbangan dari darat-udara atau sebaliknya, yang menggunakan frekuensi VHF dan pada umumnya digunakan oleh unit pengatur lalu lintas udara (air traffic services) atau unit pelayanan informasi penerbangan (AFIS). Pelayanan AFIS berupa informasi cuaca dan status peralatan navigasi penerbangan, sedangkan pemanduan lalu lintas udara oleh ATC berupa pengaturan pergerakan pesawat udara termasuk pendaratan dan lepas landas.

B. STANDAR TEKNIS PENEMPATAN

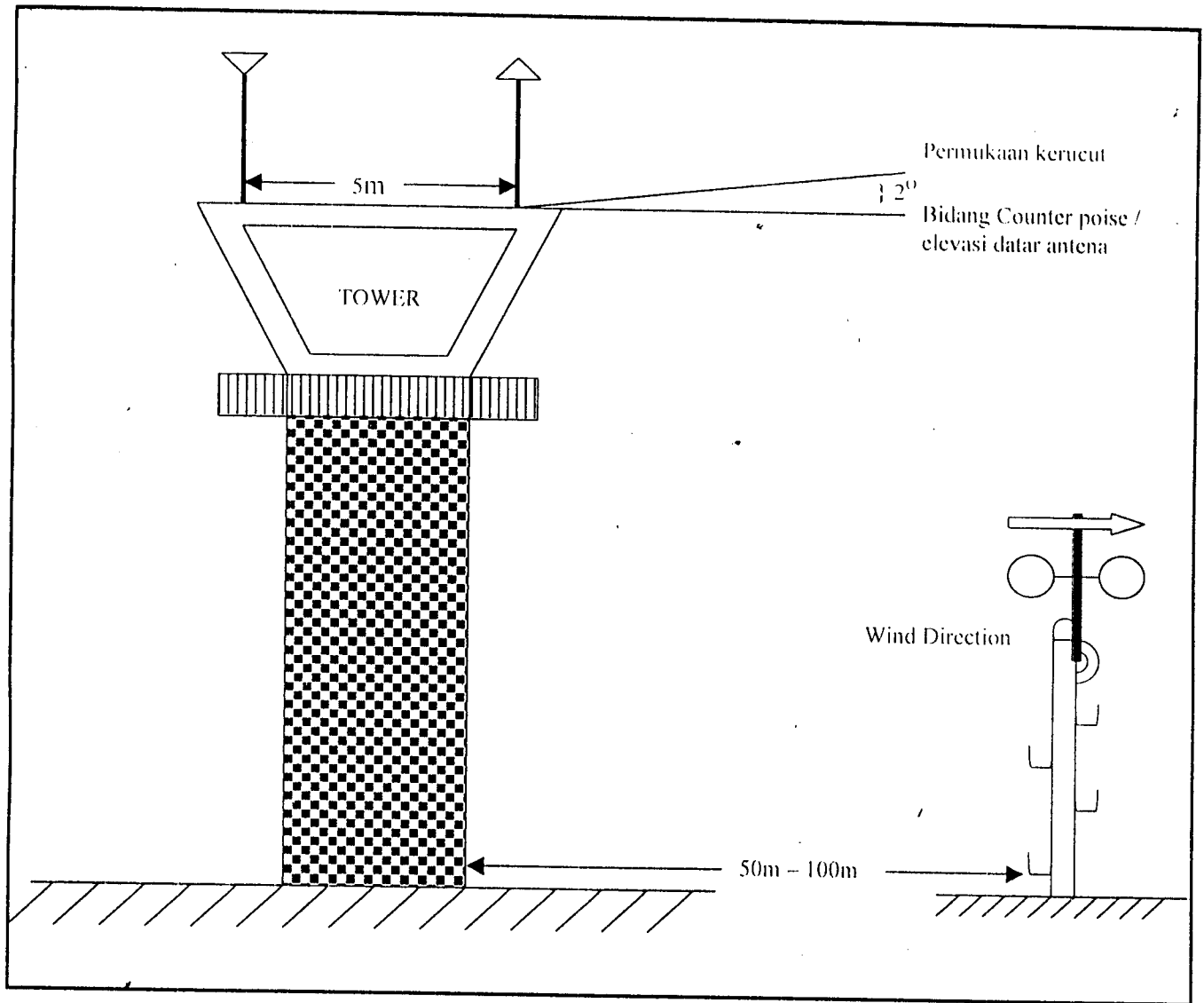
I. Penempatan Antena dan Peralatan VHF-A/G

- a. Lokasi penempatan antena peralatan VHF A/G di dalam area bandara, harus memenuhi beberapa hal, yaitu :
 - 1) Jika VHF A/G berfungsi sebagai AFIS ataupun ADC, maka kriteria penempatannya adalah sebagai berikut :
 - a) Peralatan berada di dalam gedung tower;
 - b) Antena ditempatkan di atas gedung tower;
 - c) Jarak antara antena satu dan lainnya minimal 5 m;
 - d) Antena tidak menjadi obstacle bagi kegiatan operasional bandara, tetapi dapat memenuhi kebutuhan pelayanan operasional;
 - e) Jarak tiang wind direction dengan gedung tower adalah 50 m – 100 m.
 - 2) Ketinggian bangunan yang berada di sekitar antena sampai dengan jarak 500 m dari tower antena tidak melebihi ketinggian elevasi dasar antena;

- 3) Ketinggian bangunan yang berjarak lebih dari 500 m dari tower, tidak boleh melebihi permukaan kerucut 1 derajat, periksa Gambar 1.
- 4) Jika VHF A/G berfungsi sebagai APP ataupun ACC, maka kriteria penempatannya adalah sebagai berikut :
 - a) Peralatan berada di dalam gedung tower;
 - b) Antena ditempatkan di atas gedung tower atau disekitarnya;
 - c) Antena tidak menjadi obstacle bagi kegiatan operasional bandara, tetapi dapat memenuhi kebutuhan pelayanan operasional.
- b. Antena VHF A/G yang ditempatkan disekitar bangunan, ketinggianya disesuaikan dengan cakupan yang diinginkan;
- c. Jika Antena VHF A/G colocated dengan antena Radar, maka antena VHF A/G harus lebih rendah atau lebih tinggi dari antena Radar dan berjarak minimal 25 m.

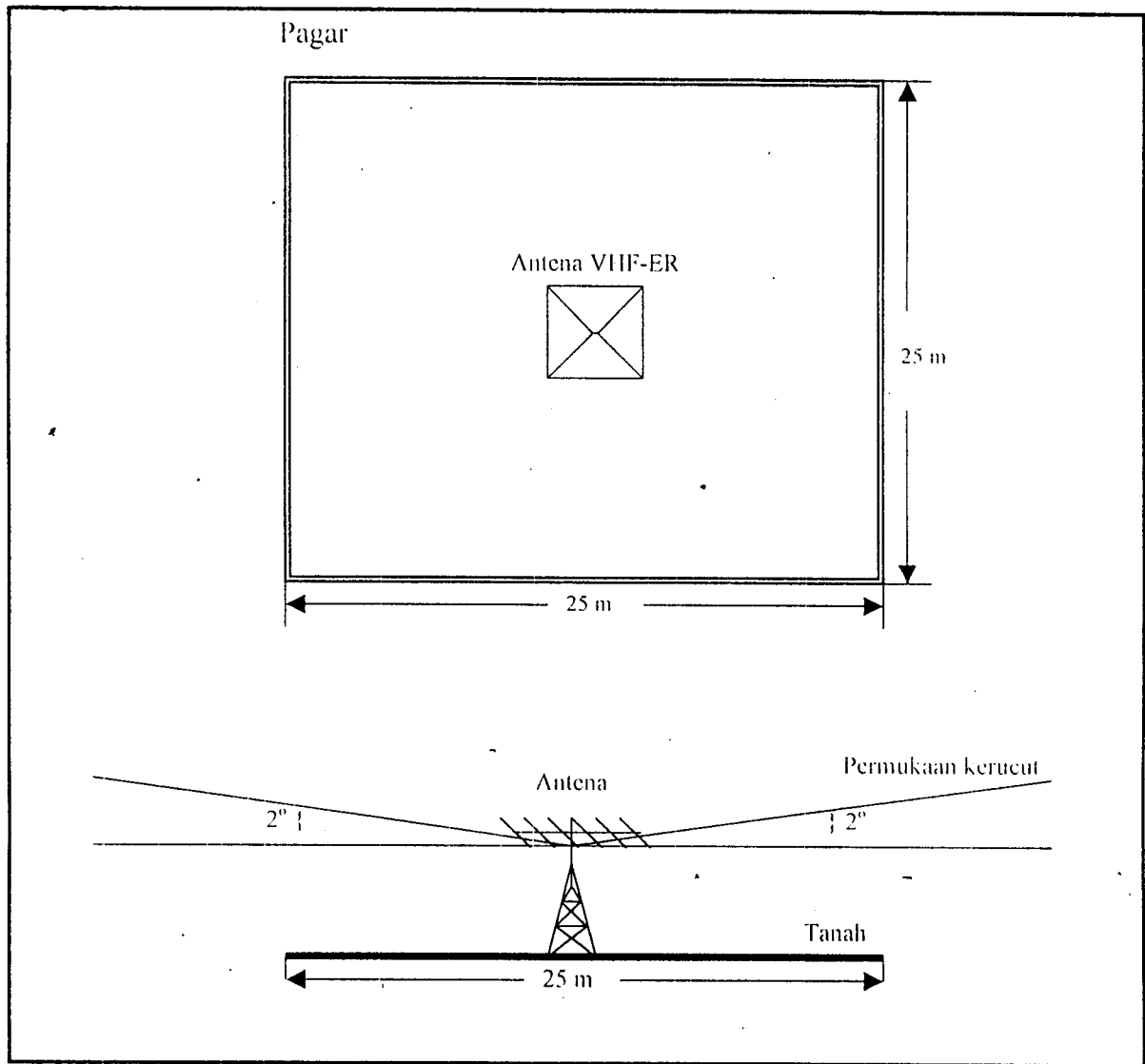
2. Penempatan Antena dan Peralatan VHF-ER

- a. Luas lahan yang dibutuhkan untuk dapat menampung shelter, peralatan VHF-ER, antena VHF-ER dan fasilitas penunjang lainnya yang terkait, minimal 25 m x 25 m periksa Gambar 2;
- b. Untuk penempatan peralatan VHF-ER perataan lahan tidak ditentukan secara khusus;
- c. Tidak diperkenankan terdapat saluran udara tegangan tinggi sampai dengan jarak 1000 m dari titik pusat antena VHF-ER;
- d. Ketinggian bangunan di sekitar antena VHF-ER tidak boleh menjadi obstacle bagi pancaran gelombang VHF-ER.
- e. Penempatan antena VHF-ER tidak berdekatan / menjadi satu dengan antena VHF-AG yang lain.



Gambar 1

Penempatan Peralatan VHF A/G Dan Wind Direction



Gambar 2

Penempatan Peralatan VHF-ER di Luar Lokasi Bandara

BAB III PENEMPATAN NDB

A. UMUM

Non Directional Beacon (NDB) adalah fasilitas navigasi penerbangan yang bekerja dengan menggunakan frekuensi rendah (low frequency) dan dipasang pada suatu lokasi tertentu di dalam atau di luar lingkungan bandar udara sesuai fungsinya.

Peralatan NDB memancarkan informasi dalam bentuk sinyal gelombang radio ke segala arah melalui antena, sinyalnya akan diterima oleh pesawat udara yang dilengkapi Automatic Direction Finder (ADF) yaitu perangkat penerima NDB yang ada di pesawat udara, sehingga penerbang dapat mengetahui posisinya (azimuth) relatif terhadap lokasi NDB tersebut.

Pemancar NDB beroperasi pada Frekwensi 190 KHz sampai dengan 1750 KHz dan secara terus-menerus memancarkan frekwensi pembawa (carrier) yang dimodulasi dengan kode Morse yang berfrekwensi audio 1020 Hz sebagai identifikasi (tanda pengenal stasiun pemancar NDB yang bersangkutan). Sinyal Identifikasi ini dipancarkan berupa suatu kelompok kode morse yang terdiri dari 2 sampai dengan 3 huruf dengan kecepatan rata-rata 7 identifikasi per menit.

1. Klasifikasi

Di Indonesia terpasang beberapa jenis NDB dengan kekuatan pancar yang berbeda yang disesuaikan dengan kebutuhan operasi bandar udara bersangkutan. Makin besar kekuatan pancar NDB makin besar daerah cakupan NDB tersebut.

Jenis-jenis NDB tersebut adalah :

a. Low Range

Daerah cakupan (coverage range) antara 50 NM sampai dengan 100 NM (1 NM = 1.853 km) dengan daya pancar antara 50 watt sampai dengan 100 watt.

b. Medium Range

Daerah cakupan antara 100 NM sampai dengan 150 NM dengan daya pancar antara 100 watt sampai dengan 1000 watt.

c. High Range

Daerah cakupan (coverage range) antara 150 NM sampai dengan 300 NM atau lebih dengan daya pancar antara 1000 watt sampai dengan 3000 watt.

2. Fungsi

Fungsi NDB adalah sebagai berikut :

a. Homing

Stasiun NDB yang dipasang di dalam lingkungan bandar udara dan dioperasikan untuk memandu penerbang dalam mengemudikan pesawat udara menuju lokasi bandar udara.

b. En-Route

Stasiun NDB yang dipasang di luar lingkungan bandar udara pada suatu lokasi tertentu dan dioperasikan untuk memberikan panduan kepada pesawat udara yang melakukan penerbangan jelajah di jalur penerbangan yang terdapat Blank Spot.

c. Holding

Stasiun NDB yang dipasang di luar atau di dalam lingkungan bandar udara dan digunakan untuk memandu penerbang yang sedang melakukan holding yaitu menunggu antrian dalam pendaratan yang diatur dan atas perintah pengatur lalu-lintas udara/controler.

d. Locator

Stasiun NDB low power yang dipasang pada perpanjangan garis tengah landasan pacu guna memberikan panduan arah pendaratan kepada penerbang pada saat posisi pesawatnya berada di kawasan pendekatan untuk melakukan pendaratan.

B. STANDAR TEKNIS PENEMPATAN

1. Penempatan Antena

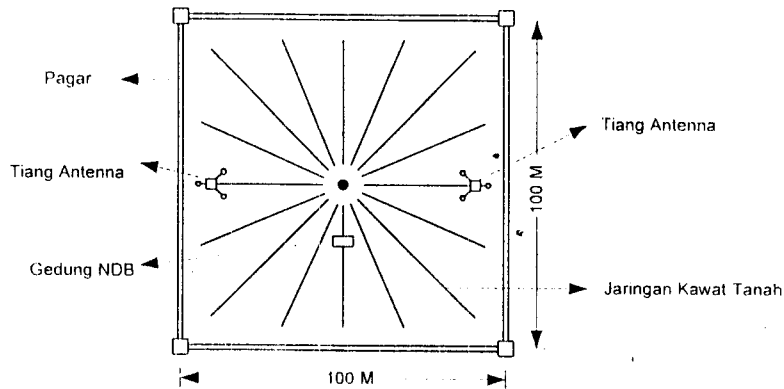
- a. Lokasi penempatan tiang/tower antena NDB yang ditempatkan di dalam area bandara, harus memenuhi beberapa hal, yaitu :
 - 1) Ketinggian tower antena tidak menjadi obstacle bagi kegiatan operasional bandara;
 - 2) Ketinggian bangunan di sekitar antena NDB tidak menjadi obstacle bagi pancaran NDB.
- b. Bilamana peralatan NDB di tempatkan di luar area bandara, harus memenuhi persyaratan pada butir 1.a.2.

3. Kondisi Permukaan Lahan dan Lingkungan

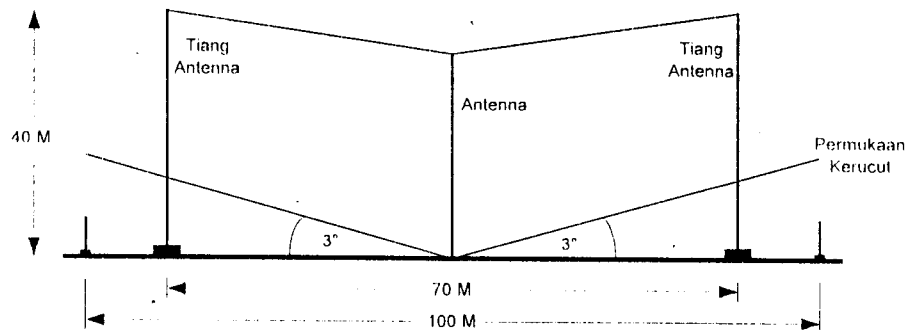
- a. Luas lahan yang dibutuhkan untuk dapat menampung seluruh peralatan NDB untuk jenis tower antena NDB dan fasilitas penunjang lainnya yang terkait, diperlukan lahan minimal 100 m x 100 m dan untuk jenis tiang tunggal biasa seperti NDB Locator diperlukan lahan minimal 50 m x 50 m;
- b. Untuk penanaman jaringan kawat tanah (earthnet) peralatan NDB dan perataan lahan tetap diperlukan walaupun tidak ditentukan secara khusus;
- c. Sampai dengan radius 300 m dari titik tengah antena tidak diperkenankan adanya bangunan dari metal, kecuali shelter peralatan NDB;
- d. Sampai dengan radius 1000 meter dari titik tengah antena, tidak diperkenankan adanya bukit, kelompok pohon, bangunan metal yang ketinggiannya melebihi permukaan kerucut 3 derajat serta jaringan listrik tegangan tinggi, periksa Gambar 3 dan Gambar 4;
- e. Mempertimbangkan adanya rencana pengembangan bandar udara.

