

MENGENAL DAN MEMAHAMI *INSTRUMENT LANDING SYSTEM* (ILS)

Yoseph Rasiman¹, Muchammad Muchaddats²,
Kurniawan³, Tia Dikatama Tsania.⁴

¹Universitas Dirgantara Marsekal Suryadarma;

^{2,3,4}National Air And Space Power Of Indonesia

¹rasiman@unsurya.ac.id; ^{2,3}Muchammadfurqon10@gmail.com;

⁴ikeo.santai@gmail.com.

Abstrak — Penelitian ini dilaksanakan bertujuan untuk membantu dan memudahkan pesawat dalam melaksanakan pendaratan secara tepat pada garis tengah (*centre line*) runway dan dengan sudut kemiringan yang tepat. *Instrument Landing System* (ILS) merupakan perangkat sistem (elektronika) yang berfungsi sebagai pemandu pendaratan pesawat udara. Sistem ini dapat membantu memudahkan pesawat untuk mendarat pada garis tengah (*centre line*) runway dan dengan sudut kemiringan yang tepat. Pemanduan dilakukan agar pilot mengetahui jarak pesawat terhadap area pendaratan (*touchdown zone*) pada landasan (*runway*). Pemanduan dilakukan untuk mengatur (*adjust*) posisi kanan-kiri (*center line*) pesawat, sehingga dapat landing dengan tepat di garis tengah landasan. Pemanduan dilakukan juga untuk mengatur (*adjust*) kemiringan (*nose-down*) pesawat, sehingga dapat mendarat (*landing*) dengan kemiringan (sudut elevasi) kurang-lebih 3° terhadap landasan. ILS terdiri dari 3 peralatan pokok untuk pemanduannya yaitu: *Marker Beacon*, *Localizer*, dan *Glide Slope*. Oleh karena itu, ILS tetap menjadi satu-satunya sistem pendekatan presisi yang tersedia yang didukung oleh semua pesawat sipil yang dilengkapi IFR.

Kata Kunci: *Instrument Landing System* (ILS), area pendaratan, garis tengah, sudut kemiringan.

Abstrak — *This research was conducted with the aim of assisting and facilitating aircraft in landing precisely on the runway center line and with the correct angle of inclination. Instrument Landing System (ILS) is a system device (electronics) that functions as an aircraft landing guide. This system can help facilitate aircraft to land on the runway center line and with the correct angle of inclination. Guidance is carried out so that the pilot knows the distance of the aircraft to the landing area (touchdown zone) on the runway. Guidance is carried out to adjust the right-left position (center line) of the aircraft, so that it can land precisely on the runway center line. Guidance is also carried out to adjust the aircraft's nose-down, so that it can land with a slope (elevation angle) of approximately 3° to the runway. ILS consists of 3 main equipment for its guidance, namely: Marker Beacon, Localizer, and Glide Slope. ILS therefore remains the only available precision approach systems supported by all IFR equipped civil aircraft.*

Keywords: *Instrument Landing System (ILS), landing area, center line, angle of inclination.*

1. PENDAHULUAN

Pada tahun 2015, jumlah bandara AS yang mendukung pendekatan LPV seperti ILS melebihi jumlah instalasi ILS, dan ini dapat menyebabkan penghapusan ILS di

sebagian besar bandara. Kemudian, paten untuk menambahkan panduan vertikal seperti pada ILS saat ini juga diberikan. Pendekatan yang dikendalikan dari darat (GCA) berbasis radar PAR (Precision Approach Radar), menyediakan panduan

