

## BAB II

### TEORI DASAR NAVIGASI PENERBANGAN

#### 2.1. Definisi Navigasi.

Navigasi dapat didefinisikan sebagai tuntutan untuk melakukan perjalanan dari suatu tempat ke tempat lain dengan jalur atau rute yang aman. Walaupun demikian, ketika dilakukan navigasi tidak hanya dalam menentukan bagaimana cara untuk pergi dari tempat asal ke tempat yang ingin dituju.

Terdapat beberapa cara navigasi yang banyak digunakannya yaitu :

1. Piloting yaitu dengan cara menentukan posisi kendaraan dengan acuan pada tanda-tanda yang umum. Cara ini merupakan cara navigasi yang paling sederhana dan paling kuno.
2. Celestial Navigation (navigasi angkasa) merupakan cara perhitungan posisi dari waktu penglihatan dari angkasa, termasuk bintang-bintang dan bulan. Teknik navigasi angkasa primitif dilakukan sejak ribuan tahun lalu, tetapi dengan ditemukannya sextan, sistem navigasi ini semakin banyak digunakan.
3. Radio Navigation merupakan cara menentukan posisi dengan mengukur waktu tempuh dari sebuah gelombang elektromagnetik dari sebuah pemancar sampai ditangkap oleh penerima untuk menentukan jarak antara pemancar dan penerima.
  - a. Active Radionavigation :

dimana alat navigasi penerima menentukan posisinya dengan memancarkan sederet pulsa yang ditentukan waktunya secara presisi ke sebuah pemancar dan kemudian memancarkan pulsa-pulsa tersebut kembali pada frekuensi yang berbeda. Jarak dari pesawat ke pemancar didapat dengan mengalikan dengan setengah waktu yang dibutuhkan sinyal dengan kecepatan cahaya.

b. Passive Radionavigation :

merupakan sistem dimana sebuah pemancar memancarkan sederet pulsa-pulsa dengan waktu yang presisi. Penerima navigasi menerima pulsa-pulsa tersebut, mengukur waktu yang dibutuhkan sinyal, dan kemudian mengalikannya dengan kecepatan cahaya untuk mendapatkan jarak dari pemancar.

## 2.2. Klasifikasi Gelombang Radio.

Sebelum melangkah pada persoalan yang berhubungan dengan ILS (Instrument Landing System), maka terlebih dahulu akan dikemukakan klasifikasi gelombang radio berdasarkan frekuensinya, adalah sebagai berikut :

Tabel 2.1: Klasifikasi Gelombang Radio

GELOMBANG RADIO		FREKUENSI	PANJANG GELOMBANG
Very Low Frequency	(VLF)	3 – 30 KHz	100 Km – 10 Km
Low Frequency	(LF)	30 – 300 KHz	10 Km – 1 Km
Medium Frequency	(MF)	300 KHz – 3 MHz	1 Km – 100 m
High Frequency	(HF)	3 – 30 MHz	100 m – 10 m
Very High Frequency	(VHF)	30 – 300 MHz	10 m – 1 m
Ultra High Frequency	(UHF)	300 MHz – 3 GHz	1 m – 10 cm
Super High Frequency	(SHF)	3 – 30 GHz	10 cm – 1 cm
Extremely High Frequency	(EHF)	30 – 300 GHz	1 cm – 1 mm

Sesuai dengan karakteristik propagasinya , maka penggunaan dari gelombang radio ini dibedakan untuk hubungan jarak sedang, jarak jauh, broadcasting, navigasi, radar dan sebagainya. Untuk keperluan navigasi digunakan gelombang radio kelas LF, MF, dan VHF ke atas, sedang untuk fasilitas ILS digunakan frekuensi VHF dan UHF.

### **2.3. Peralatan Bantu Navigasi**

Untuk mengatasi permasalahan didalam dunia penerbangan dibutuhkan alat bantu navigasi. Peralatan bantu navigasi merupakan fasilitas pendukung keselamatan penerbangan khususnya untuk menentukan pesawat pada kedudukannya, jarak dan arah relatif terhadap suatu tempat di permukaan bumi. Dengan demikian keselamatan penerbangan semakin dapat ditingkatkan, dan tidak terlalu dipengaruhi oleh keadaan cuaca. Secara umum alat-alat bantu navigasi terdiri dari NDB (Non Directional Beacon), VOR (VHF Omni directional Range), ILS (Instrument Landing System), DME (Distance Measuring Equipment), RADAR (Radio Detecting and Ranging).

### **2.4. Persyaratan Sistem Navigasi.**

Ada dua faktor dasar yang terdapat pada pengetahuan navigasi, yaitu: Persyaratan pertama adalah menentukan bagaimana arah dan tujuan suatu tempat, dan beberapa jaraknya tujuan tersebut dari tempat permulaan, kemudian dengan tehnik navigasi suatu pesawat udara diarahkan dengan tepat dan efisien. Dengan kata lain peralatan navigasi harus memberikan indikasi pada penerbang, bagaimana arah dan tujuannya suatu tempat pada setiap waktu , dan berapa jaraknya dari tempat tersebut ke tempat tujuan. Persyaratan kedua adalah peralatan radio navigasi yang harus dalam keadaan berfungsi dengan baik.