PERSYARATAN PENEMPATAN NON DIRECTIONAL BEACON
SISTEM ANTENA DIPOLE

3-1 GAMBAR LUAS LAHAN DAN LOKASI PERLETAKAN NDB



3-2 GAMBAR PERYARATAN BATAS KETINGGIAN BANGUNAN DAN BENDA
TUMBUH DI SEKITAR NDB



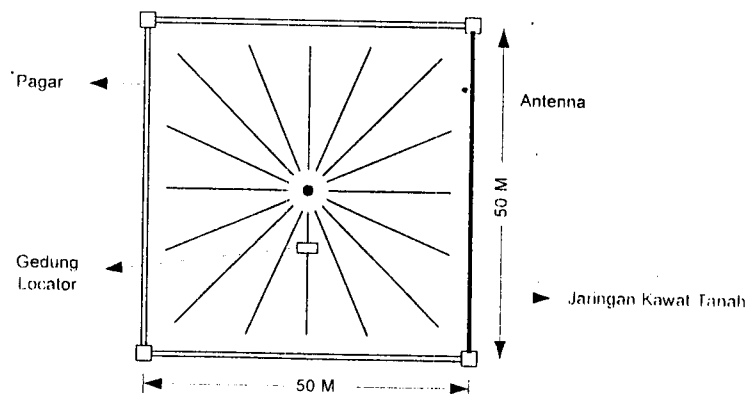
BATAS BANGUNAN DAN BENDA TUMBUH

- Di dalam batas tanah 100 m x 100 m : bebas bangunan dan benda tumbuh
- Sampai dengan radius 300 m dari titik tengah antenna tidak diperkenankan ada bangunan metal seperti konstruksi baja, tiang listrik dan lain-lain
- Sampai dengan radius 1.000 m dari titik tengah antenna, tidak diperkenankan adanya kelompok pohon dan bangunan lainnya melebihi batas ketinggian permukaan kerucut sebagaimana pada gambar. 3-2.

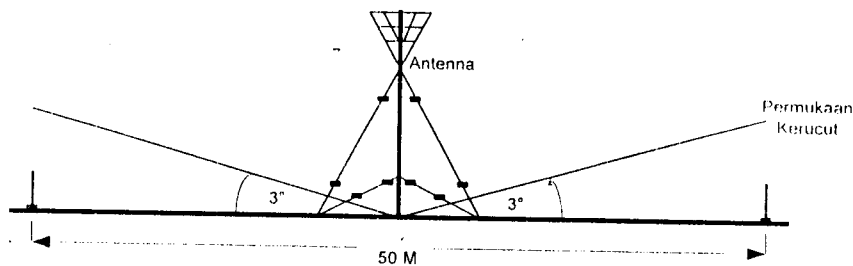
Gambar 3.
Persyaratan Penempatan NDB Sistem Antena Dipole

PERSYARATAN PENEMPATAN NON DIRECTIONAL BEACON
SISTEM ANTENA SELF SUPPORTING

4-1 LUAS LAHAN DAN LOKASI PERLETAKAN NDB SISTEM ANTENA SELF SUPPORTING



4-2 PERSYARATAN BATAS KETINGGIAN BANGUNAN DAN BENDA TUMBUH NDB SISTEM ANTENA SELF SUPPORTING



BATAS BANGUNAN DAN BENDA TUMBUH

- Di dalam batas tanah 50 m x 50 m : bebas bangunan dan benda tumbuh
- Sampai dengan radius 300 m dari titik tengah antena tidak diperkenankan ada bangunan metal seperti konstruksi baja, tiang listrik dan lain-lain
- Sampai dengan radius 1.000 m dari titik tengah antena, kelompok pohon dan bangunan lainnya tidak diperkenankan melebihi batas ketinggian permukaan kerucut sebagaimana pada gambar. 2-2.

Gambar 4.
Persyaratan Penempatan NDB Sistem Antena Self Supporting

BAB IV STANDAR PENEMPATAN VOR

A. UMUM

VHF Omnidirectional Range (VOR) adalah fasilitas navigasi penerbangan yang bekerja dengan menggunakan frekuensi radio dan dipasang pada suatu lokasi tertentu di dalam atau di luar lingkungan bandar udara sesuai fungsinya.

Peralatan VOR memancarkan informasi yang terdiri dari sinyal variable dan sinyal reference dengan frekuensi pembawa VHF melalui antena. display pada peralatan penerima VOR yang ada di pesawat udara menunjukkan suatu deviasi dalam derajat dari jalur penerbangan yang memungkinkan pesawat udara terbang menuju bandara dengan route (jalur penerbangan) tertentu dengan memanfaatkan stasiun VOR.

Selain itu penerbang dapat memanfaatkan stasiun VOR pada saat tinggal landas, dengan menggunakan jalur penerbangan dari VOR dan selanjutnya terbang menuju stasiun VOR yang lain. Dengan penggunaan sudut deviasi yang benar, peralatan VOR dapat digunakan untuk memandu pesawat udara menuju ke suatu bandar udara lainnya.

Posisi dan arah terbang pesawat udara setiap saat dapat diketahui oleh penerbang dengan bantuan VOR dan DME atau dengan menggunakan dua stasiun VOR.

1. **Penerima VOR di pesawat udara mempunyai tiga indikator, yaitu :**
 - a) Untuk menentukan azimuth, sudut searah jarum jam terhadap utara dari stasiun VOR dengan garis yang menghubungkan stasiun tersebut dengan pesawat udara.
 - b) Menunjukkan deviasi kepada penerbang, sehingga penerbang dapat mengetahui jalur penerbangan pesawat udara sedang dilakukan berada di sebelah kiri atau di kanan dari jalur penerbangan yang seharusnya.
 - c) Menunjukkan apakah arah pesawat udara menuju ke atau meninggalkan stasiun VOR.

2. Peralatan VOR dapat dipergunakan dalam beberapa fungsi, yaitu :

- a) Homing
- b) En-route
- c) Holding

B. STANDAR TEKNIS PENEMPATAN

1. Penempatan Antena dan Shelter

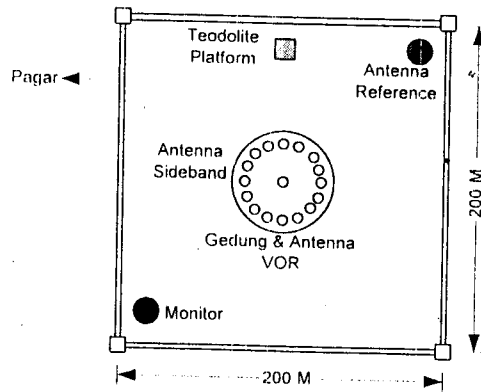
- a. Lokasi penempatan antena dan shelter peralatan VOR di dalam area bandara (terminal facility), harus memenuhi beberapa hal, yaitu :
 - 1) Jarak terhadap garis tengah landasan pacu minimal 150 m dan/atau minimal 75 m terhadap garis tepi taxi way ke arah samping/luar.
 - 2) Ketinggian counter poise dan antena tidak menjadi obstacle bagi kegiatan operasional bandara, tetapi dapat memenuhi seluruh kebutuhan operasional pelayanan navigasi penerbangan;
- b. Lokasi penempatan antena dan peralatan VOR di luar area bandara , yaitu :
 - 1) Pada perpanjangan garis tengah landasan pacu, maka peralatan VOR dipasang pada lokasi dengan jarak 360 m sampai dengan 7 NM dari threshold landasan pacu atau di sekitar Bandar Udara \pm 10 KM dari Aerodrome Reference Point (ARP);
 - 2) Bilamana peralatan VOR di tempatkan pada lokasi yang jaraknya lebih dari 7 NM dan berfungsi sebagai fasilitas en route, ketinggian benda tumbuh dan bangunan harus memenuhi persyaratan kondisi permukaan lahan dan lingkungan pada butir 2.
- c. Peralatan VOR harus diletakkan pada titik tertinggi dari lingkungan di sekitarnya, dan tidak ada halangan (obstruction) dalam radius 900 m dari titik antenna.

2. Kondisi Permukaan Lahan dan Lingkungan

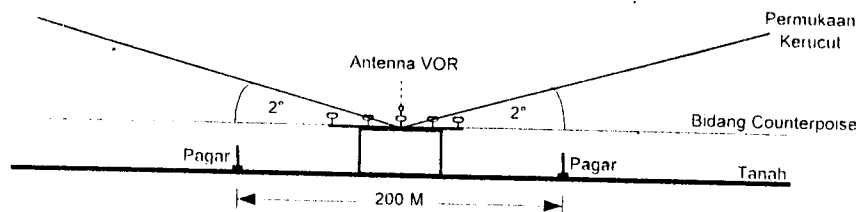
- a. Luas lahan yang dibutuhkan untuk dapat menampung seluruh shelter peralatan VOR, counter poise antena VOR dan fasilitas penunjang lainnya yang terkait, diperlukan lahan minimal 200 m x 200 m, periksa Gambar 5-1;
- b. Lahan untuk peletakan VOR dipilih sedemikian rupa, sehingga permukaan bangunan dilihat dari peralatan VOR mempunyai azimuth yang minimum, serta sudut elevasi (kemiringan) kurang dari 1.2°.
- c. Ketinggian bangunan di sekitar antena VOR tidak merupakan obstacle bagi pancaran VOR;
- d. Untuk penempatan peralatan VOR, perataan lahan diperlukan minimal sampai radius 60 m dari pusat antena;
- e. Dalam radius 100 m dari pusat antena bebas benda tumbuh dan bangunan, kecuali shelter VOR;
- f. Ketinggian benda tumbuh dan bangunan yang berada mulai radius 100 m sampai dengan radius 200 m dari titik tengah antena tidak melebihi ketinggian elevasi bidang counter poise;
- g. Ketinggian benda tumbuh dan bangunan yang berada di luar radius 200 m, tidak melebihi permukaan kerucut 1 derajat, periksa Gambar VOR 5-2;
- h. Tidak diperkenankan terdapat jaringan/saluran listrik tegangan tinggi sampai dengan jarak 600 m dari titik pusat antena VOR;
- i. Mempertimbangkan kemungkinan adanya rencana pengembangan bandar udara.

PERSYARATAN PENEMPATAN
VERY HIGH FREQUENCY DIRECTIONAL OMNI RANGE

5-1 GAMBAR LUAS LAHAN DAN LOKASI PERLETAKAN VOR



5-2 GAMBAR PERSYARATAN BATAS KETINGGIAN BANGUNAN DAN BENDA TUMBUH DI SEKITAR VOR



BATAS BANGUNAN DAN BENDA TUMBUH

- Di dalam batas tanah 100 m dari titik tengah lahan : bebas benda tumbuh dan bangunan
- Di dalam radius 100-200 m dari titik tengah lahan : ketinggian bangunan dan benda tumbuh tidak melebihi bidang Counterpoise
- Sampai radius 600 m dari titik tengah lahan pada permukaan kerucut tidak diperkenankan terdapat Saluran Udara Tegangan Tinggi
- Di Dalam batas-batas ketinggian bangunan dan benda tumbuh ditentukan oleh permukaan kerucut sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 5-2.

Gambar 5.
Persyaratan Penempatan VOR

BAB V

STANDAR PENEMPATAN DME

A. UMUM

Distance Measuring Equipment (DME) adalah alat bantu navigasi penerbangan yang berfungsi untuk memberikan panduan/informasi jarak bagi pesawat udara dengan stasiun DME yang dituju (slant range distance).

Penempatan DME pada umumnya berpasangan (colocated) dengan VOR atau Glide Path ILS yang ditempatkan di dalam atau di luar lingkungan bandara tergantung fungsinya.

Adapun perbedaannya hanya pada power output, DME yang colocated dengan VOR power outputnya 1000 Watt (High Power) sedangkan DME colocated dengan ILS power outputnya minimal 100 Watt (Low Power).

Dalam operasinya pesawat udara mengirim pulsa interogator yang berbentuk sinyal acak (radom) kepada transponder DME di darat, kemudian transponder mengirim pulsa jawaban (replay) yang sinkron dengan pulsa interogasi.

Dengan memperhitungkan interval waktu antara pengiriman pulsa interogasi dan penerimaan pulsa jawaban (termasuk waktu tunda di transponder) di pesawat udara, maka jarak pesawat udara dengan stasiun DME dapat ditentukan.

B. STANDAR TEKNIS PENEMPATAN DME

1. Penempatan Antena dan Shelter.

Mengingat penempatan peralatan DME dapat berpasangan (colocated) dengan VOR ataupun Glide Path ILS, maka :

- a. Antena DME dapat ditempatkan pada tiang antena sinyal reference VOR ataupun tower antena Glide Path ILS, sesuai dengan fungsinya masing-masing, periksa Gambar 6 dan Gambar 7;.
- b. Penempatan peralatan DME menjadi satu ruangan dengan VOR ataupun Glide Path ILS;
- c. Bilamana penempatan antena DME dibuat tiang tersendiri, ketentuannya adalah sebagai berikut :.

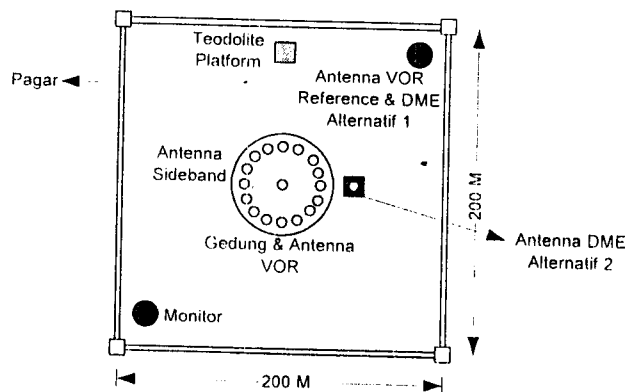
- 1) Tiang DME untuk VOR ditempatkan pada tepi counterpoise peralatan VOR, periksa Gambar 6 ;
- 2) Tiang DME untuk ILS ditempatkan pada lokasi di samping luar antena Glide Path dengan jarak sekitar 5 meter dan berada satu garis yang tegak lurus dengan garis tengah landasan pacu, periksa Gambar 7.

2. Kondisi lahan dan Lingkungan

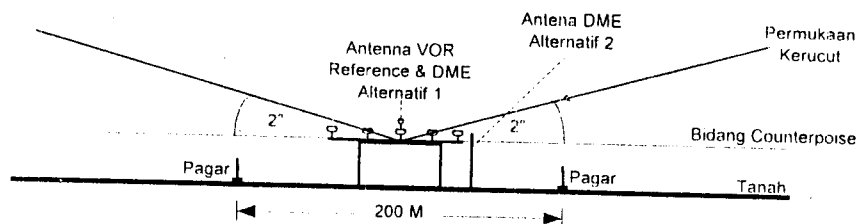
Kondisi lahan dan lingkungan bagi peralatan DME tidak memerlukan persyaratan yang khusus dan kritis, sehingga kondisi lahan dan lingkungan yang telah memenuhi persyaratan untuk penempatan VOR ataupun Glide Path ILS, dapat telah memenuhi persyaratan untuk peralatan DME .

PERSYARATAN PENEMPATAN VERY HIGH FREQUENCY DIRECTIONAL
OMNI RANGE (VOR)/DISTANCE MEASURING EQUIPMENT (DME)

6-1 GAMBAR LUAS LAHAN DAN LOKASI PERLETAKAN DME



6-2 GAMBAR PERSYARATAN BATAS KETINGGIAN BANGUNAN DAN BENDA
TUMBUH DI SEKITAR DME



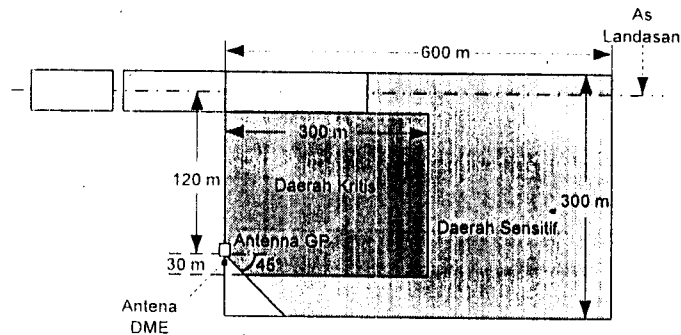
BATAS BANGUNAN DAN BENDA TUMBUH

- Di dalam radius 100 m dari titik tengah lahan : bebas benda tumbuh dan bangunan
- Di dalam radius 100-200 m dari titik tengah lahan : ketinggian bangunan dan benda tumbuh tidak melebihi bidang Counterpoise
- Sampai radius 600 m dari titik tengah lahan pada permukaan kerucut tidak diperkenankan terdapat Saluran Udara Tegangan Tinggi
- Di Dalam batas-batas ketinggian bangunan dan benda tumbuh ditentukan oleh permukaan kerucut sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 6-2.

