



**Metode Pengukuran Peralatan Localizer di Bandar Udara
(Studi Kasus Bandar Udara Sam Ratulangi-Manado)**

***Method of Measuring Equipment Localizer in Airport
(Case Study Sam Ratulangi Airport Manado)***

Feti Fatonah

Sekolah Tinggi Penerbangan Indonesia, Curug Tangerang
email: feti_fatonah@yahoo.co.id

INFO ARTIKEL

Histori Artikel:

Diterima: 8 Juli 2014
Direvisi: 10 Sept 2014
Disetujui: 15 Sept 2014

Keywords:

ILS, Localizer, Balai Kalibrasi Penerbangan, ground inspection, flight inspection

Kata kunci:

LS, Localizer, Balai Kalibrasi Penerbangan, pemeriksaan, inspeksi penerbangan

ABSTRACT / ABSTRAK

In accordance with the Rules of DGCA number: 83 2005, about the testing procedures on the ground (ground inspection) equipment electronics and electrical facilities, the cost of all existing facilities at the airport including ILS localizer testing should be carried out on land with parameters determined in order to maintain the operational performance of equipment in accordance with the standards and operational requirements that have been set. And in accordance with ICAO Annex 10 Document 8071, then to determine the performance of the localizer equipment mandatory calibration flight. This calibration flight periodically for localizer equipment provisions must be implemented four months in which the airport in cooperation with the Ministry of Transportation calibration.

Sesuai dengan Peraturan dari Direktorat Jenderal Perhubungan Udara nomor : 83 tahun 2005, tentang prosedur pengujian di darat (ground inspection) peralatan fasilitas elektronika dan listrik penerbangan maka semua fasilitas yang ada di Bandara termasuk ILS, Localizer harus dilaksanakan pengujian di darat dengan parameter yang telah ditentukan guna mempertahankan kinerja operasional peralatan sesuai dengan standard dan persyaratan operasional yang telah ditetapkan. Dan sesuai dengan annex 10 Document 8071 ICAO, maka untuk mengetahui kinerja dari peralatan localizer maka wajib dilakukan penerbangan kalibrasi. Penerbangan kalibrasi ini berkala untuk peralatan localizer ketentuannya harus dilaksanakan 4 bulan sekali dimana pihak Bandar udara bekerja sama dengan Balai kalibrasi Kementerian Perhubungan.

PENDAHULUAN

Dalam rangka memenuhi kebutuhan dan peningkatan sumber daya manusia yang terdidik dan profesional di bidang penerbangan, menurut keputusan menteri perhubungan No. KM. 64 tahun 2000, tanggal 21 Agustus 2000, tentang organisasi dan tata kerja sekolah tinggi penerbangan indonesia (STPI), sebagai sekolah tinggi kedinasan di lingkungan Kementerian perhubungan, STPI mempunyai tugas menyelenggarakan program pendidikan profesional di bidang penerbangan, menyelenggarakan pendidikan yang sejalan dengan pertumbuhan dan perkembangan di sektor perhubungan dan sub sektor perhubungan udara.

Pada era sekarang, perkembangan dunia penerbangan di dalam dan luar negeri cukup pesat, baik itu perkembangan teknologi pesawat, teknologi Bandar udara, teknologi pelayanan navigasi udara maupun perkembangan manajemen transportasi udara, STPI sebagai penyedia sumber daya manusia, dituntut untuk terus berbenah meningkatkan kualitas para pengajarnya, untuk terus mengembangkan diri, sebagai wujud pelaksanaan Tridharma Perguruan tinggi.

Penelitian yang dilaksanakan di Bandar Udara Sam Ratulangi Manado ini salah satu bukti nyata bahwa STPI selalu berupaya untuk memberikan support kepada para pengajar (dosen) untuk mengembangkan diri serta berupaya untuk terus meningkatkan kualitas pengajaran, sehingga diharapkan hasil penelitian ini dapat memberikan masukan serta menambah wawasan para mahasiswa, pengelola Bandar udara maupun Direktorat Perhubungan Udara terkait dengan Peraturan Direktorat

Jenderal Perhubungan Udara No. 83 tahun 20005, dan Annex 10 Document 8071 ICAO, dan juga penelitian ini dapat menunjang pengembangan bahan ajar di Pendidikan Jurusan Teknik Penerbangan Program Studi Teknik Telekomunikasi dan Navigasi Udara.