Semua persoalan aviasi, termasuk navigasi ini harus memenuhi ketentuan-ketentuan yang ditetapkan dalam peraturan ” International Civil Aviation Organization “ (ICAO).

Visual informasi dari semua sistem navigasi dapat diketahui melalui instrument-instrument yang ditempatkan pada panel instrument dalam cockpit pesawat udara. Instrument-instrument untuk navigasi menyediakan tiga visual informasi yang berbeda, yakni :

a. Azimuth.

Sudut yang dibuat sesuai dengan jarum jam antara sudut utara dari ground station dan satu garis yang menghubungkan pesawat udara ke Ground Station.

b. Flight Path Deviation Indicator.

Informasi yang menunjukkan apakah pesawat udara terbang disebelah kiri, kanan, atau tepat pada alat yang ditentukan.

c. To-From Indicator.

Penunjukan to-from indikator adalah untuk mengetahui apakah pesawat udara mendekati atau menjauhi ground station.

### Runway Visual Range dan Kategori ILS.

Keadaan landasan dan tempat sekitar kedudukan sistim, mempengaruhi pemilihan peralatan ILS yang akan dipergunakan. Penggolongan landasan menurut panjang, lebar dan kemiringannya yang ditentukan oleh ICAO adalah sebagai berikut :

#### Panjang landasan.

Tabel 2.2 : Penggolongan Panjang Landasan

Kode	Panjang Landasan
A	7000 ft ke atas.
B	5000 ft sampai 7000 ft.
C	3000 ft sampai 5000 ft.
D	2500 ft sampai 3000 ft.
E	2000 ft sampai 2500 ft.

Lebar landasan.

Tabel 2.3 : Penggolongan Lebar Landasan

Kode	Lebar Landasan
A, B	150 ft.
C	100 ft.
D	75 ft.
E	60 ft.

Arah angin.

Arah dan kecepatan angin ikut mempengaruhi pendaratan suatu pesawat udara, penggolongan kecepatan angin maximum yang ditentukan oleh ICAO adalah :

Tabel 2.4 : Penggolongan Arah Angin

Untuk landasan dengan kode	Kecepatan
A,B	20 knot
C	30 knot
D,E	10 knot

Visibility (jarak pandang).

Faktor visibility adalah dimaksudkan sejauh mana suatu benda dilandasan dapat dilihat dari arah pendaratan pesawat udara. Hal ini ditentukan dengan istilah Runway Visual Range (RVR). Untuk menentukan sampai dimana fasilitas ILS dapat menuntun suatu pendaratan pesawat udara.

### Kategori ILS.

a. Kategori I.

Pada kategori ini ILS mempunyai kemampuan untuk memandu pesawat terbang dalam proses pendaratan mencapai ketinggian 60 meter diatas permukaan bumi dan selanjutnya proses pendaratan dilakukan secara visual oleh penerbang. Perangkat ini dipasang pada bandar udara yang memiliki jangkauan visual di landasan 800 meter atau lebih.

b. Kategori II.

Kategori ini mempunyai kemampuan untuk memandu pesawat dalam proses pendaratan mencapai ketinggian 30 meter diatas permukaan bumi dan kemudian proses pendaratan pesawat dilakukan visual oleh penerbang. Perangkat ketegori ini dipasang pada bandar udara yang mempunyai jangkauan visual dilandasan 400 meter atau lebih.

c. Kategori III A.

Perangkat dengan kategori ini mempunyai kemampuan untuk memandu pesawat dalam proses pendaratan hingga menyentuh landasan. Dalam hal ini penerbang mempercayakan proses pendaratan sepenuhnya pada instrument yang ada di pesawat. Perangkat kategori ini dipasang pada bandar udara yang mempunyai jangkauan visual dilandasan 200 meter atau lebih.