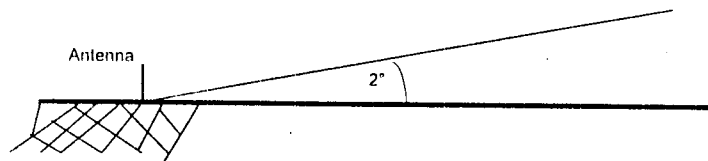
Gambar 6.
Persyaratan Penempatan DME

PERSYARATAN PENEMPATAN DISTANCE MEASURING EQUIPMENT
(DME) - INSTRUMENT LANDING SYSTEM (ILS-GLIDE PATH)

7-1 GAMBAR LUAS LAHAN DAN LOKASI PERLETAKAN DME-ILS GLIDE PATH



7-2 GAMBAR PERSYARATAN BATAS KETINGGIAN BANGUNAN DAN BENDA
TUMBUH DI SEKITAR DME-ILS GLIDE PATH



Sampai dengan jarak 6.000 m dari titik tengah antenna ke arah pendaratan bangunan dan benda tumbuh ditentukan oleh sudut sebagaimana pada Gambar 7-2

BATAS BANGUNAN DAN BENDA TUMBUH

- Kemiringan shoulder di daerah kritis $\leq 1.5\%$
- Peralatan shoulder di daerah kritis ≤ 3 cm
- Pada daerah kritis dan sensitif tidak boleh terdapat bangunan, gundukan tanah dan pepohonan yang dapat mengganggu pacaran Glide Path

Gambar 7.
Persyaratan Penempatan DME-ILSGlide Path

BAB VI

STANDAR PENEMPATAN RADAR ATC

A. UMUM

Peralatan Radar ATC adalah fasilitas pengamatan penerbangan. Radar ATC terdiri dari 2 (dua) jenis yaitu Primary Surveillance Radar (PSR) dan Secondary Surveillance Radar (SSR) merupakan fasilitas pengamatan penerbangan, keduanya digunakan oleh pengatur lalu lintas udara untuk memantau dan mengatur pergerakan pesawat udara.

Peralatan Radar ini ditempatkan pada suatu lahan tertentu baik di luar bandara maupun di dalam bandara, adapun layar tampilan dari Radar tersebut pada umumnya diletakkan di suatu ruangan pengatur lalu lintas-udara yang jauh dari peralatan radar tersebut.

Peralatan PSR bekerja pada frekuensi 1.3 GHz s/d 1.5 GHz dan 2.7 GHz sampai dengan 2.9 GHz dengan output power sebesar 650 KW sampai dengan 1600 KW; pancaran pulsa-pulsa Radar akan terpantul kembali apabila terkena sasaran/pesawat udara.

Peralatan SSR bekerja pada frekuensi 1030 MHz sampai dengan 1090 MHz, output power sebesar 1.8 KW sampai dengan 3.5 KW memancarkan serangkaian pulsa-pulsa Radar yang disebut dengan MODE dan apabila pulsa SSR diterima oleh transponder pesawat udara, maka jawaban pulsa tersebut akan dikirim kembali ke stasiun SSR dimana pulsa mode berasal, dan rangkaian pulsa-pulsa ini disebut CODE.

B. STANDAR TEKNIS PENEMPATAN

1. Penempatan Antena dan Shelter

- a. Lokasi tower antena peralatan Radar yang ditempatkan di dalam area bandara, harus memenuhi beberapa hal, yaitu :
 - 1) Ketinggian tower beserta antena tidak menjadi obstacle bagi kegiatan operasional bandara, tetapi dapat memenuhi seluruh kebutuhan operasional pengamatan penerbangan;
 - 2) Ketinggian bangunan di sekitar antena radar tidak menjadi obstacle bagi pancaran radar.

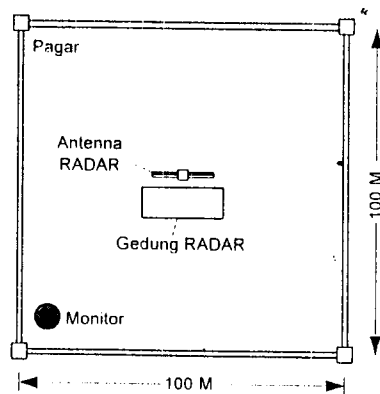
- b. Bilamana antena dan peralatan radar di tempatkan di luar area bandar udara, ketinggian bangunan harus memenuhi persyaratan kondisi permukaan lahan dan lingkungan pada butir 2.

2. Kondisi Permukaan Lahan dan Lingkungan

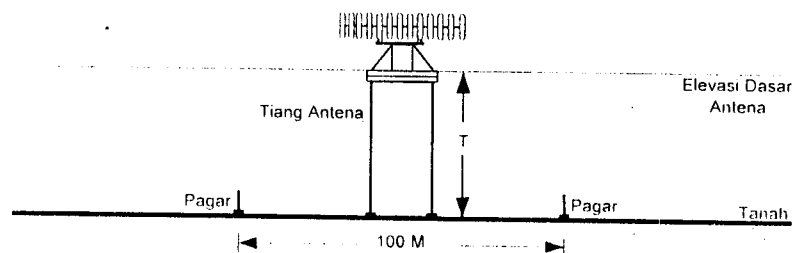
- a. Luas lahan yang dibutuhkan untuk dapat menampung shelter peralatan radar, menara/tower antena radar dan fasilitas penunjang lainnya yang terkait minimal 100 m x 100 m;
- b. Ketinggian bangunan yang berada di sekitar tower antena sampai dengan jarak 500m dari titik tengah antena tidak melebihi ketinggian elevasi dasar tower antena, periksa Gambar 8.2;
- c. Ketinggian bangunan yang berada di lokasi yang mempunyai jarak lebih dari 500m, tidak diperkenankan melebihi permukaan kerucut 1 derajat, periksa Gambar Radar 8.2;
- d. Untuk penempatan peralatan radar perataan lahan tidak ditentukan secara khusus;
- e. Tidak diperkenankan terdapat jaringan listrik tegangan tinggi sampai dengan jarak 1000 m dari titik pusat antena radar.

PERSYARATAN PENEMPATAN RADAR

8-1 GAMBAR LUAS LAHAN DAN LOKASI PERLETAKAN RADAR



8-2 GAMBAR PERSYARATAN BATAS KETINGGIAN BANGUNAN DAN BENDA TUMBUH DI SEKITAR RADAR



BATAS BANGUNAN DAN BENDA TUMBUH

- Di dalam radius 500 m dari Antena Radar, elevasi Ketinggian bangunan maksimum sama dengan Elevasi Dasar Antena Radar (T)
- Batas ketinggian bangunan dan benda tumbuh dibatasi oleh permukaan kerucut sebagaimana ditentukan pada Gambar 8-2

Gambar 8.
Persyaratan Penempatan RADAR

BAB VII STANDAR PENEMPATAN ILS

A. UMUM

Instrument Landing System (ILS) adalah peralatan navigasi penerbangan yang berfungsi untuk memberikan sinyal panduan arah pendaratan (azimuth), sudut luncur (glide path) dan jarak terhadap titik pendaratan secara presisi kepada pesawat udara yang sedang melakukan pendekatan dan dilanjutkan dengan pendaratan di landasan pacu pada suatu bandar udara.

Dalam operasinya, penerima di pesawat udara terdapat Cross pointer yang dapat menunjukkan posisi pesawat udara terhadap jalur yang seharusnya dilalui.

1. ILS terdiri dari 3 (tiga) sub sistem, yaitu :

- a. **Localizer**, yaitu sub sistem ILS yang bekerja pada frekwensi 108,10 MHz sampai dengan 111,95 MHz yang berfungsi untuk memberikan sinyal panduan arah pendaratan;
- b. **Glide Path**, yaitu sub sistem ILS yang bekerja pada frekwensi 309,15 MHz sampai dengan 335 MHz yang berfungsi untuk memberikan sinyal panduan sudut pendaratan sebesar 3 derajat;
- c. **Marker Beacon**, yaitu sub sistem ILS yang bekerja pada frekwensi 75 MHz yang berfungsi untuk memberikan sinyal panduan jarak aktual terhadap threshold, Marker Beacon terdiri atas 3 macam yaitu Inner Marker (IM), Middle Marker (MM) dan Outer Marker (OM), namun yang umum dipasang pada bandara di Indonesia adalah MM dan OM. Dalam hal kondisi tertentu yang diakibatkan terbatasnya lahan yang tersedia ataupun dikarenakan kebutuhan operasional, fungsi dari pada OM dapat digantikan dengan fasilitas DME ILS.

2. Secara garis besar ada tiga kategori kinerja fasilitas ILS, yaitu :

- a. **Kategori I** : Fasilitas ILS yang mampu memberikan sinyal panduan secara presisi dari mulai batas cakupan luar sampai dengan posisi pesawat udara pada ketinggian 200 kaki ($\pm 60\text{m}$) di atas bidang datar ambang landasan pacu (runway threshold).
- b. **Kategori II** : Fasilitas ILS yang mampu memberikan sinyal panduan secara presisi dari mulai batas cakupan luar sampai dengan posisi pesawat udara pada ketinggian 50 kaki ($\pm 15\text{m}$) di atas bidang datar ambang landasan pacu (runway threshold).
- c. **Kategori III** : Fasilitas ILS yang mampu memberikan sinyal panduan secara presisi mulai dari batas cakupan luar sampai dengan sepanjang permukaan landasan.

B. STANDAR TEKNIS PENEMPATAN LOCALIZER

1. Penempatan Antena dan Shelter.

- a. Lokasi penempatan antena Localizer berada di ujung akhir landasan pacu, yang susunannya membentuk garis tegak lurus terhadap perpanjangan garis tengah landasan pacu dengan jarak yang ideal 300 meter dari threshold landasan pacu terdekat:
- b. Lokasi penempatan shelter peralatan Localizer berada di samping (kiri ataupun kanan) antena dengan jarak 75 meter dari pusat antena, periksa Gambar 9:
- c. Namun bilamana terkendala karena terbatasnya lahan yang tersedia, jarak lokasi perletakan antena Localizer terhadap threshold dapat diperpendek sampai dengan 150 meter, dan penempatan shelter peralatan Localizer sama seperti butir 1.b:

2. Secara garis besar ada tiga kategori kinerja fasilitas ILS, yaitu :
- a. **Kategori I** : Fasilitas ILS yang mampu memberikan sinyal panduan secara presisi dari mulai batas cakupan luar sampai dengan posisi pesawat udara pada ketinggian 200 kaki ($\pm 60\text{m}$) di atas bidang datar ambang landasan pacu (runway threshold).
 - b. **Kategori II** : Fasilitas ILS yang mampu memberikan sinyal panduan secara presisi dari mulai batas cakupan luar sampai dengan posisi pesawat udara pada ketinggian 50 kaki ($\pm 15\text{m}$) di atas bidang datar ambang landasan pacu (runway threshold).
 - c. **Kategori III** : Fasilitas ILS yang mampu memberikan sinyal panduan secara presisi mulai dari batas cakupan luar sampai dengan sepanjang permukaan landasan.

B. STANDAR TEKNIS PENEMPATAN LOCALIZER

1. Penempatan Antena dan Shelter.

- a. Lokasi penempatan antena Localizer berada di ujung akhir landasan pacu, yang susunannya membentuk garis tegak lurus terhadap perpanjangan garis tengah landasan pacu dengan jarak yang ideal 300 meter dari threshold landasan pacu terdekat;
- b. Lokasi penempatan shelter peralatan Localizer berada di samping (kiri ataupun kanan) antena dengan jarak 75 meter dari pusat antena, periksa Gambar 9;
- c. Namun bilamana terkendala karena terbatasnya lahan yang tersedia, jarak lokasi perletakan antena Localizer terhadap threshold dapat diperpendek sampai dengan 150 meter, dan penempatan shelter peralatan Localizer sama seperti butir 1.b;

2. Kondisi Permukaan Lahan dan Lingkungan.

Kondisi lahan pada daerah kritis dan sensitip perataannya ditentukan dengan memenuhi beberapa hal sebagai berikut :

- a. Bebas halangan/obstacle bagi pancaran langsung sinyal Localizer;
- b. Perataan lahan terutama di daerah kritis idealnya memiliki kerataan sama dengan atau lebih kecil dari 3 Cm;
- c. Ketinggian permukaan lahan di antena dan shelter peralatan Localizer sama dengan permukaan threshold terdekat;
- d. Meniadakan, menjauhkan dan mengendalikan setiap obyek/bangunan yang dapat memantulkan / memancarkan kembali gelombang radio, baik dalam bentuk gundukan tanah, pagar dari metal ataupun benda tumbuli/semak belukar yang dapat mempengaruhi sinyal panduan Localizer;
- e. Tidak terdapat jaringan listrik tegangan tinggi yang melintasi kawasan pendekatan dan pendaratan;
- f. Kondisi lingkungan di luar daerah kritis dan sensitip yang tidak memenuhi persyaratan dapat dimungkinkan, sepanjang tidak sampai mempengaruhi kualitas sinyal panduan Localizer yang akan dapat diketahui pada hasil Flight Commissioning
- g. Mempertimbangkan kemungkinan adanya rencana pengembangan bandar udara.

C. STANDAR TEKNIS PENEMPATAN GLIDE PATH

1. Penempatan Antena dan Shelter

- a. Lokasi antena dan peralatan Glide Path dapat ditempatkan di samping kiri ataupun kanan landasan pacu dengan jarak yang ideal 120 m dari garis tengah landasan pacu dan 300 m dari threshold, serta berseberangan dengan posisi keberadaan taxi way;
- b. Lokasi penempatan shelter peralatan Glide Path berada di belakang antena, dengan jarak sekitar 2 meter dari bagian bangunan shelter terluar;

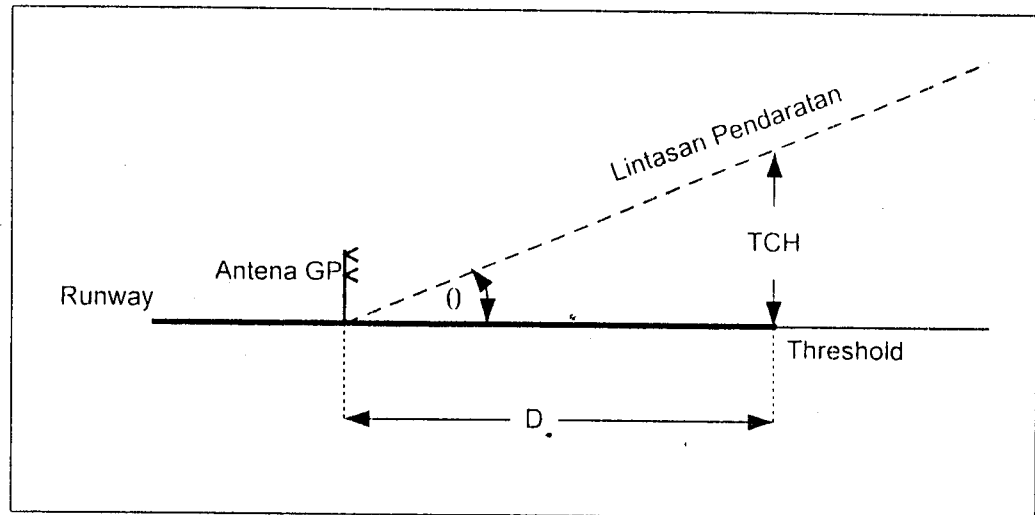
- c. Namun bilamana terdapat kendala karena terbatasnya lahan yang tersedia atau hal lain, maka antena Glide Path dapat dipasang pada lokasi dengan jarak 90 m dan maksimum 190 m dari garis tengah landasan pacu dan 285m sampai dengan 315m dari threshold, dan untuk tepatnya dapat di hitung dengan rumus penempatan antena Glide Path, periksa Gambar 10-1;
- d. Hal lain yang dapat mempengaruhi jarak penempatan antena Glide Path terhadap threshold adalah slope/kemiringan landasan pacu khususnya di sekitar touch down/titik pendaratan ke arah threshold di depan antena Gilide Path; secara rinci terdapat ketentuan dan rumus sebagai berikut :
- 1) ICAO menentukan persyaratan ambang batas ketinggian pesawat udara di atas threshold (threshold crossing height / TCH) yaitu 15 m sampai 18m, dan ditentukan 15,70 m (sekitar 50 feet) sebagai standar pendaratan pesawat udara dengan menggunakan fasilitas ILS;
 - 2) Rumus umum untuk penempatan antena Glide Path, sebagai berikut :
 - f) **Pada kondisi landasan pacu yang rata (flat) mulai titik pendaratan sampai dengan Threshold.**

$$D = \frac{TCH}{\tan \theta}$$

Dimana : D = Jarak longitudinal antara Threshold dengan letak antena

TCH = Ambang batas ketinggian pesawat udara diatas Threshold

θ = Sudut nominal untuk pendaratan dengan ILS, sebesar 3°



- b) **Kondisi landasan pacu yang Threshold-nya lebih tinggi dari pada titik pendaratan (up slope)**

$$D_1 = \frac{TCH}{\tan \theta} + \frac{h}{\tan \theta}$$

Dimana : $s = h / D_1$, maka $h = s \times D_1$, sehingga

$$\begin{aligned} D_1 &= \frac{TCH}{\tan \theta} + \frac{s \times D_1}{\tan \theta} \\ &= \frac{TCH}{\tan \theta - s} \end{aligned}$$