Dalam peraturan Direktorat Jenderal Perhubungan Udara tersebut dinyatakan bahwa untuk pengukuran Peralatan Navigasi harus dilaksanakan tidak hanya di ground station tetapi juga harus dilaksanakan dengan kalibrasi menggunakan penerbangan (flight calibration), yang dilaksanakan oleh Balai Kalibrasi. Tetapi dalam pelaksanaannya terkadang Balai Kalibrasi ada keterlambatan dalam pelaksanaan kalibrasi sehingga pengukuran peralatan (kalibrasi peralatan) yang seharusnya telah dilaksanakan tepat waktu, tertunda pelaksanaannya. Di sini perlunya penelitian ini dilaksanakan apakah kalibrasi peralatan navigasi terutama untuk peralatan Localizer harus dilaksanakan tepat waktu sesuai peraturan yang ada ataukah diperbolehkan adanya keterlambatan dengan batasan waktu tertentu, dan sambil menunggu pelaksanaan kalibrasi oleh balai kalibrasi, apakah pengukuran dapat dilaksanakan hanya di ground station saja.

TINJAUAN PUSTAKA

ILS

ILS singkatan dari *Instrument Landing System* adalah alat bantu navigasi yang memberi informasi kepada penerbang untuk pendekatan menuju landasan. ILS dimaksud untuk memudahkan penerbang mengadakan pendekatan kelandasan terutama pada waktu c.1uaca

kurang baik. Dengan adanya ILS dapat meningkatkan banyaknya pendaratan dari suatu bandara pada segala cuaca.

Agar suatu pesawat terbang aman melakukan proses pendekatan atau pendaratan kelandasan membutuhkan informasi jarak pesawat terhadap *threshold* landasan, posisi terbang di sumbu/as Landasan dan sudut pendaratan.

Ada tiga komponen informasi dari sistem ILS, yaitu:

1. Pemancar Localizer sebagai pemandu kekanan/kekiri dari sumbu/as landasan.
2. Pemancar Glide Slope sebagai pemandu sudut pendaratan pada sumbu landasan.
3. Marker Beacon (Inner, Middle, Outer Marker Beacon) yang terletak pada jarak tertentu dari threshold sebagai pemandu jarak horizontal terhadap threshold landasan.

Dalam kondisi tertentu peralatan DME dapat digunakan sebagai pengganti Marker Beacon tersebut. Localizer bekerja pada frekuensi VHF antara 108 – 112 MHz dan pada umumnya dengan jangkauan penerimaan ± 25 Nautical Mile. Jajaran antenna Localizer terletak ± 1000 feet (300 meter) dari ujung (stop end) landasan dan umumnya terletak tegak lurus dengan as landasan.

Karena peralatan bekerja pada frekuensi VHF, maka pancaran sinyalnya dipengaruhi oleh pantulan dari hanggar, gedung – gedung, tumbuh – tumbuhan yang tinggi kendaraan dan lain-lain. Oleh karena itu adalah penting untuk menjamin bahwa sudut halangan pada lokasi ILS tidak dilanggar/dibiarkan.

Glide Slope bekerja pada frekuensi UHF antara 328 – 336 MHz dan umumnya dengan jangkauan penerimaan ± 10 Nautical Mile. Antenna Glide Slope

terletak pada jarak ± 300 meter dari threshold pendaratan dan ± 120 meter dari as landasan.

Marker Beacon bekerja pada frekuensi VHF pada frekuensi 75 MHz. Marker Beacon digunakan untuk memberi informasi jarak terhadap threshold, sebagai berikut:

Outer Marker terletak 7,2 kilo meter dari threshold pendaratan, dimodulasi dengan tone 400 Hz dan dikode dengan dash-dash. Middle Marker terletak 1050 meter dari threshold pendaratan, dimodulasi dengan tone 1300 Hz dan dikode dengan dash and dot. Inner Marker terletak antara 75m dan 450 meter dari threshold pendaratan, dimodulasi dengan tone 3000 Hz dan dikode dengan dot dot. Inner Marker umumnya dipasang pada ILS category II dan III. (Indonesia semua ILS adalah Kategori I).

Localizer

Localizer memancarkan frekuensi Carrier yang dimodulasi AM (Amplitude Modulation) dengan dua sinyal audio yaitu 90 Hz dan 150 Hz. Sinyal audio 90 Hz dan 150 Hz ini dipancarkan pada dua lobe, satu lobe frekuensi carrier dimodulasi dengan 90 Hz, sedangkan lobe yang kedua dimodulasi dengan 150 Hz.