horizontal dan vertikal yang diperlukan bagi pilot melalui tautan komunikasi suara VHF atau UHF. Pengendali ATC "berbicara kepada pilot" dengan informasi panduan turunan PAR yang ditampilkan pada PPI (Plan Position Indicator) khusus melalui komunikasi suara VHF atau UHF. GCA PAR tidak memerlukan peralatan apa pun di dalam pesawat selain peralatan komunikasi VHF atau UHF, tetapi mengharuskan pilot dan pengendali untuk disertifikasi untuk penggunaan ini. ILS menggunakan dua sinyal radio arah, localizer (frekuensi 108 hingga 112 MHz), yang menyediakan panduan horizontal, dan glideslope (frekuensi 329,15 hingga 335 MHz) untuk panduan vertikal. Hubungan antara posisi pesawat dan sinyal-sinyal ini ditampilkan pada instrumen pesawat, sering kali berupa petunjuk tambahan dalam indikator sikap. Pilot mencoba untuk mengarahkan pesawat agar indikator tetap berada di tengah saat mendekati landasan pacu ke ketinggian keputusan. Suar penanda opsional menyediakan informasi jarak saat pendekatan berlangsung, termasuk penanda tengah (MM), yang ditempatkan dekat dengan posisi ketinggian keputusan (CAT 1). Penanda sebagian besar dihapuskan dan diganti dengan peralatan pengukur jarak (DME). ILS biasanya menyertakan pencahayaan intensitas tinggi di ujung landasan pacu untuk membantu pilot menemukan landasan pacu dan transisi dari pendekatan ke pendaratan visual.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Komponen ILS, *Primary component of ILS* (Localizer) dengan menggunakan peralatan sebagai berikut:

- **Marker Beacon**, yang merupakan peralatan navigasi (elektronika) yang memberikan informasi berupa audio-visual untuk mengetahui jarak pesawat terhadap landasan (runway). Perangkat ini terdiri dari OM (Outer Marker), yang berwarna biru, MM (Middle Marker), yang

berwarna amber, dan IM (Inner Marker), yang berwarna putih.



Gambar indicator Marker Beacon yang ada di cockpit pesawat

- **Localizer.** Merupakan peralatan navigasi (elektronika) yang memberikan informasi mengenai kelurusan pesawat terhadap garis tengah landasan (runway).



Gambar instrument Localizer yang ada di cockpit pesawat



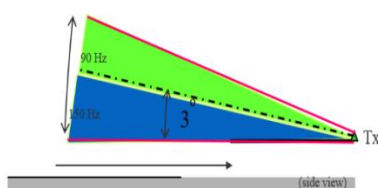
Struktur ground station antenna LOC

Localizer (LOC) bekerja pada range frekuensi 108.00 - 112.00 Mhz, dengan jarak persepuluhan ganjil. Persepuluhan genap digunakan untuk VOR (VHF Omnidirectional Radio Range). Sebagai contoh ILS WIII (kode bandara Sukarno-Hatta) runway 07 right memiliki frekuensi localizer 110.50 Mhz, sedangkan frekuensi VOR-nya adalah 113.60 Mhz. Frekuensi ini dipancarkan oleh antenna carrier yang terletak di tengah antara antenna 150 Hz dan 90 Hz. Antena loop memancarkan sinyal yang kemudian dimodulasi dengan sinyal pada frekuensi carrier di udara. Modulasi seperti ini disebut *Space Modulation*. Antena Localizer terdiri dari 16-24 buah antenna loop (model antenna array) dan 1 buah antenna carrier