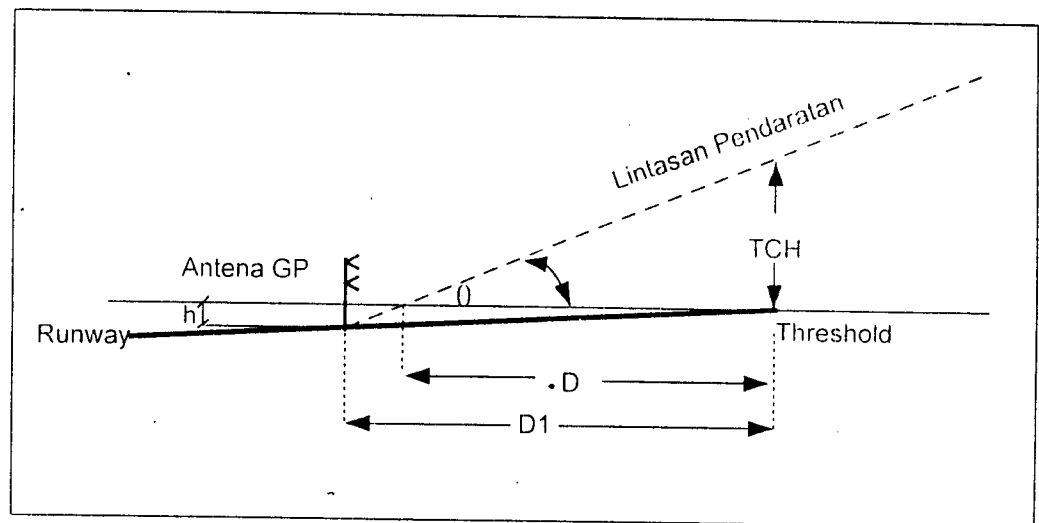
Keterangan :

D_1 = Jarak longitudinal antara Threshold dengan letak antena yang terkoreksi akibat kemiringan landasan pacu

TCH = Ambang batas ketinggian pesawat udara di atas Threshold

θ = Sudut nominal untuk pendaratan dengan ILS, sebesar 3°

s = Kemiringan rata-rata landasan pacu dari titik pendaratan sampai dengan Threshold



- c) Kondisi landasan pacu yang Threshold-nya lebih rendah dari pada titik pendaratan (down slope)

$$D_1 = \frac{TCH}{\tan \theta} - \frac{h}{\tan \theta}$$

Dimana : $s = h / D_1$, maka $h = s \times D_1$ sehingga

$$D_1 = \frac{TCH}{\tan \theta} - \frac{s \times D_1}{\tan \theta} = \frac{TCH}{\tan \theta + s}$$

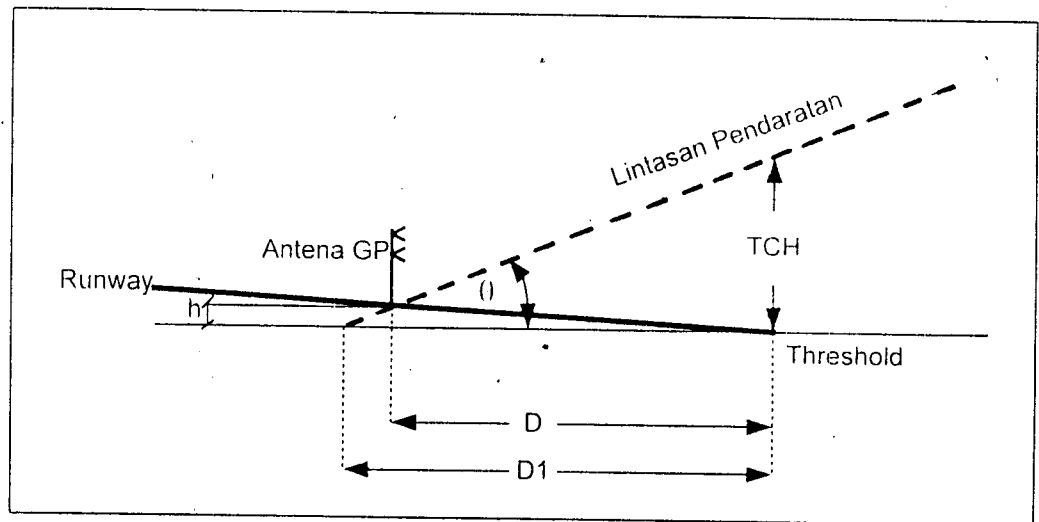
Keterangan :

D = Jarak longitudinal antara Threshold dengan letak antena yang terkoreksi akibat kemiringan landasan pacu

TCH = Ambang batas ketinggian pesawat udara di atas Threshold

θ = Sudut nominal untuk pendaratan dengan ILS, sebesar 3°

s = Kemiringan rata-rata landasan pacu dari titik pendaratan sampai dengan Threshold



2. Kondisi Permukaan Lahan dan Lingkungan

Kondisi lahan pada daerah kritis dan sensitip perataannya ditentukan dengan memenuhi beberapa hal sebagai berikut :

- a. Bebas halangan/obstacle bagi pancaran langsung sinyal Glide Path;
- b. Perataan lahan terutama di daerah kritis idealnya memiliki kerataan sama dengan atau lebih kecil dari 3 Cm;
- c. Tidak terdapat jalan inspeksi serta saluran drainase terbuka khususnya di daerah kritis;
- d. Shoulder di daerah kritis memiliki kemiringan ke samping sebesar 1,5% atau lebih kecil;
- e. Ketinggian permukaan lahan di antena dan shelter peralatan Glide Path mengikuti ketentuan butir 2.d;
- f. Meniadakan, menjauhkan dan mengendalikan setiap obyek/bangunan yang dapat memantulkan/memancarkan kembali pancaran Glide Path sehingga dapat mempengaruhi sinyal panduan Glide Path, baik dalam bentuk gundukan tanah, pagar dari metal ataupun benda tumbuh/semak belukar;
- g. Tidak terdapat jaringan listrik tegangan tinggi yang melintasi kawasan pendekatan dan pendaratan;

- h. Kondisi lingkungan di luar daerah kritis dan sensitif yang tidak memenuhi persyaratan dapat dimungkinkan, sepanjang tidak sampai mempengaruhi kualitas sinyal panduan Localizer yang akan dapat diketahui pada hasil Flight Commissioning
- i. Mempertimbangkan kemungkinan adanya rencana pengembangan bandar udara.

D. STANDAR TEKNIS PENEMPATAN MARKER BEACON.

1. Penempatan Antena dan Shelter.

Mengingat hanya ada 2 (dua) Marker Beacon yang dipasang pada peralatan ILS di Indonesia, maka lokasi penempatan antena dan peralatan Marker, sebagai berikut :

- a. **Outer Marker (OM) :**
 - 1) Lokasi antena ditempatkan pada perpanjangan garis tengah landasan pacu dengan jarak ideal 7,2 Km terhadap threshold terdekat;
 - 2) Bilamana terdapat kendala ketersediaan lahan, antena OM dapat dipasang pada lokasi mulai 6,5 Km sampai dengan 11,1 Km dan maksimal 75 m di sebelah kanan ataupun kiri dari perpanjangan garis tengah landasan pacu;
 - 3) Dalam hal fungsi OM yang digantikan dengan DME ILS, lokasi penempatan DME ILS Colocat&d dengan Glide Path.
- b. **Middle Marker (MM) :**
 - 1) Lokasi antena ditempatkan pada perpanjangan garis tengah landasan pacu dengan jarak idealnya 1050 m terhadap threshold terdekat;
 - 2) Bilamana terdapat kendala ketersediaan lahan, antena MM dapat dipasang pada lokasi mulai 900 m sampai dengan 1200 m dan maksimal 75 m di sebelah kanan ataupun kiri dari perpanjangan garis tengah landasan pacu, periksa Gambar 13;

- 4) Fungsi dari MM tidak dapat digantikan dengan DME ILS, karena sinyal panduan MM kecuali untuk memberikan panduan jarak terhadap threshold, berfungsi juga sebagai pemberi tanda (warning) untuk keputusan dalam proses akhir untuk pendaratan bagi penerbang (decision high)

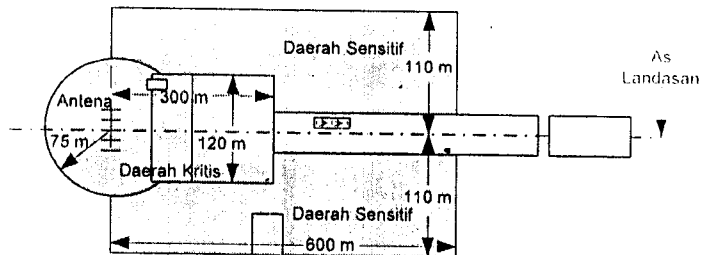
2. Kondisi Permukaan Lahan dan Lingkungan

Kondisi lahan untuk penempatan Antena Marker, tidak memiliki daerah kritis dan sensitip, namun untuk memperoleh bentuk dan pancaran sinyal panduan Marker harus memenuhi beberapa hal berikut, yaitu :

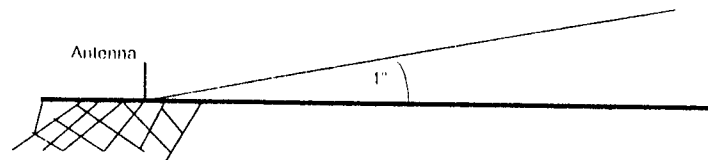
- a. Tidak terdapat halangan/obstacle yang melebihi ketinggian permukaan kerucut dengan sudut 20 derajat pada permukaan horisontal ketinggian antena;
- b. Shelter peralatan Marker dapat ditempatkan di depan/belakang antena dengan jarak sekitar 1 m dari bagian terluar bangunan shelter terhadap bagian terluar dari antena;
- c. Lahan yang diperlukan minimal 10 m x 10 m, periksa Gambar 11 dan Gambar 12.

PERSYARATAN PENEMPATAN INSTRUMENT LANDING SYSTEM
(ILS-LOCALIZER)

9-1 GAMBAR LUAS LAHAN DAN LOKASI PERLETAKAN ILS-LOCALIZER



9-2 GAMBAR PERSYARATAN BATAS KETINGGIAN BANGUNAN DAN BENDA
TUMBUH DI SEKITAR ILS-LOCALIZER



Sampai dengan jarak 20 km dari antena ke arah landasan, ketinggiannya maksimum bangunan dan benda tumbuh ditentukan oleh sudut bidang datar sebagaimana ditentukan pada Gambar 9-2

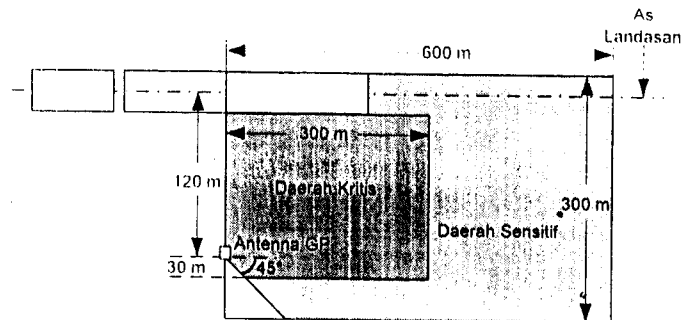
BATAS BANGUNAN DAN BENDA TUMBUH

- Ketinggian lahan di antena Localizer sama dengan ketinggian threshold runway
- Peralatan shoulder di daerah kritis ≤ 3 cm
- Pada daerah kritis ILS Localizer tidak boleh terdapat gundukan tanah, bangunan dan pohon yang dapat mengganggu pancaran Localizer

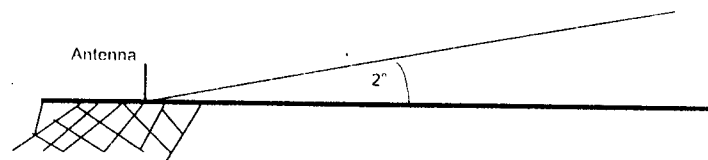
Gambar 9.
Persyaratan Penempatan ILS-Localizer

PERSYARATAN PENEMPATAN INSTRUMENT LANDING SYSTEM
(ILS-GLIDE PATH)

10-1 GAMBAR LUAS LAHAN DAN LOKASI PERLETAKAN ILS-GLIDE
PATH



10-2 GAMBAR PERSYARATAN BATAS KETINGGIAN BANGUNAN DAN BENDA
TUMBUH DI SEKITAR ILS-GLIDE PATH



Sampai dengan jarak 6.000 m dari titik tengah antena ke arah pendaratan bangunan dan benda tumbuh ditentukan oleh sudut sebagaimana pada Gambar 10-2

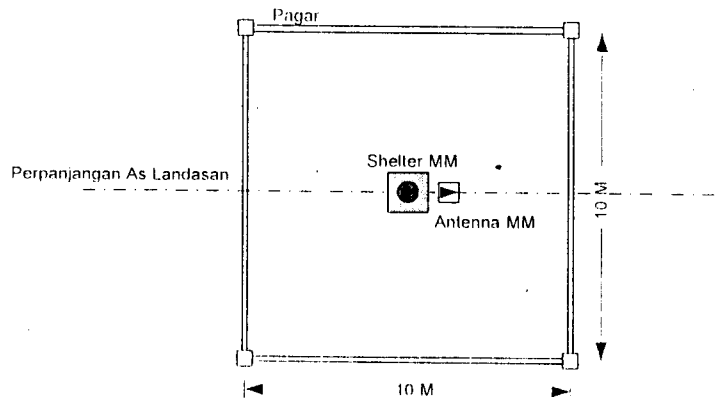
BATAS BANGUNAN DAN BENDA TUMBUH

- Kemiringan shoulder di daerah kritis $\leq 1.5\%$
- Peralatan shoulder di daerah kritis ≤ 3 cm
- Pada daerah kritis dan sensitif tidak boleh terdapat bangunan, gundukan tanah dan pepohonan yang dapat mengganggu pacaran Glide Path

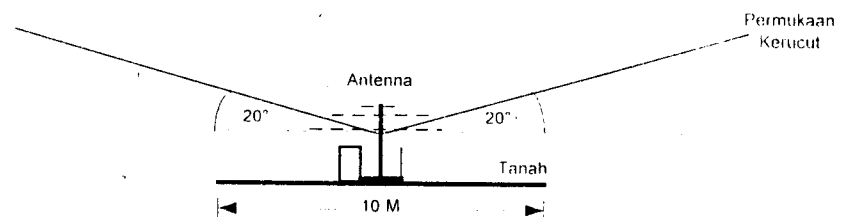
Gambar 10.
Persyaratan Penempatan ILS-Glide Path

PERSYARATAN PENEMPATAN INSTRUMENT LANDING SYSTEM
(ILS-MIDDLE MARKER)

11-1 GAMBAR LUAS LAHAN DAN LOKASI PERLETAKAN ILS-MIDDLE MARKER



11-2 GAMBAR PERSYARATAN BATAS KETINGGIAN BANGUNAN DAN BENDA
TUMBUH DI SEKITAR ILS MIDDLE MARKER



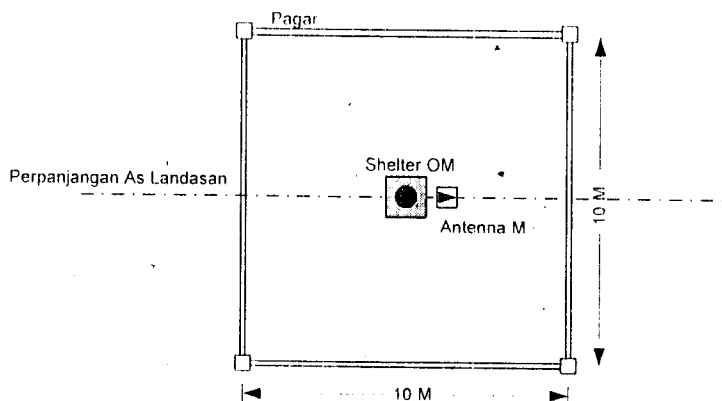
BATAS BANGUNAN DAN BENDA TUMBUH

Sampai dengan radius 60 m dari pusat antenna ketinggian bangunan dan benda tumbuh dibatasi oleh permukaan kerucut sebagaimana pada Gambar 11-2