Bila pesawat bergeser dari as landasan, akan menerima sinyal yang tidak sama modulusnya dan indicator akan bergerak kekanan/kekiri dari tengah indicator. Bila pesawat bergeser ke kiri dari as landasan maka indicator bergerak kekanan dan bila pesawat bergeser kekanan dari as landasan maka indicator bergerak ke kiri. Penunjukan indicator tersebut memberitahu bahwa pesawat supaya diarahkan kembali keposisi as landasan.

Dari penjelasan tersebut dapat dilihat bahwa posisi pesawat adalah berhubungan dengan perbedaan modulation depth 90 Hz dan 150 Hz.

Pada semua localizer modulasi sinyal 90 Hz mendominasi sebelah kiri perpanjangan as landasan pendekatan dan 150 Hz mendominasi sebelah kanan perpanjangan as landasan pendekatan.

Karena pancaran frekuensi yang dipakai localizer terpengaruh terhadap pantulan pancaran dari bangunan, gunung-gunung dan lain-lain, maka bila perlu untuk mengurangi pengaruh tersebut dapat menambahkan pancaran sinyal di udara yang disebut Clearance. Pancaran Clearance ini mendominasi sudut 10° sampai 35° dari perpanjangan as pada kedua sisi perpanjangan landasan. Sinyal Clearance pada daerah tersebut lebih kuat dan dapat menanggulangi terhadap pantulan sinyal yang tidak dikehendaki yang dihasilkan oleh side lobe dari sinyal Course.

Localizer mempergunakan jajaran antenna multielemen untuk menghasilkan radiasi sinyal yang direncanakan. Sinyal yang dipancarkan di udara terdiri dari kombinasi sinyal CSB (Carrier and Slide Band) dan SBO (Slide Band Only) yang menghasilkan pola radiasi gabungan (Composite radiation pattern). Efek ini disebut Space Modulation.

Besarnya modulasi AM audio frekuensi (90 Hz atau 150 Hz) pada frekuensi adalah 20%, total modulation kedua audio tersebut adalah 40%.

Jika dua sinyal (CSB dan SBO) dipancarkan, hasil kombinasi kedua sinyal tersebut tidak ada perbedaan modulation depth, karena kedua sinyal mempunyai modulation depth yang sama. Supaya menghasilkan radiasi ILS seperti yang diminta perlu merubah

hubungan fase dari SBO tersebut: menggeser fase 180° antara sideband 90 Hz dan sideband 150 Hz. Langkah tersebut belum menghasilkan hasil radiasi yang dikehendaki karena salah satu sideband SBO akan menambahkan radiasi CSB, sedangkan sideband dari SBO yang lain akan menghilangkan karena fase digeser 180° tersebut. Untuk mendapatkan pancaran yang dikehendaki selanjutnya menggeser fase 180° sinyal SBO pada separo system jajaran antenna, sehingga hasilnya menjadi:

Separo dari jajaran antenna akan memancarkan kombinasi sinyal CSB dan SBO dimana sideband 90 Hz akan saling menambah (same fase), sedangkan sideband 150 Hz akan saling menghilangkan (berbeda fase 180°).

Separo dari jajaran antenna yang sebaliknya akan memancarkan kombinasi sinyal CSB dan SBO dimana 150 Hz akan saling menambah (sama fase), sedangkan sideband 90 Hz akan saling menghilangkan (berbeda fase 180°).

Dalam prakteknya antenna diberi sinyal berpasangan dengan CSB, SBO atau kombinasi dari CSB dan SBO. Biasanya sinyal CSB menghasilkan pancaran yang lebih kuat pada pasangan antenna bagian tengah dan SBO pada pasangan bagian luar (ujung). Hal ini mempunyai efek yang relatif menghasilkan beam yang sempit (sudut course width mengecil) dan sebaliknya.

Bila sinyal CSB saja yang dipancarkan (tanpa SBO) system akan menghasilkan $DDM = 0$ pada semua daerah.

Kategori Peralatan ILS

Kategori peralatan ILS dalam operasionalnya ketika dipasang di setiap

Bandar udara memiliki 3 (tiga) kategori, antara lain:

a. Kategori (Cat.I)

Peralatan ILS yang memberikan sinyal panduan pendaratan secara presisi dari mulai batas cakupan luar sampai dengan posisi pesawat pada ketinggian 200 feet (± 60 m) diatas bidang datar ambang landasan pacu dengan jarak pandang tidak kurang 800 m atau RVR (Runway Visual Range) tidak kurang dari 550m.

b. Kategori II (Cat.II)

Peralatan ILS yang memberikan sinyal panduan pendaratan secara presisi dari mulai batas cakupan luar sampai dengan posisi pesawat pada ketinggian 100 feet (± 30 m) diatas bidang datar ambang landasan pacu dengan RVR (Runway Visual Range) tidak kurang dari 350 m.