Localizer pada cockpit pesawat

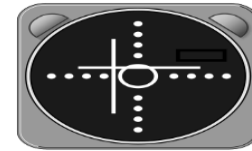
2.2. Glide Slope. Merupakan Peralatan Navigasi (elektronika) yang memberikan informasi kemiringan (nose-down) sudut elevasi pesawat ($\pm 3^\circ$) terhadap landasan (runway). Peralatan navigasi glide slope tidak jauh berbeda dengan localizer pada bentuk modulasi dan frekuensi loopnya. Glide slope juga memancarkan frekuensi carrier dan loop. Glide slope memberikan informasi sudut elevasi pendaratan 3° dengan mengombinasikan frekuensi loop 150 Hz dan 90 Hz menggunakan 2 buah antena vertikal dalam 1 buah tiang. Sudut 3° dihasilkan jika loop 150 Hz sebanding dengan 90 Hz. Kedua frekuensi ini akan dibandingkan setelah diterima oleh pesawat untuk melihat apakah pesawat sudah membentuk sudut 3° atau belum. Indikator yang terlihat di cockpit pesawat berupa jarum sebagai tanda sudut 3° . Jika pesawat mendapatkan frekuensi loop dominan 150 Hz, jarum akan bergerak ke atas, artinya sudut pendaratan pesawat terlalu rendah atau pesawat terlalu rendah untuk landing, maka pilot harus menaikkan pesawat sampai jarum tepat di tengah. Begitu juga sebaliknya jika pesawat mendapatkan frekuensi loop dominan 90 Hz, jarum akan bergerak ke bawah, artinya sudut elevasi pendaratan pesawat berada terlalu besar atau pesawat terlalu tinggi untuk mendarat (landing), maka pilot harus menurunkan ketinggian pesawat sampai jarum tepat di tengah. Saat komposisi frekuensi loop 150 Hz dan 90 Hz seimbang, artinya pesawat berada pada sudut pendaratan yang tepat (aman) dan pesawat sudah siap dalam posisi yang benar untuk mendarat (landing).



Direction Of Approach



Indicator glideslope di cockpit pesawat



Gambar contoh display, the pilot must correct to the left and a little upwards

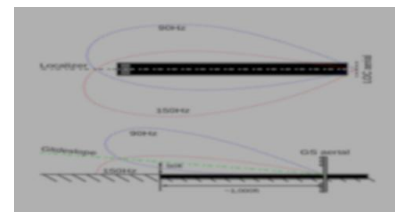
3. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

3.1. Ground Transmitter dan Antenna

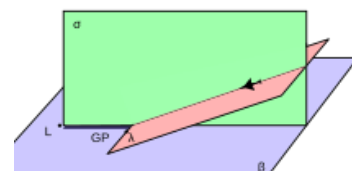
Antena glide slope terdiri dari 3 buah antena bertingkat vertikal, 1 buah antena carrier dipasang ditengah diantara 2 buah antena loop seperti gambar di bawah.



Gambar ground antenna glide slope



Gambar Common type of illustration showing of ILS localizer and glideslope propagations antenna



Gambar ILS planes Glide slope station

3.2. Prinsip Kerja ILS

3.2.1. Marker Beacon. Outer marker (OM) adalah peralatan navigasi yang memancarkan

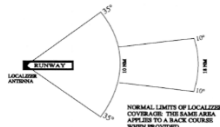
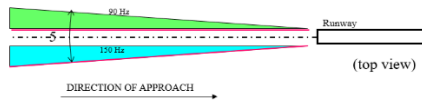
kan gelombang elektromagnetik untuk memberikan informasi ke pilot bahwa posisi pesawat berada pada jarak 7 – 12 Km dari *threshold* (ujung *runway*). Oleh karena itu peralatan pemancar (Tx) outer marker diletakkan pada jarak 7 – 12 Km dari ujung landasan (*runway*), sehingga pada saat pesawat berada tepat di atas outer marker maka pesawat akan menerima informasi bahwa pesawat berada pada jarak 7-12 km dari *threshold*. Informasi yang diterima pesawat berupa audio-visual dengan nada terputus-putus (*dash tone*) secara terus menerus sampai pesawat tidak lagi berada pada coverage pancaran sinyal outer marker/tidak berada di atas peralatan outer marker. Selain terdengar *dash tone*, pilot juga dapat memonitor indikator (lampu) berwarna biru yang akan menyala saat pesawat menerima sinyal dari outer marker. Seperti terlihat pada gambar di atas.