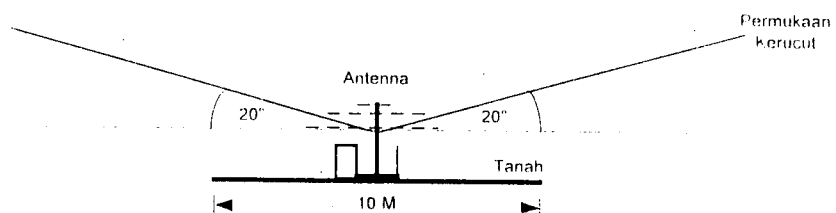
Gambar 11.
Persyaratan Penempatan ILS-Middle Marker

PERSYARATAN PENEMPATAN INSTRUMENT LANDING SYSTEM
(ILS-OUTER MARKER)

12-1 GAMBAR LUAS LAHAN DAN LOKASI PERLETAKAN ILS-OUTER MARKER



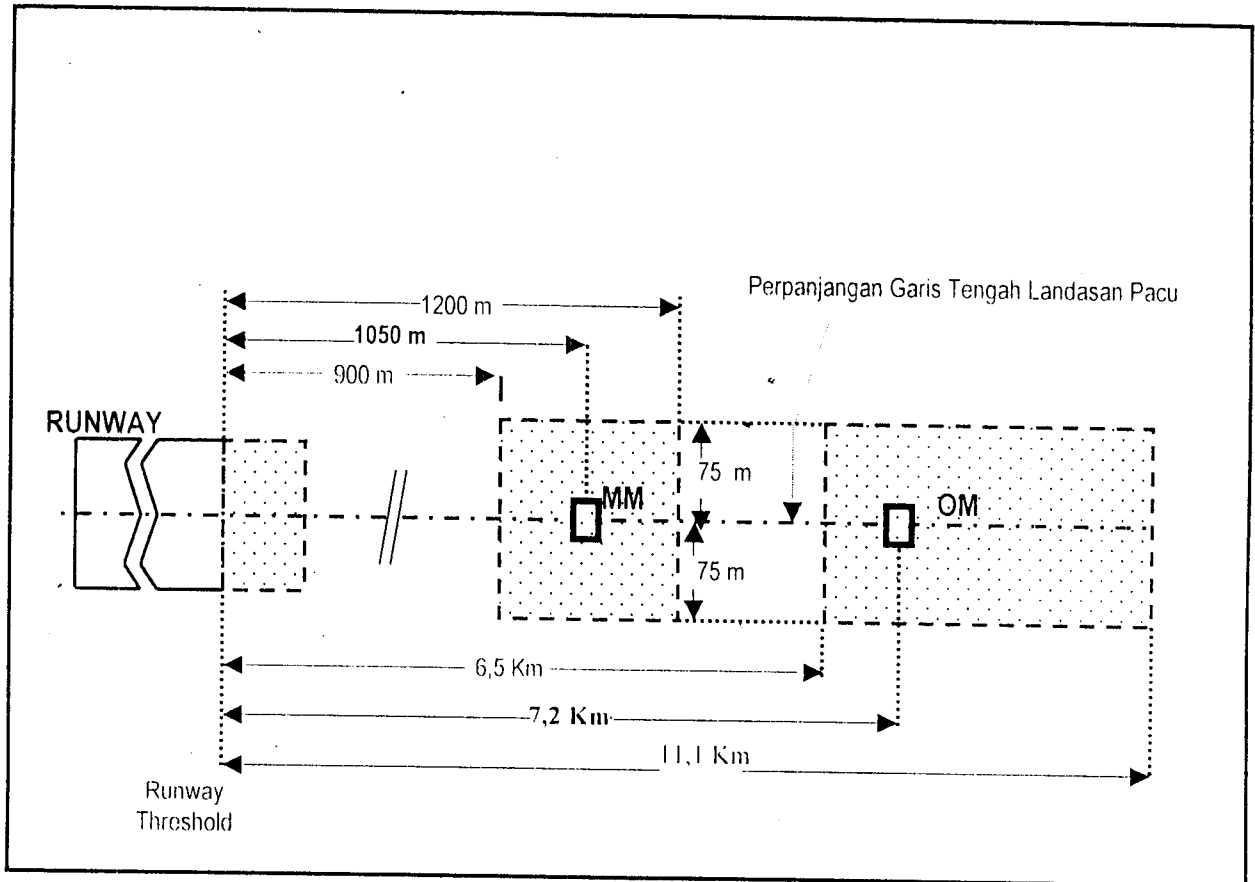
12-2 GAMBAR PERSYARATAN BATAS KETINGGIAN BANGUNAN DAN BENDA
TUMBUH DI SEKITAR ILS OUTER MARKER



BATAS BANGUNAN DAN BENDA TUMBUH

Sampai dengan radius 60 m batas ketinggian bangunan-bangunan dan benda tumbuh dibatasi oleh permukaan kerucut sebagaimana pada Gambar 12-2

Gambar 12.
Persyaratan Penempatan ILS-Outer Marker



Gambar 13.

Persyaratan Penempatan MM dan OM

BAB VIII
STANDARD PENEMPATAN PAPI/APAPI SYSTEM

A. UMUM

Precision Approach Path Indicator (PAPI) merupakan salah satu alat pendaratan visual yang berfungsi memandu pesawat udara yang akan mendarat dengan memberikan sudut pendaratan yang tepat kepada pesawat udara tersebut. Untuk landasan pacu yang telah dilengkapi ILS, maka besarnya sudut pendaratan PAPI harus sama dengan sudut pendaratan yang diberikan oleh Glide Slope ILS.

B. STANDAR TEKNIS PENEMPATAN PAPI/APAPI

1. Obstruction Protection Surface

Sebelum menetapkan lokasi unit-unit PAPI/APAPI terlebih dahulu harus ditetapkan bidang proteksi (lahan penempatan PAPI/APAPI) terhadap rintangan yang ada (obstruction protection surface).

Karakteristik dari bidang proteksi ini, seperti titik awal pelebaran (origin divergence), panjang dan besar sudutnya harus mengikuti spesifikasi dalam kolom terkait pada Tabel 1. dan Gambar 14. dibawah ini.

Tabel 1 Dimensions and slopes of the obstacle protection surface

Surface dimensions	Runway type/code number							
	Non-instrument ^a Code number				Instrument Code number			
	1	2	3	4	1	2	3	4
Length of inner edge	60 m	80 m	150m	150m	150m	150m	300m	300m
Distance from threshold	30 m	60 m	60 m	60 m	60 m	60 m	60 m	60 m
Divergence (each side)	10%	10%	10%	10%	15%	15%	15%	15%
Total length	7500 m	7500 m	15000 m	15000 m	7500 m	7500 m ^b	15000 m	15000 m
Slope								
a) PAPI ^a	-	A- 0.57°	A- 0.57°	A-0.57°	A- 0.57°	A- 0.57°	A-0.57°	A- 0.57°
b) APAPI ^a	A-0.9°	A- 0.9°	-	-	A- 0.9°	A- 0.9°	-	-

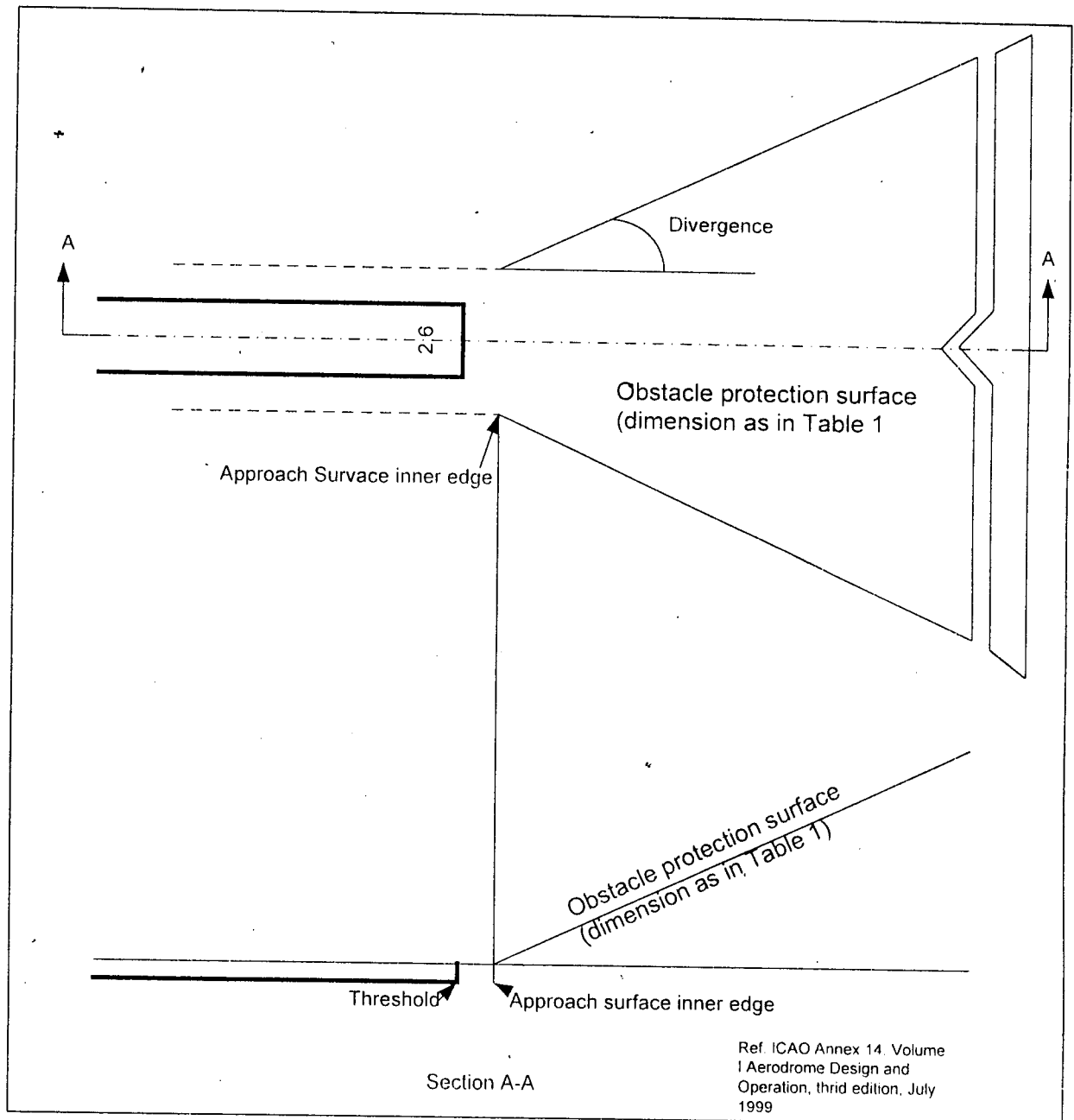
Surface dimensions	Runway type/code number							
	Non-instrument Code number				Instrument Code number			
	1	2	3	4	1	2	3	4
a. Angle as indicated in Gambar 14. Ref. ICAO ANNEX 14 Volume I Aerodrome Design and Operation, third edition July 1999								

Bangunan/obyek yang ada, baru atau pertumbuhan dari bangunan/obyek lama tidak dibenarkan berada di atas bidang proteksi seperti yang dijelaskan pada Tabel 1. tersebut diatas, karena akan mengganggu operasional penerbangan saat akan mendarat atau tinggal landas.

Bila studi aeronautical mengindikasikan bahwa obyek yang telah ada berada di atas bidang proteksi dapat menimbulkan akibat yang merugikan terhadap keselamatan operasi penerbangan, maka beberapa hal dibawah ini dapat dipertimbangkan :

- a. Meningkatkan secukupnya sudut pendaratan (approach slope) dari sistem.
- b. Mengurangi sudut pelebaran (azimuth spread) dari sistem, sehingga obyek berada diluar perbatasan bidang.
- c. Merubah arah dari sistem dan bidang proteksinya, tetapi tidak boleh lebih dari 5°.
- d. Memindahkan Threshold secukupnya.
- e. Bila c) dan d) tidak dapat dilaksanakan, pindahkan secukupnya sistem menjauhi ambang landasan (Threshold) untuk menambah ketinggian pesawat saat melintas ambang landasan (Threshold Crossing Height) sehingga sama dengan ketinggian obyek.

Obstruction Protection Surface dapat juga ditetapkan dengan berpedoman pada ICAO Aerodrome Design Manual Part 4, Visual Aids (Doc. 9157-AN/901) yang disebut juga sebagai Obstruction Clearance Surface (OCS), yang menetapkan berupa bidang 1° dibawah sudut yang ditetapkan sebagai batas bawah indikasi "ON-SLOPE" (sudut pendaratan yang dipersyaratkan).