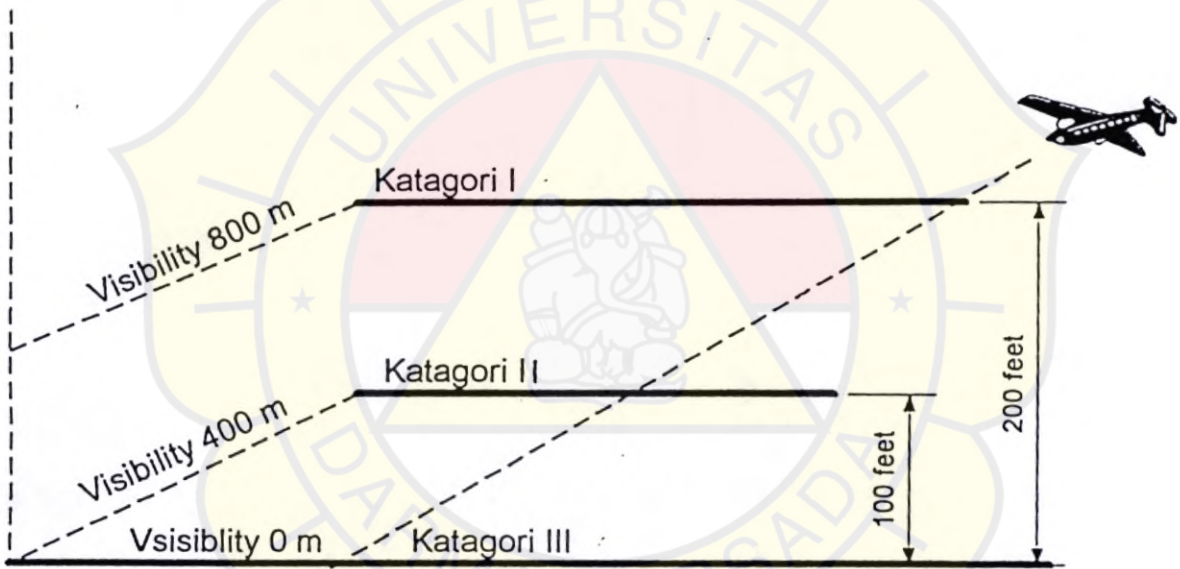
d. Kategori III B.

Perangkat dengan kategori III B mempunyai kemampuan untuk memandu pesawat dalam proses pendaratannya hingga menyentuh landasan dengan penerbang sepenuhnya mempercayakan proses pendaratan pesawat pada instrument yang terdapat di pesawat dan kemudian pesawat menuju tempat parkir dengan batas penglihatan 50 meter atau lebih.

e. Kategori III C.

Perangkat dengan kategori III C mempunyai kemampuan untuk memandu pesawat dalam proses pendaratan dan mencapai landasan dengan pilot mempercayakan sepenuhnya pada instrument yang ada di pesawat sampai pesawat bergerak menuju landasan tanpa tergantung petunjuk penglihatan dan jarak jangkauan penglihatan sama dengan nol.

Decision Height adalah ketinggian minimum dimana seorang penerbang harus menentukan keputusannya, apakah pesawat udara mendarat atau terbang kembali, lihat *gambar 2.1*.



*Gambar 2.1*

*Kategori operational dan jarak penglihatan selama tahap pendaratan.*

RVR Minimum adalah peralatan ILS akan menuntun pendaratan pesawat udara sampai pada jarak RVR minimum dari ujung landasan. Misalkan: untuk kategori I, RVR minimum adalah 2400 feet (800 meter), ini berarti peralatan ILS tersebut akan menuntun pesawat udara untuk mendarat sampai pada jarak 2400

Komponen utama pada propagasi ILS khususnya glide slope adalah :

1. Direct wave ( gelombang langsung ).
2. Ground wave ( gelombang pantulan ).

Pada sistem navigasi / komunikasi yang digunakan oleh ILS adalah: passive radionavigation yaitu sistem dimana sebuah pemancar memancarkan sinyal dengan waktu presisi dan penerima navigasi menerima sinyal tersebut dengan mengalikannya dengan kecepatan cahaya untuk mendapatkan jarak dari pemancar.

Propagasi pada bumi datar.

Dalam sistem glide slope : kuat medan yang diterima oleh pesawat penerima adalah direct wave dan groundwave.

$$E = E_0 \sin \frac{2\pi h_t h_r}{\lambda d} \quad (1.4)$$

Dan selisih waktu yang disebabkan oleh perbedaan jarak antara gelombang langsung dan gelombang pantulan adalah

$$\Delta = \frac{2\pi}{\lambda} (r_1 - r_2) \quad (1.5)$$

Parameter yang diketahui :

*Intensitas medan listrik pada jarak tertentu :*

$$E_0 = \frac{\sqrt{30 P}}{d} \quad (1.6)$$

dimana : P : daya ( watt)

d : jarak dari titik pancar (meter)



Panjang gelombang :

$$\lambda = \frac{C}{F} \quad (1.7)$$

dimana :  $C$  = kecepatan cahaya ( $3 \times 10^8$  m/detik).  
 $f$  = frekuensi yang digunakan.

Perbedaan Jarak :

$$R_1 = d \frac{(h_t - h_r)}{2d}$$

$$R_2 = d \frac{(h_t + h_r)}{2d}$$

$$R_2 - R_1 = \frac{(h_t + h_r)^2 - (h_t - h_r)^2}{2d}$$

$$= \frac{2 h_t h_r}{d}$$

(1.8)

dimana :  $h_t$  = tinggi antenna pemancar (Tx)  
 $h_r$  = tinggi antenna penerima (Rx)  
 $d$  = jarak antenna Tx ke Rx

secara nyata, bila jarak antenna Tx ke antenna Rx kurang dari 60 KM, maka faktor kelengkungan bumi tidak perlu diperhitungkan.

Gambar 2.2