3.2.2. Middle Marker (MM). Sama halnya seperti outer marker (OM), middle marker (MM) juga memancarkan gelombang elektromagnetik untuk memberikan informasi audio-visual ke pilot dengan jarak yang berbeda dari OM yaitu $\pm 1,050$ Km dari *threshold* (ujung *runway*). Oleh karena itulah peralatan pemancar outer marker (OM) diletakkan pada jarak 1,050 Km dari ujung *runway*, sehingga pada saat pesawat berada tepat di atas outer marker maka pesawat akan menerima informasi berupa audio-visual bahwa pesawat berada pada jarak 1,050 km dari *threshold*. Pada area ini, pilot harus sudah mengambil keputusan apakah dia sudah siap dan pada posisi yang tepat untuk mendarat (*landing*) atau tidak. Jika pilot merasa belum siap mendarat (*landing*), dia harus segera memutuskan untuk *go around* (kembali lagi pada posisi *approach*). Informasi yang diterima pesawat berupa audio-visual dengan nada Panjang-pendek bergantian (*dash-dot tone*)⁰ secara terus menerus sampai pesawat tidak lagi berada pada coverage pancaran sinyal middle marker. Selain terdengar suara *dash-dot tone*, pilot juga dapat memonitor indikator (lampu)

berwarna amber yang akan menyala saat pesawat menerima sinyal dari sinyal middle marker. Seperti terlihat pada gambar di atas.

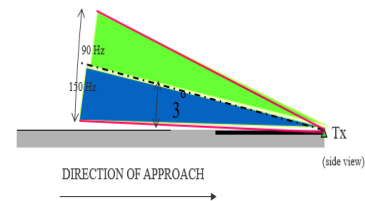
3.2.3. Inner marker, tidak seperti marker beacon lainnya, inner marker jarang dipakai di bandar udara di Indonesia karena jarak pandang (*visibility*) pilot masih relatif baik. Inner marker biasanya digunakan di bandar udara yang berada di daerah bersalju, dan berkabut dimana *visibility* sangat jelek (pendek). Peralatan ini juga memancarkan gelombang elektromagnetik untuk memberikan informasi ke pilot saat memasuki wilayah udara menuju bandara pada jarak 450 m dari *threshold* (ujung *runway*). Informasi yang diterima pesawat berupa audio-visual dengan nada pendek terputus-putus (*dot tone*) secara terus menerus sampai pesawat tidak lagi berada pada coverage pancaran sinyal inner marker/tidak berada di atas coverage pancaran peralatan inner marker. Selain terdengar *dot tone*, pilot juga dapat memonitor pada indikator (lampu) berwarna putih yang akan menyala saat pesawat menerima sinyal dari Inner marker. Seperti terlihat pada gambar di bawah ini.

3.2.3. Localizer. Localizer bekerja pada range frekuensi 108.00 - 112.00 Mhz, dengan jarak persepuluhan ganjil. Persepuluhan genap digunakan untuk VOR (VHF Omnidirectional Radio Range). Sebagai contoh ILS WIII (kode bandara Sukarno-Hatta) *runway* 07 *right* memiliki frekuensi localizer 110.50 Mhz, sedangkan frekuensi VOR-nya adalah 113.60 Mhz. Frekuensi ini dipancarkan oleh antena carrier yang terletak di tengah antara antena 150 Hz dan 90 Hz. Antena loop memancarkan sinyal yang kemudian dimodulasi dengan sinyal pada frekuensi carrier di udara. Modulasi seperti ini disebut *Space Modulation*.. Antena Localizer terdiri dari 16-24 buah antena loop (model antenna array) dan 1 buah antena carrier