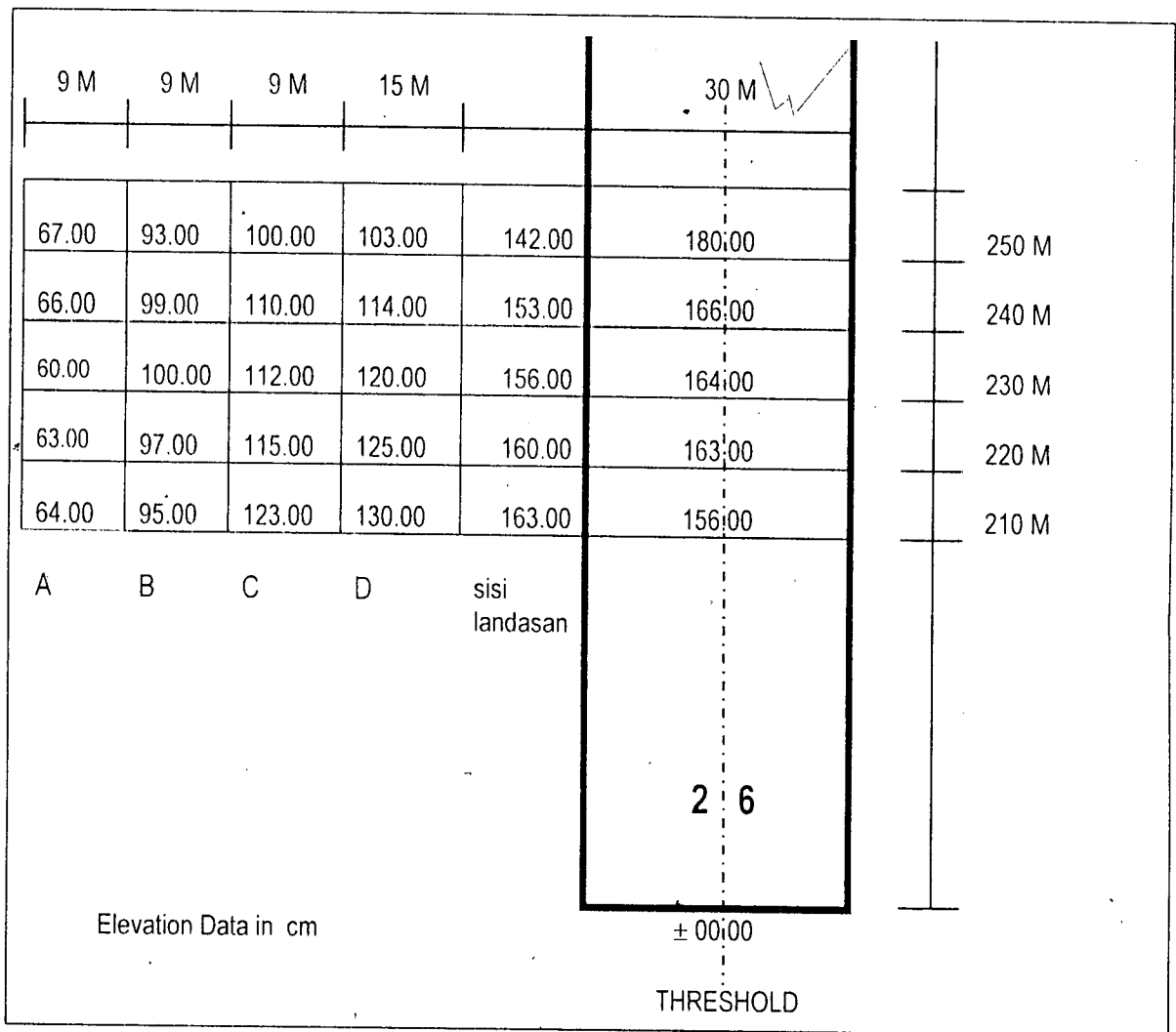


Gambar 14. Obstacle Protection Surface

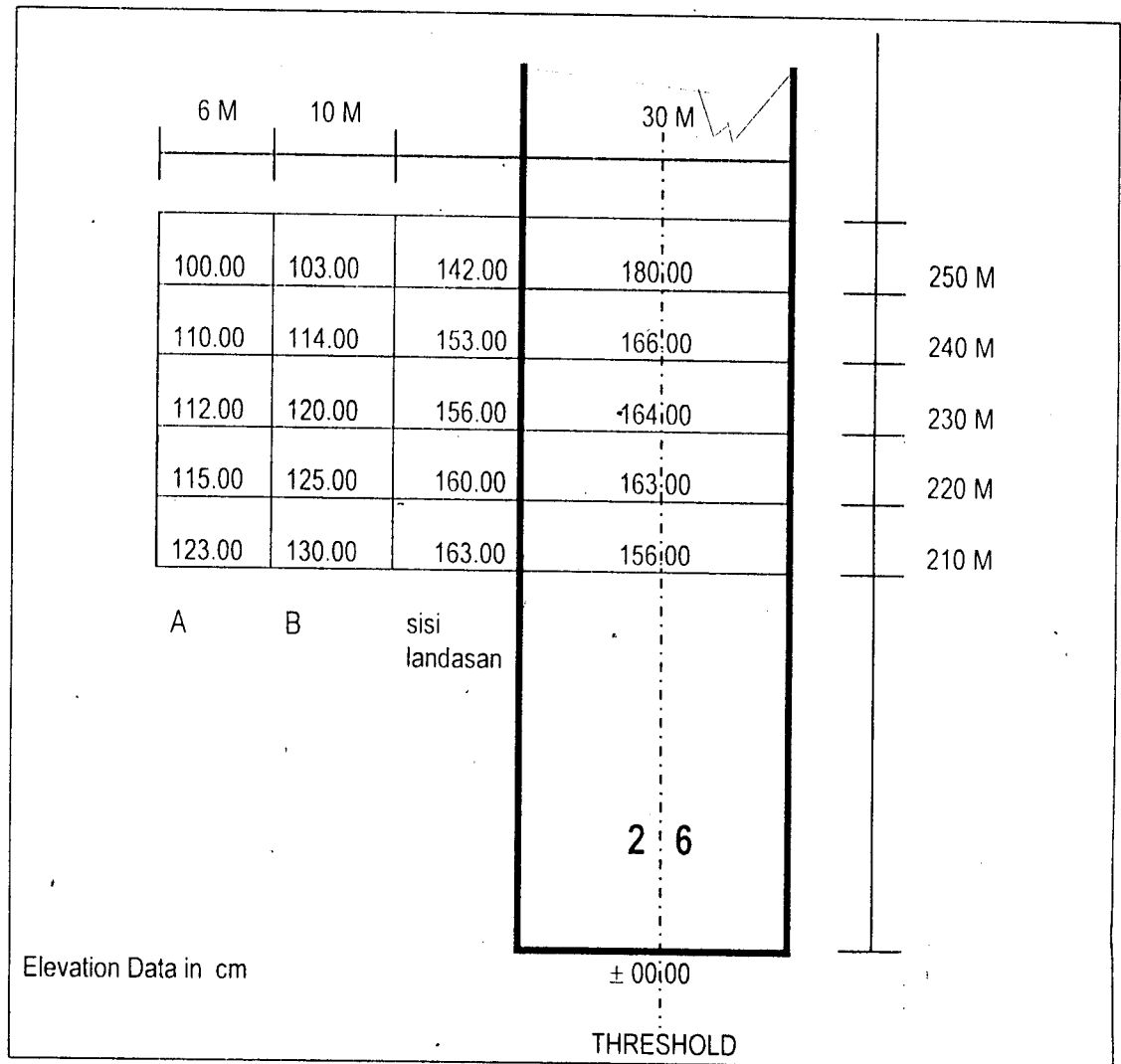
2. Pengukuran Ketinggian/Elevasi.

Pengukuran ketinggian elevasi permukaan tanah di sekitar bahu landasan dimana unit-unit PAPI/APAPI akan dipasang, perlu diukur secara tepat seperti yang dijelaskan pada Gambar 15. dan Gambar 16 dibawah ini.

Titik-titik yang harus diukur dengan jarak antara titik-titik adalah 10 M, dilakukan sepanjang garis tengah landasan pacu, sisi landasan pacu dan garis pada bahu landasan yang paralel dengan landasan pacu dengan jarak dari tepi landasan pacu adalah 15 M, 24 M, 33 M dan 42 M (untuk PAPI) atau 10 M, serta 16 M (untuk APAPI).



Gambar 15. Land Profile PAPI at Runway -- 26



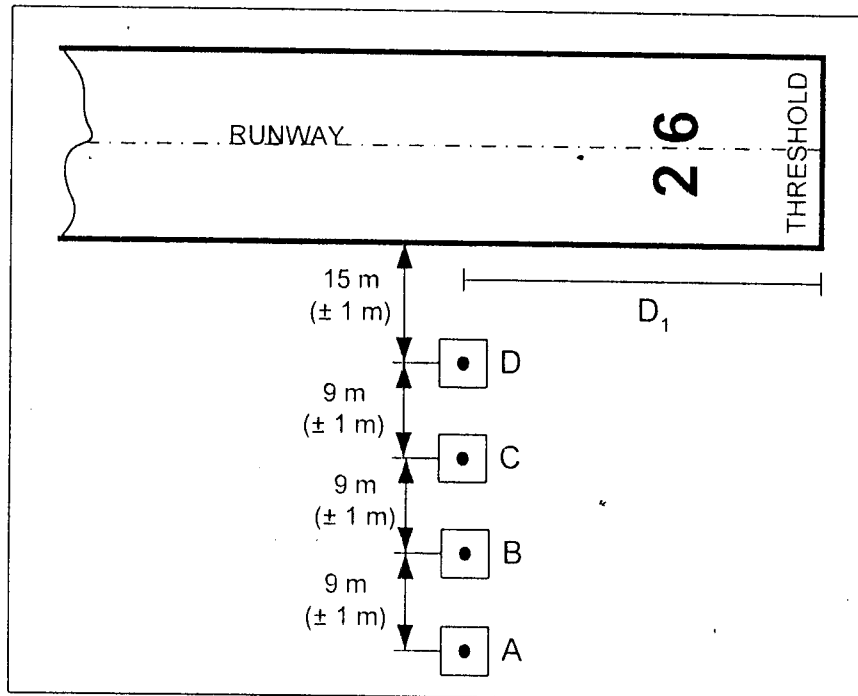
Gambar 16. Land Profile APAPI at Runway -26

3. Konfigurasi PAPI / APAPI

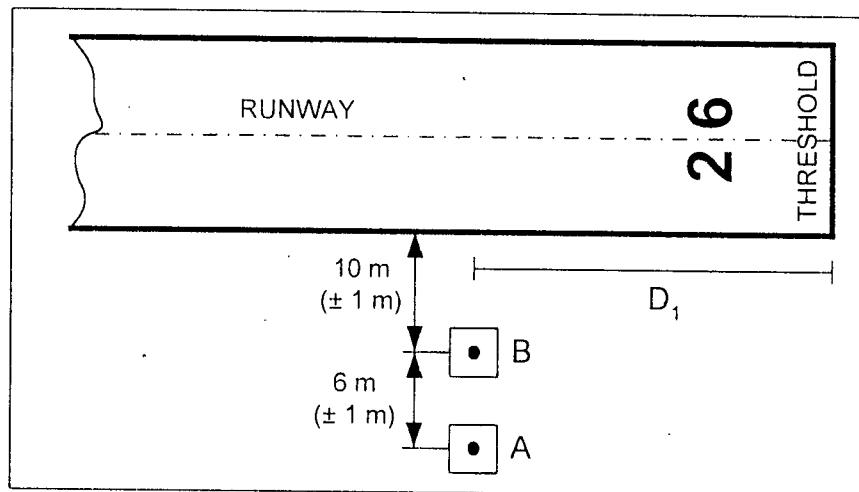
Konfigurasi PAPI System terdiri dari 4 (empat) unit yang dipasang berjajar pada bahu landasan pada jarak 15 m (± 1 m) dari tepi landasan pacu, selanjutnya jarak antar unit PAPI adalah 9 m (± 1 m). Ke 4 (empat) unit PAPI tersebut harus dipasang dalam satu garis yang tegak lurus dengan garis tengah landasan pacu.

Konfigurasi APAPI System terdiri dari 2 (dua) unit lampu dengan jarak pemasangannya 10 m (± 1 m) dari sisi landasan pacu, selanjutnya jarak antar unit-

unitnya adalah 6 m (\pm m). Jarak antara ambang landasan dengan unit-unit PAPI/APAPI inilah yang akan dijelaskan pada pasal-pasal berikut dibawah ini. Serta konfigurasi PAPI/APAPI dapat dilihat pada Gambar 17 dan Gambar 18 dibawah ini.



Gambar 17. Typical PAPI Wing Bar



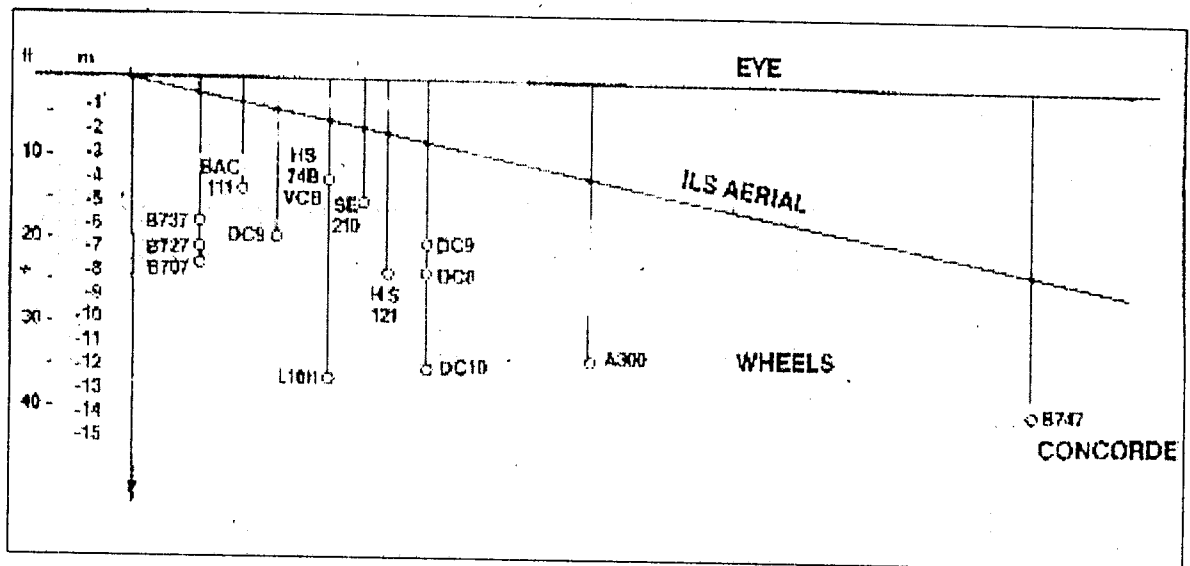
Gambar 18. Typical APAPI Wing Bar

4. Pengelompokan Jenis Pesawat Terbang Yang Beroperasi

Data kelompok jenis pesawat terbang yang beroperasi di bandara diperlukan untuk :

- Menetapkan sudut pendaratan (Approach Glide Slope).
- Mengetahui jarak antara mata penerbang dengan antena pesawat udara. (Eye to Aerial Height/EAH) pada posisi akan mendarat (flare position).
EAH ini diperlukan untuk menetapkan lokasi PAPI pada landasan pacu yang telah dilengkapi dengan ILS.
- Mengetahui jarak antara mata penerbang dengan roda pesawat (Eye to Wheel Height/EWH) pada posisi akan mendarat (Flare position).

Data tersebut dapat dilihat pada Gambar 19 atau Tabel 2 dan Tabel 3 dibawah ini.



Gambar 19. Give the eye to aerial and to wheels heights, for various acroplanes in approach altitude (Ref. ICAO Visual Aids Panel VAP/II meeting report recommendation 5/1 table 5.A).

Table 2. Vertical distance between critical points on aircraft At maximum pitch attitude (Approach at VREF) (ILS)

Aircraft model	2.5 degree glide slope						3 degree glide slope					
	Pitch att (deg) Flap setting Gross weight (Kg)	Eye path to ILS beam (feet) H2	ILS beam to wheel path (feet) H	Eye path to wheel path (feet) H1	ILS antenna above wheels (feet) H3	Pilot's eye above wheels (feet) H4	Pitch attitude (degree)	Eye path to ILS beam (feet) H2	ILS beam to wheel path (feet) H	Eye path to wheel path (feet) H1	ILS antenna above wheels (feet) H3	Pilot's eye above wheels (feet) H4
A300-B2, B4	5.3 25 130 000	9.1	22.9	32.0	19.6	28.7	4.9	9.1	22.9	32.0	18.9	28.1
A300-600	5.9 40/30 139 000	9.1	23.4	32.5	20.1	29.2	5.4	9.1	23.4	32.6	19.5	28.6
A310-300	5.5 40/30 118 000	9.1	20.7	29.8	17.9	27.0	5.0	9.1	20.8	29.9	17.4	26.5
A320	5.0 - -	6.0	17.3	23.3	15.0	21.2	5.0	6.0	17.8	23.8	15.0	21.2
B702-120/220	1.9 50 60 782	1.0	19.4	20.4	16.5	17.7	1.4	1.0	19.4	20.4	15.9	17.2
B707-120B	3.0 40 64 865	1.0	20.6	21.6	17.8	18.9	2.5	1.0	20.6	21.6	17.2	18.4
B707-138	3.0 40 58 968	1.0	20.1	20.1	17.5	18.6	2.5	1.0	20.1	21.1	17.0	18.2
B707-138B	3.0 40 63 050	1.0	20.1	20.1	17.5	18.6	2.5	1.0	20.1	21.1	17.0	18.2
B707-320/420	1.8 50 73 030	1.0	19.9	21.0	16.8	18.0	1.3	1.0	19.9	21.0	16.1	17.4

Aircraft model	2.5 degree glide slope						3 degree glide slope					
	Pitch att (deg) Flap setting Gross weight (Kg)	Eye path to ILS beam (feet) H2	ILS beam to wheel path (feet) H	Eye path to wheel path (feet) H1	ILS antenna above wheels (feet) H3	Pilot's eye above wheels (feet) H4	Pitch attitude (degree)	Eye path to ILS beam (feet) H2	ILS beam to wheel path (feet) H	Eye path to wheel path (feet) H1	ILS antenna above wheels (feet) H3	Pilot's eye above wheels (feet) H4
B707-320B/C (ADV)	3.9 40 112 039	0.9	22.5	23.4	19.4	20.5	3.4	0.9	22.6	23.5	18.9	20.0
B707-320B (NON ADV)	2.6 40 81 648	1.0	20.9	21.9	17.8	18.9	2.1	1.0	20.9	21.9	17.1	18.4
B720	3.6 50 79 380	0.9	21.1	22.0	18.2	19.4	3.1	0.9	21.1	22.0	17.7	18.8
B720B	2.5 50 79 380	1.0	19.9	20.9	17.0	18.2	2.0	1.0	19.9	20.9	16.4	17.6
B727-100	4.5 30 43 772	0.8	21.4	22.3	18.6	19.7	4.0	0.8	21.4	22.3	18.1	19.2
B727-100 WITH EXT FWD CG	4.3 30 43 772	0.9	21.2	22.0	18.4	19.5	3.8	0.9	21.2	22.1	17.9	19.0
B727-200	4.3 30 49 216	0.9	22.4	23.2	19.2	20.2	3.8	0.9	22.4	23.2	18.5	19.6
B737-100	4.3 25 36 288	0.9	17.5	18.3	15.6	16.7	3.8	0.9	17.5	18.3	15.2	16.3
B737-200	4.65 25 34 020	0.8	18.1	18.9	16.1	17.1	4.1	0.8	18.1	18.9	15.7	16.7
B737-200 (ADV)	7.0 15 36 288	0.6	19.9	20.6	18.0	18.9	6.45	0.6	19.9	20.5	17.5	18.4

47

Aircraft model	2.5 degree glide slope						3 degree glide slope					
	Pitch att (deg) Flap setting Gross weight (Kg)	Eye path to ILS beam (feet) H2	ILS beam to wheel path (feet) H	Eye path to wheel path (feet) H1	ILS antenna above wheels (feet) H3	Pilot's eye above wheels (feet) H4	Pitch attitude (degree)	Eye path to ILS beam (feet) H2	ILS beam to wheel path (feet) H	Eye path to wheel path (feet) H1	ILS antenna above wheels (feet) H3	Pilot's eye above wheels (feet) H4
B737-300	7.1 15 39 463	0.6	20.5	21.2	18.4	19.2	6.6	0.6	20.5	21.2	18.0	18.9
B737-400	6.1 15 41 504	0.7	20.7	21.4	18.3	19.2	5.6	0.7	20.7	21.4	17.8	18.7
B737-500	7.5 15 38 556	0.6	20.1	20.7	18.2	19.0	7.0	0.6	20.1	20.7	17.8	18.6
B747-100/200 (WING GEAR)	5.05 25 170 100	20.4	24.1	44.6	20.6	40.9	4.6	20.4	24.2	44.7	19.9	40.2
B747-100/200 (BODY GEAR)	5.05 25 170 100	20.4	24.1	44.5	20.0	40.3	4.6	20.4	24.2	44.6	19.3	39.6
B747SP (WING GEAR)	5.2 30 156 492	20.4	21.8	42.2	18.9	39.3	4.7	20.4	21.8	42.2	18.3	38.6
B747SP (BODY GEAR)	5.2 30 156 492	20.4	21.9	42.3	18.6	38.9	4.7	20.4	21.9	42.3	17.8	38.1
B747-300 (WING GEAR)	5.5 25 190 512	20.9	24.4	45.3	20.8	41.6	5.0	21.0	24.4	45.3	20.1	40.9
B757-200	5.9 25 70 762	6.1	22.4	28.5	19.0	25.3	5.4	6.1	22.4	28.5	18.4	24.7
B767-200 B767-200ER	5.25 25 102 786	6.6	23.5	30.2	20.4	27.2	4.75	6.6	23.5	30.2	19.7	26.6

Aircraft model	2.5 degree glide slope						3 degree glide slope					
	Pitch att (deg) Flap setting Gross weight (Kg)	Eye path to ILS beam (feet) H2	ILS beam to wheel path (feet) H	Eye path to wheel path (feet) H1	ILS antenna above wheels (feet) H3	Pilot's eye above wheels (feet) H4	Pitch attitude (degree)	Eye path to ILS beam (feet) H2	ILS beam to wheel path (feet) H	Eye path to wheel path (feet) H1	ILS antenna above wheels (feet) H3	Pilot's eye above wheels (feet) H4
B767-300	4.6 25 107 503	6.7	24.0	30.7	20.3	27.2	4.1	6.7	24.0	30.7	19.6	26.5
B767-300ER	3.9 25 109 771	6.8	23.0	29.7	19.3	26.3	3.4	6.8	23.0	29.7	18.6	25.6
DC-8-51.5	2.6 35 108 864	6.5	17.0	23.5	13.8	20.7	2.6	6.5	17.0	23.5	13.2	20.1
DC-8-61.7	-0.7 35 108 864	6.9	13.6	20.6	9.6	16.8	-0.7	6.9	13.6	20.6	8.8	16.1
DC-8-62.7	2.3 35 108 864	6.5	16.9	23.5	13.6	20.5	2.3	6.5	16.9	23.5	13.0	19.9
DC-8-63.7	2.3 35 124 740	6.5	18.5	25.0	14.4	21.3	2.3	6.5	18.5	25.0	13.6	20.6
DC-9-10	-1.3 50 37 059	6.6	7.7	14.3	5.6	12.5	-1.3	6.6	7.7	14.3	5.2	12.1
DC-9-20	7.0 25 42 366	5.4	14.7	20.2	12.6	18.4	7.0	5.4	14.7	20.2	12.2	18.1
DC-9-30	6.9 25 46 267	5.5	16.3	21.7	13.8	19.6	6.9	5.5	16.3	21.7	13.3	19.1
DC-9-33.3	5.9 25 46 267	5.6	15.5	21.1	13.0	19.0	5.9	5.6	15.6	21.1	12.5	18.5

Aircraft model	2.5 degree glide slope						3 degree glide slope					
	Pitch att (deg) Flap setting Gross weight (Kg)	Eye path to ILS beam (feet) H2	ILS beam to wheel path (feet) H	Eye path to wheel path (feet) H1	ILS antenna above wheels (feet) H3	Pilot's eye above wheels (feet) H4	Pitch attitude (degree)	Eye path to ILS beam (feet) H2	ILS beam to wheel path (feet) H	Eye path to wheel path (feet) H1	ILS antenna above wheels (feet) H3	Pilot's eye above wheels (feet) H4
DC-9-40	5.9 25 46 267	5.6	16.0	21.6	13.4	19.3	5.9	5.6	16.0	21.6	12.9	18.9
DC-9-50	6.8 25 49 896	5.5	17.8	23.3	15.0	20.8	6.8	5.5	17.8	23.3	14.4	20.3
DC-10-10	5.3 35 164 657	6.5	29.6	36.1	25.3	32.0	5.3	6.5	29.6	36.1	24.5	31.2
DC-10-30	6.1 35 195 048	6.4	31.0	37.4	26.7	33.3	6.1	6.4	31.0	37.4	25.8	32.5
DC-10-40	7.0 35 181 440	6.3	32.5	38.8	28.2	34.8	7.0	6.3	32.5	38.8	27.4	34.0
Fokker 50	0.4 26.5 15 075	1.9	9.8	11.7	8.3	10.5	0.0	1.8	9.9	11.8	8.0	10.3
Fokker 100	4.5 25 36 000	2.7	16.4	19.1	14.0	16.9	4.0	2.7	16.4	19.1	13.5	16.5
MD-80	6.5 28 58 968	5.9	20.3	26.1	16.9	23.1	6.5	5.9	20.3	26.1	16.3	22.6
MD-87	6.6 28 58 968	5.5	18.8	24.3	15.9	21.7	6.6	5.5	18.8	24.3	15.3	21.2

Ref. Aerodrome Design Manual, Path 4 Visual Aids, third edition 1993 (Doc. 9157-AN.901)

Table 3. Vertical distance between critical points on aircraft at minimum pitch attitude (Approach at VREF + 20) (ILS)

Aircraft model	2.5 degree glide slope						3 degree glide slope					
	Pitch att (deg) Flap setting Gross weight (Kg)	Eye path to ILS beam (feet) H2	ILS beam to wheel path (feet) H	Eye path to wheel path (feet) H1	ILS antenna above wheels (feet) H3	Pilot's eye above wheels (feet) H4	Pitch attitude (degree)	Eye path to ILS beam (feet) H2	ILS beam to wheel path (feet) H	Eye path to wheel path (feet) H1	ILS antenna above wheels (feet) H3	Pilot's eye above wheels (feet) H4
A300-B2, B4	1.4 25 130 000	9.2	17.7	26.9	14.4	23.5	0.9	9.2	17.8	26.9	13.7	22.9
A300-600	1.9 40/30 139 000	9.2	18.1	27.3	14.8	23.9	1.4	9.2	18.2	27.3	14.1	23.3
A310-300	1.2 40/30 118 000	9.2	15.9	25.1	13.0	22.2	0.8	9.2	16.0	25.1	12.5	21.7
A320	2.0 50 118 000	6.3	14.5	20.8	12.1	18.7	2.0	6.3	15.0	21.3	12.1	18.6
B702-120/220	-1.9 50 60 782	1.3	15.0	16.4	12.1	13.6	-2.4	1.3	15.0	16.4	11.5	13.1
B707-120B	-1.6 50 64 865	1.3	15.4	16.7	12.5	14.0	-2.1	1.3	15.4	16.7	11.9	13.4
B707-138	-1.7 50 58 968	1.3	15.2	16.5	12.5	14.0	-2.2	1.3	15.2	16.5	12.0	13.5
B707-138B	-1.5 50 63 050	1.3	15.4	16.7	12.7	14.2	-2.0	1.3	15.4	16.7	12.2	13.7
B707-320-420	-2.1 50 73 030	1.3	15.0	16.4	11.8	13.4	-2.5	1.4	15.0	16.4	11.2	12.8

50

Aircraft model	2.5 degree glide slope						3 degree glide slope					
	Pitch att (deg) Flap setting Gross weight (Kg)	Eye path to ILS beam (feet) H2	ILS beam to wheel path (feet) H	Eye path to wheel path (feet) H1	ILS antenna above wheels (feet) H3	Pilot's eye above wheels (feet) H4	Pitch attitude (degree)	Eye path to ILS beam (feet) H2	ILS beam to wheel path (feet) H	Eye path to wheel path (feet) H1	ILS antenna above wheels (feet) H3	Pilot's eye above wheels (feet) H4
B707-320B/C (ADV)	-0.9 50 71 669	1.3	16.5	17.8	13.3	14.8	-1.4	1.3	16.5	17.8	12.7	14.2
B707-320B (NON ADV)	-1.7 50 69 401	1.3	15.5	16.8	12.3	13.8	-2.2	1.3	15.5	16.8	11.7	13.2
B720	-0.3 50 57 607	1.2	16.7	17.9	13.8	15.2	-0.8	1.2	16.7	17.9	13.2	14.6
B720B	-1.3 50 59 875	1.3	15.5	16.8	12.6	14.1	-1.8	1.3	15.5	16.0	12.0	13.5
B727-100	-2.3 50 43 772	1.4	13.8	15.2	11.0	12.6	-2.9	1.4	13.7	15.1	10.3	11.9
B727-100 WITH EXT FWD CG	-2.3 40 43 772	1.4	13.8	15.2	11.1	12.6	-2.0	1.4	13.9	15.2	10.4	12.0
B727-200	-2.0 40 48 989	1.3	14.3	15.6	11.0	12.5	-2.5	1.4	14.3	15.6	10.3	11.9
B737-100	-3.0 40 44 906	1.4	12.0	13.4	10.1	11.7	-3.5	1.4	12.0	13.4	9.7	11.3
B737-200	-2.5 40 34 020	1.4	12.4	13.8	10.3	11.9	-3.0	1.4	12.4	13.8	9.9	11.5
B737-200 (ADV)	-1.0 40 34 020	1.3	13.6	14.9	11.6	13.0	-1.5	1.3	13.6	14.9	11.2	12.6

Aircraft model	2.5 degree glide slope						3 degree glide slope					
	Pitch att (deg) Flap setting Gross weight (Kg)	Eye path to ILS beam (feet) H2	ILS beam to wheel path (feet) H	Eye path to wheel path (feet) H1	ILS antenna above wheels (feet) H3	Pilot's eye above wheels (feet) H4	Pitch attitude (degree)	Eye path to ILS beam (feet) H2	ILS beam to wheel path (feet) H	Eye path to wheel path (feet) H1	ILS antenna above wheels (feet) H3	Pilot's eye above wheels (feet) H4
B737-300	-0.6 40 51 710	1.2	14.0	15.2	11.8	13.2	-1.1	1.2	14.0	15.2	11.8	13.2
B737-400	-0.8 40 54 886	1.3	14.0	15.3	11.6	13.0	-1.3	1.3	14.0	15.3	11.1	12.6
B737-500	-0.5 40 49 896	1.2	13.9	15.1	11.9	13.3	-1.0	1.2	13.9	15.1	11.5	12.9
B747-100.200 (WING GEAR)	-0.75 30 170 100	20.2	15.8	36.0	12.1	32.1	-1.25	20.2	15.8	36.0	11.4	31.4
B747-100.200 (BODY GEAR)	-0.75 30 170 100	20.2	14.6	34.8	10.5	30.5	-1.25	20.2	14.6	34.8	9.6	29.6
B747SP (WING GEAR)	1.4 30 156 492	20.3	17.5	37.8	14.6	34.7	0.9	20.3	17.5	37.8	14.0	34.1
B747SP (BODY GEAR)	1.4 30 156 492	20.3	16.8	37.1	13.5	33.6	0.9	20.3	16.8	37.2	12.8	32.9
B747-300 (WING GEAR)	0.5 30 255 830	20.8	17.2	38.0	13.5	34.2	0.0	20.8	17.2	38.0	12.8	33.4
B757-200	-0.3 30 89 813	6.5	14.1	20.7	10.7	17.4	-0.8	6.6	14.1	20.7	10.0	16.8
B767-200	-0.2 30 123 379	7.1	16.6	23.7	13.3	20.6	-0.7	7.1	16.6	23.7	12.7	20.0

Aircraft model	2.5 degree glide slope						3 degree glide slope					
	Pitch att (deg) Flap setting Gross weight (Kg)	Eye path to ILS beam (feet) H2	ILS beam to wheel path (feet) H	Eye path to wheel path (feet) H1	ILS antenna above wheels (feet) H3	Pilot's eye above wheels (feet) H4	Pitch attitude (degree)	Eye path to ILS beam (feet) H2	ILS beam to wheel path (feet) H	Eye path to wheel path (feet) H1	ILS antenna above wheels (feet) H3	Pilot's eye above wheels (feet) H4
B767-200 B767-200ER	-0.2 30 129 276	7.1	16.6	23.7	13.3	20.6	-0.7	7.1	16.6	23.7	12.7	20.0
B767-300	0.2 30 136 080	7.1	17.6	24.6	13.9	21.1	-0.3	7.1	17.6	24.7	13.2	20.4
B767-300ER	0.1 30 145-152	7.0	17.4	24.5	13.7	21.0	-0.4	7.1	17.4	24.5	13.0	20.3
DC-8-51 5	-1.1 35 108 864	7.0	12.3	19.3	9.2	16.4	-1.1	7.0	12.3	19.3	8.5	15.9
DC-8-61 7	-3.2 35 108 864	7.3	9.6	16.8	5.5	13.1	-3.2	7.3	9.6	16.9	4.7	12.3
DC-8-62 7	-1.0 35 108 864	7.0	12.6	19.6	9.2	16.5	-1.0	7.0	12.6	19.6	8.6	15.9
DC-8-63 7	-0.8 35 124 740	6.9	13.5	20.4	9.4	16.7	-0.8	6.9	13.5	20.4	8.6	15.9
DC-9-10	-5.1 50 37 059	7.0	4.5	11.5	2.3	9.7	-5.1	7.0	4.5	11.5	1.9	9.3
DC-9-20	3.0 25 42 366	6.0	11.4	17.4	9.3	15.6	3.0	6.0	11.4	17.4	8.8	15.2
DC-9-30	3.1 25 46 267	6.0	12.5	18.5	9.9	16.3	3.1	6.0	12.5	18.5	9.4	15.8

Aircraft model	2.5 degree glide slope						3 degree glide slope					
	Pitch att (deg) Flap setting Gross weight (Kg)	Eye path to ILS beam (feet) H2	ILS beam to wheel path (feet) H	Eye path to wheel path (feet) H1	ILS antenna above wheels (feet) H3	Pilot's eye above wheels (feet) H4	Pitch attitude (degree)	Eye path to ILS beam (feet) H2	ILS beam to wheel path (feet) H	Eye path to wheel path (feet) H1	ILS antenna above wheels (feet) H3	Pilot's eye above wheels (feet) H4
DC-9-33 3	2.0 25 46 267	6.1	11.6	17.8	9.1	15.6	2.0	6.1	11.7	17.8	8.6	15.1
DC-9-40	2.2 25 46 267	6.1	12.1	18.2	9.5	15.9	2.2	6.1	12.1	18.2	8.9	15.4
DC-9-50	2.7 25 49 896	6.0	13.1	19.2	10.3	16.6	2.7	6.0	13.1	19.2	9.7	16.1
DC-10-10	2.6 35 164 657	6.7	25.0	31.7	20.7	27.6	2.6	6.7	25.0	31.7	19.8	26.8
DC-10-30	1.7 35 195 048	6.8	23.5	30.2	19.1	26.1	1.7	6.8	23.5	30.3	18.2	25.3
DC-10-40	3.5 35 181 440	6.6	26.5	33.2	22.2	29.1	3.5	6.6	26.6	33.2	21.4	28.2
Fokker 50	-6.1 35 14 200	2.8	5.7	8.5	4.1	7.3	-6.5	2.8	5.8	8.6	3.9	7.1
Fokker 100	-2.5 42 29 000	3.4	9.6	13.0	7.2	10.8	-3.0	3.4	9.6	13.0	6.7	10.4
MD-80	1.9 28 58 968	6.5	14.1	20.7	10.8	17.6	1.9	6.5	14.1	20.7	10.1	17.0
MD-87	2.0 28 58 968	6.1	13.4	19.6	10.5	16.9	2.0	6.1	13.4	19.6	9.9	16.4

5. Penetapan Sudut Pendaratan (Approach Glide Slope)

Penetapan sudut pendaratan (θ) harus mempertimbangkan kelompok pesawat yang beroperasi secara reguler pada bandara yang akan dipasang PAPI/APAPI tersebut.

Bandara-bandara yang digunakan oleh pesawat jenis B 737 serta jenis lain yang lebih kecil sudut pendaratannya ditetapkan $2^{\circ}45'$, sedangkan bandara yang digunakan oleh jenis pesawat lain yang lebih besar/wide body ditetapkan 3° . Sudut pendaratan ini masih dapat berubah, misalnya karena adanya obstacle yang tidak dapat dihilangkan.

Pada landasan pacu yang telah dilengkapi dengan alat bantu pendaratan Instrument Landing System (ILS), sudut pendaratan harus sama dengan sudut pendaratan Glide Path ILS dan letaknya harus diperhitungkan agar keduanya pada saat digunakan, menunjukkan indikasi yang sama (coincide).

Dalam menetapkan sudut pendaratan ini, harus dengan mempertimbangkan saran/pendapat dari pihak yang berwenang dalam operasi penerbangan dalam hal ini Direktorat Jenderal Perhubungan Udara.