Normal limits of localizer coverage

3.2.4. Glide Slope. Peralatan navigasi glide slope tidak jauh berbeda dengan localizer pada bentuk modulasi dan frekuensi loopnya. Glide slope juga memancarkan frekuensi carrier dan loop. Glide slope memberikan informasi sudut elevasi pendaratan 3° dengan mengombinasikan frekuensi loop 150 Hz dan 90 Hz menggunakan 2 buah antena vertikal dalam 1 buah tiang. Sudut 3° dihasilkan jika loop 150 Hz sebanding dengan 90 Hz. Kedua frekuensi ini akan dibandingkan setelah diterima oleh pesawat untuk melihat apakah pesawat sudah membentuk sudut 3° atau belum. Indikator yang terlihat di cockpit pesawat berupa jarum sebagai tanda sudut 3° . Jika pesawat mendapatkan frekuensi loop dominan 150 Hz, jarum akan bergerak ke atas, artinya sudut pendaratan pesawat terlalu rendah atau pesawat terlalu rendah untuk landing, maka pilot harus menaikkan pesawat sampai jarum tepat di tengah. Begitu juga sebaliknya jika pesawat mendapatkan frekuensi loop dominan 90 Hz, jarum akan bergerak ke bawah, artinya sudut elevasi pendaratan pesawat berada terlalu besar atau pesawat terlalu tinggi untuk mendarat (landing), maka pilot harus menurunkan ketinggian pesawat sampai jarum tepat di tengah. Saat komposisi frekuensi loop 150 Hz dan 90 Hz seimbang, artinya pesawat berada pada sudut pendaratan yang tepat (aman) dan pesawat sudah siap dalam posisi yang benar untuk mendarat (landing).



Indicator glideslope di cockpit pesawat

4. KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

Dari hasil penelitian dan pembahasan diatas dapat disimpulkan sebagai berikut:

- Setiap industri penerbangan mewajibkan kepada para Pilot untuk menggunakan pendaratan dengan menggunakan sistem *instrument landing system* (ILS) karena dapat meminimalkan kecelakaan, meningkatkan keselamatan, sangat efisien, dan meningkatkan kinerja secara keseluruhan seperti: peningkatan keamanan, dan efisiensi operasional penerbangan.
- Dengan menggunakan sistem pendaratan secara instrumen dan menjadi suatu hal yang sangat penting maka Pilot dapat menavigasi dan mendaratkan pesawatnya dengan presisi yang sangat bagus sehingga dapat landing dengan selamat dalam situasi atau kondisi apapun, serta meminimalkan kemungkinan terjadinya *runway over shoot*, atau *undershoot*.
- Manfaat dari menggunakan fasilitas *instrument landing system* (ILS) adalah sarana navigasi yang sangat akurat dan dapat diandalkan untuk menuju landasan pacu dalam kondisi *Instrument Flight Rules* (IFR). ILS menyediakan panduan lateral dan vertikal yang diperlukan untuk melakukan pendekatan presisi. Jika semua

komponen sistem ILS tersedia, termasuk prosedur pendekatan yang disetujui, pilot dapat melakukan pendekatan presisi dan khususnya untuk operasi dengan visibilitas rendah di bawah IFR. Ini berarti bahwa peralatan ILS diperlukan di dekat landasan pacu dan harus dipasang di dalam area zona bebas hambatan. Standar ICAO dan Otoritas Nasional menyatakan dengan jelas bahwa tidak ada peralatan yang boleh dipasang di dalam area yang ditentukan di dekat landasan pacu dan area pendekatan yang dapat dilihat sebagai hambatan dan karenanya mempengaruhi keselamatan pesawat.

- [10] Jackson, Hagan L. (January 1947). "New Instrument System Proposed for Flight and Landing Safety". *Aviation*. Vol. 46, no. 1. pp.

5. REFERENSI

- [1] ICAO Annex 10 Volume 1, *Radio Navigation Aids, Fifth Edition*, July 1996.
- [2] *Aeronautical Information Manual*, FAA February 11, 2010.
- [3] *Digital Terminal Procedures*, FAA – May 2010. *History of Aircraft Landing Aids –U.S.Centennial of Flight Commission*.
- [4] *Happy Landing in Fog*, Juni 1933, *Popular mechanics article on the early system setup in the USA*.
- [5] *ILS Basics*.
- [6] *ILS Tutorial Animations*.
- [7] *Website dedicated to the description of ILS*.
- [8] *ILS Tutorial Animation Archived 2016-03-04 at the Wayback Machine - Illustrates and describes how ILS navigation signals are displayed on board of an aircraft in various positions, which may occur during a safe approach for landing*.
- [9] *Categories of the ILS*.