6. Ketinggian Roda Pesawat Udara Di Atas Ambang Landasan Pacu (Wheel to Threshold Height / WTH)

Ketinggian roda pesawat ketika melintas di atas threshold saat mendarat dijadikan dasar untuk menetapkan jarak lokasi unit-unit PAPI/APAPI lihat Tabel 4 dibawah ini.

Tabel 4. Wheel clearance over threshold for PAPI and APAPI

Eye-to-wheel height of aeroplane in the approach configuration ^a (1)	Desired wheel clearance (metres) ^{b,c} (2)	Minimum wheel clearance (metres) ^d (3)
Up to but not including 3m	6	3 ^e
3 m up to but not including 5 m	9	4
8 m up to but not including 8 m	9	5
8 m up to but not including 14 m	9	6

- a. In selecting the eye-to-wheel height group, only aeroplanes meant to use the system on a regular basis shall be considered. The most demanding amongst such aeroplanes shall determine the eye-to-wheel height group.
- b. Where practicable the desired wheel clearance shown in column (2) shall be provided.
- c. The wheel clearances in column (2) may be reduced to no less than those in column (3) where an aeronautical study indicates that such reduced wheel clearances are acceptable.
- d. When a reduced wheel clearance is provided at a displaced threshold it shall be ensured that corresponding desired wheel clearance specified in column (2) will be available when an aeroplane at the top end of the eye-to-wheel height group chosen overflies the extremity of the runway.
- e. This wheel clearance may be reduced to 1.5 m on runways used mainly by light-weight non-turbo-jet aeroplanes.

Ref. ICAO ANNEX 14 Volume 1 Aerodrome Design and Operation, third edition July 1999

7. Sudut Penyetelan

Sudut penyetelan untuk tiap unit PAPI berbeda 20', jadi bila sudut pendaratan adalah 0, maka sudut penyetelannya adalah sebagai berikut

$$\text{Unit PAPI A} = 01 = 0 - 30'$$

$$\text{Unit PAPI B} = 02 = 0 - 10'$$

$$\text{Unit PAPI C} = 03 = 0 + 10'$$

$$\text{Unit PAPI D} = 04 = 0 + 30'$$

Untuk mendapatkan harmonisasi antara PAPI dengan ILS, perbedaan sudut penyetelan unit B dan C adalah 30', sehingga sudut penyetelan masing-masing unit adalah :

$$\text{Unit PAPI A} = 01 = 0 - 35'$$

$$\text{Unit PAPI B} = 02 = 0 - 15'$$

$$\text{Unit PAPI C} = 03 = 0 + 15'$$

$$\text{Unit PAPI D} = 04 = 0 + 35'$$

Selisih sudut penyetelan unit-unit APAPI adalah 30', sehingga bila sudut pendaratannya 0, maka sudut penyetelan unit :

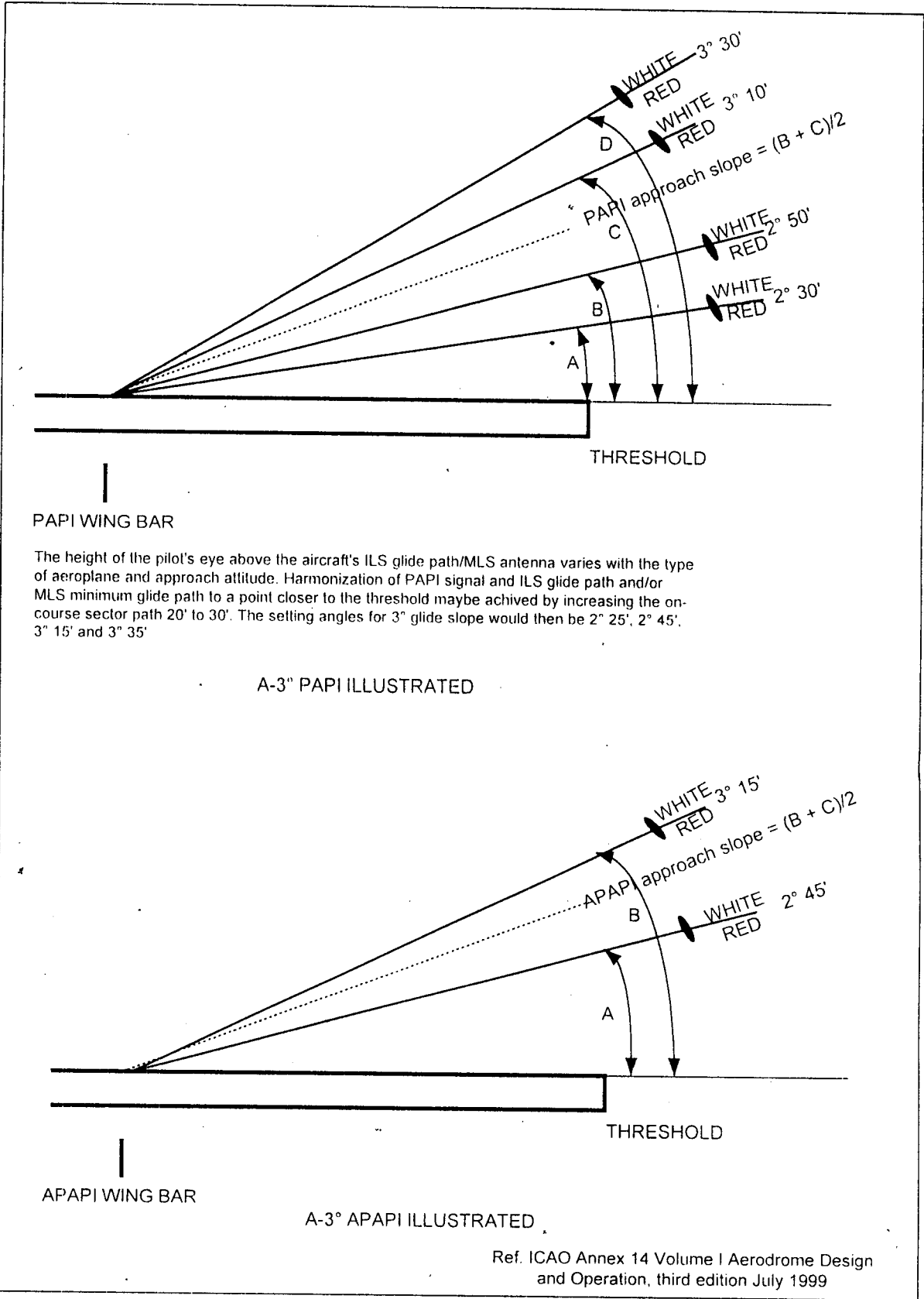
$$\text{Unit APAPI A} = 01 = 0 - 15'$$

$$\text{Unit APAPI B} = 02 = 0 + 15'$$

Untuk menetapkan jarak unit-unit PAPI, sudut yang dijadikan dasar adalah sudut pancar pada unit PAPI B, karena sudut tersebut adalah batas bawah dari koridor "ON - SLOPE".

Sedangkan dalam menetapkan jarak unit-unit APAPI, sudut pancar yang dijadikan patokan adalah penyetelan sudut unit APAPI A.

Sudut penyetelan PAPI/APAPI seperti dijelaskan pada Gambar 20 di bawah ini.



Gambar 20 Light beams and angle of elevation setting of PAPI and APAPI

C. RUMUS-RUMUS UNTUK PENEMPATAN PAPI/APAPI

1. Penetapan Lokasi PAPI/APAPI Pada Landasan Pacu Tanpa ILS

a. Kondisi landasan pacu rata (slope elevasi landasan pacu = 0 %)

$$D_1 = (EWH + WTH) \text{ Cotg } \theta_2$$

Dimana : EWH = Eye to Wheel Height

WTH = Wheel to Threshold Height :

- Desired wheel clearance

- Minimum wheel clearance

θ_2 = Setting angle of unit B is the glide path angle minus 12 minutes (0 - 12').

D_1 = PAPI Threshold Horizontal Distance

b. Koreksi nominal posisi PAPI terhadap slope elevasi landasan pacu

Apabila terdapat perbedaan elevasi threshold dengan elevasi centerline pada jarak D_1 tersebut diatas, maka perlu ada koreksi letak lokasi PAPI/APAPI sebagai berikut :

- Jika selisih elevasi threshold terhadap elevasi centerline pada jarak D_1 sebesar negatif h , maka :

$$D_{\text{Correction}} = D_1 - (h \text{ Cotg } \theta_2)$$

Dimana : $D_{\text{Correction}}$ = Koreksi PAPI Threshold Horizontal Distance

D_1 = PAPI Threshold Horizontal Distance

h = Perbedaan elevasi threshold terhadap elevasi centerline pada jarak D_1 .

- Jika selisih elevasi threshold terhadap elevasi centerline pada jarak D_1 sebesar positif h , maka :

$$D_{\text{Correction}} = D_1 + (h \text{ Cotg } \theta_2)$$

Dimana : $D_{\text{Correction}}$ = Koreksi PAPI Threshold Horizontal Distance

D_1 = PAPI Threshold Horizontal Distance

h = Perbedaan elevasi threshold terhadap elevasi centerline pada jarak D_1 .

- Jika elevasi titik D_1 masih terdapat selisih elevasi terhadap elevasi $D_{\text{Correction}}$ sebesar negatif h_1 , maka :

$$D_{\text{Correction2}} = D_{\text{Correction}} - (h_1 \text{ Cotg } \theta_2)$$

Dimana : $D_{\text{Correction2}}$ = Koreksi ke-2 PAPI Threshold Horizontal Distance

h_1 = Perbedaan elevasi centerline D_1 terhadap elevasi centerline $D_{\text{Correction}}$.

- Jika elevasi titik D_1 masih terdapat selisih elevasi terhadap elevasi $D_{\text{Correction}}$ sebesar positif h_1 , maka :

$$D_{\text{Correction2}} = D_{\text{Correction}} + (h_1 \text{ Cotg } \theta_2)$$

Dimana : $D_{\text{Correction2}}$ = Koreksi ke-2 PAPI Threshold Horizontal Distance

h_1 = Perbedaan elevasi centerline antara D_1 terhadap elevasi centerline $D_{\text{Correction}}$.

- Jika terdapat perbedaan elevasi kurang dari 30 cm, maka berdasarkan rekomendasi ICAO dapat diabaikan, sehingga lokasi PAPI/APAPI dapat sesuai dengan hasil perhitungan tersebut diatas.

c. Koreksi posisi PAPI terhadap ketinggian lensa PAPI

Lensa PAPI/APAPI tinggi minimum center lensa diatas permukaan tanah adalah 30 cm, dan lebih lanjut dapat diatur/dissetting ketinggian kaki PAPI/APAPI sesuai dengan spesifikasi teknis PAPI/APAPI. Namun jika terdapat perbedaan selisih elevasi dari salah satu letak kotak PAPI/APAPI yang terendah terhadap tinggi minimum center lensa diatas permukaan tanah sebesar h_2 , maka :

$$D_{\text{final}} = D_{\text{correction or corection2}} - (h_2 \text{ Cotg } \theta_2)$$

d. **Pemeriksaan untuk Threshold Crossing Height**

$$MEHT = D_{\text{final}} \tan \theta_2 + h_2$$

Dimana : MEHT = Minimum pilot's eye height over to threshold
 D_{final} = PAPI Threshold Horizontal Distance Final
 h_2 = perbedaan selisih elevasi dari salah satu letak kotak PAPI/APAPI yang terendah terhadap tinggi minimum center lensa diatas permukaan tanah

2. **Penetapan Lokasi PAPI Pada Landasan Pacu Yang Dilengkapi Dengan ILS**

a. **Kondisi landasan pacu rata (slope elevasi landasan pacu = 0 %)**

$$D_1 = TCH \cotg \theta$$

Dimana : TCH = The Aerial Nominal Threshold Crossing Height
 θ = Glide Slope Angle
 D_1 = Glide path ILS horizontal distance

$$D_2 = AEAHR \cotg \theta$$

Dimana : AEAHR = Average Eye to Aerial Height Range
 θ = Glide Slope Angle
 D_2 = Distance between ILS glide path and the theoretical PAPI location

$$D = D_1 + D_2$$

Dimana : D = PAPI Threshold Horizontal Distance

b. **Koreksi nominal posisi PAPI terhadap slope elevasi landasan pacu**

Apabila terdapat perbedaan elevasi threshold dengan elevasi centerline pada jarak D tersebut diatas, maka perlu ada koreksi letak lokasi PAPI/APAPI sebagai berikut :

- Jika selisih elevasi threshold terhadap elevasi centerline pada jarak D sebesar negatif h, maka :

$$D_{\text{Correction}} = D - (h \cotg \theta)$$

Dimana : $D_{\text{Correction}}$ = Koreksi PAPI Threshold Horizontal Distance
 D = PAPI Threshold Horizontal Distance
 h = Perbedaan elevasi threshold terhadap elevasi centerline pada jarak D .

- Jika selisih elevasi threshold terhadap elevasi centerline pada jarak D sebesar positif h , maka :

$$D_{\text{Correction}} = D + (h \text{ Cotg } \theta)$$

Dimana : $D_{\text{Correction}}$ = Koreksi PAPI Threshold Horizontal Distance
 D = PAPI Threshold Horizontal Distance
 h = Perbedaan elevasi threshold terhadap elevasi centerline pada jarak D .

- Jika elevasi titik D masih terdapat selisih elevasi terhadap elevasi $D_{\text{Correction}}$ sebesar negatif h_1 , maka :

$$D_{\text{Correction2}} = D_{\text{Correction}} - (h_1 \text{ Cotg } \theta)$$

Dimana : $D_{\text{Correction2}}$ = Koreksi ke-2 PAPI Threshold Horizontal Distance
 h_1 = Perbedaan elevasi centerline D terhadap elevasi centerline $D_{\text{Correction}}$.

- Jika elevasi titik D masih terdapat selisih elevasi terhadap elevasi $D_{\text{Correction}}$ sebesar positif h_1 , maka :

$$D_{\text{Correction2}} = D_{\text{Correction}} + (h_1 \text{ Cotg } \theta)$$

Dimana : $D_{\text{Correction2}}$ = Koreksi ke-2 PAPI Threshold Horizontal Distance
 h_1 = Perbedaan elevasi centerline D terhadap elevasi centerline $D_{\text{Correction}}$.

- Jika terdapat perbedaan elevasi kurang dari 30 cm, maka berdasarkan rekomendasi ICAO dapat diabaikan, sehingga lokasi PAPI/APAPI dapat sesuai dengan hasil perhitungan tersebut diatas.

c. Koreksi posisi PAPI terhadap ketinggian lensa PAPI

Lensa PAPI/APAPI tinggi minimum center lensa diatas permukaan tanah adalah 30 cm dan lebih lanjut dapat diatur/dissetting ketinggian kaki PAPI/APAPI sesuai dengan spesifikasi teknis PAPI/APAPI. Namun jika terdapat perbedaan selisih elevasi dari salah satu letak kotak PAPI/APAPI yang terendah terhadap tinggi minimum center lensa diatas permukaan tanah sebesar h_2 , maka :

$$D_{\text{final}} = D_{\text{correction or correction2}} - (h_2 \text{ Cotg } \theta)$$

d. Pemeriksaan untuk wheel clearance

$$WTH = MEHT - EWH$$

Dimana : WTH = Wheel to Threshold Height

MEHT = Minimum pilot's eye height over to threshold (TCH/
The Aerial Nominal Threshold Crossing Height

EWH = Eye to Wheel Height

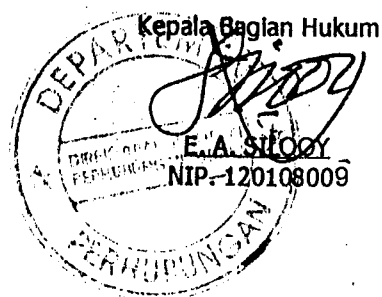
Ditetapkan di : JAKARTA
Pada tanggal : 12 JUNI.....2002

DIREKTUR JENDERAL PERHUBUNGAN UDARA

ttt

SOENARYO, Y
NIP. 120038217

Salinan sesuai dengan aslinya



DAFTAR PUSTAKA

1. ICAO; ANNEX 10 Tahun 1999 - AERONAUTICAL TELECOMMUNICATION VOLUME I, III dan IV.
2. ICAO; ANNEX 14 VOLUME I - AERODROME DESIGN AND OPERATION, EDISI KE 3 Tahun 1999.
3. ICAO; DOC 8071 - MANUAL ON TESTING OF RADIO NAVIGATION AIDS VOLUME I, DAN II.
4. ICAO; DOC FAA. 6570. 16B, SITTING CRITERIA
5. ICAO; VISUAL AIDS PANEL VAP / II
6. ICAO; DOC 9157 – AN/901, AERODROME DESIGN MANUAL PART 4, VISUAL AIDS EDISI KE 3 Tahun 1993.
7. JICA EXPERT ON ATC FACILITIES, NOV 1997, SITTING CRITERIA (NAV. COM, RADAR).