c. Kategori III (Cat. III)

Peralatan ILS yang memberikan sinyal panduan pendaratan secara presisi dari mulai batas cakupan luar sampai dengan sepanjang permukaan landasan pacu, dengan ketentuan sebagai berikut;

- 1) Kategori III A, dapat memandu pendaratan sampai dengan ketinggian 30 m dan RVR sampai dengan 200 m.
- 2) Kategori III B, dapat memandu pendaratan sampai dengan ketinggian 15 m dan RVR antara 200 m sampai dengan 50 m.
- 3) Kategori III C, dapat memandu pendaratan hingga tanpa batas ketinggian dan visual reference.

Jangkauan pancaran (coverage)

peralatan ILS terbagi menjadi 3 (tiga) sector:

- a. Sektor I : Jarak pancaran ILS yang meliputi daerah/area sudut 10° dari

perpanjangan landasan, dengan jarak pancaran hingga mencapai 25 Nautical miles.

- b. Sektor II : Jarak pancaran ILS yang meliputi area sudut antara $10^\circ - 35^\circ$ dari perpanjangan landasan, dengan jarak pancaran hingga mencapai 17 Nautical miles.

- c. Sektor III : Jarak pancaran ILS yang meliputi daerah/area sudut diatas 35° dari perpanjangan landasan, dengan jarak pancaran hingga mencapai 10 Nautical miles.

Pengujian didarat (Ground Inspection)

Pengujian di darat (Ground Inspection) adalah pengujian dan pengukuran yang dilakukan di darat terhadap peralatan fasilitas elektronika dan listrik penerbangan yang digunakan untuk pelayanan lalu lintas penerbangan.

Setiap operator yang mengoperasikan peralatan fasilitas elektronika dan listrik penerbangan yang digunakan untuk pelayanan lalu lintas udara harus mempertahankan kinerja operasional sesuai standard dan persyaratan operasional yang ditetapkan.

Kinerja operasioanal peralatan fasilitas elektronika dan listrik penerbangan dapat diketahui dengan cara Kalibrasi Penerbangan (Flight Inspection) atau Pengujian di darat (Ground Inspection).

Peralatan Fasilitas Elektronika dan Listrik Penerbangan yang wajib untuk dilakukan pengujian di darat meliputi :

- a. Peralatan Fasilitas Komunikasi Penerbangan, meliputi :
- VHF A/G – ER (ACC);
 - VHF A/G (APP);
 - VHF A/G ADC (TOWER SET);
 - HF A/G RDARA/MWARA.

- b. Peralatan Fasilitas Navigasi Penerbangan, meliputi :
- Non Directional Beacon (NDB) HR/MR/LR;
 - Very High Frequency Omni Directional Range (VOR);
 - Distance Measuring Equipment (DME).
- c. Peralatan Fasilitas Pengamatan Penerbangan, meliputi :
- 1) *Primary Surveillance Radar* (PSR);
 - 2) *Secondary Surveillance Radar* (SSR);
 - 3) *Monopulse Secondary Surveillance Radar* (MSSR);
 - 4) *Radar Display*.
- d. Peralatan Fasilitas Bantu Pendaratan, meliputi :
- 1) *Instrument Landing System* (ILS):
 - a) Localizer;
 - b) Glide Path;
 - c) Middle Marker;
 - d) Outer Marker
 - 2) *Visual Aids* :
 - a) Approach Lighting System;
 - b) Flashing light;
 - c) Threshold light;
 - d) Runway light;
 - e) PAPI/VASI;
 - f) Rotating Beacon

- Distance Measuring Equipment, dilakukan 1 X 4 Minggu;
- 3) Untuk peralatan Primary Surveillance Radar, Secondary Surveillance Radar, Radar Display dilakukan 1 X 8 Minggu.

Pengujian secara berkala (*periodic test*) dilakukan oleh operator (bandara) dan Pengujian secara khusus (*special test*) dilakukan oleh Direktorat Jenderal Perhubungan Udara, Pengujian berkala di darat terdiri dari : pengukuran parameter dan pengukuran output.

Pengujian secara khusus (*special test*), dilaksanakan :

- i. untuk mendapatkan atau memperpanjang masa berlaku Sertifikat Peralatan Fasilitas Elektronika dan Listrik Penerbangan sesuai Peraturan Direktur Jenderal tentang Sertifikat Peralatan Fasilitas Elektronika dan Listrik Penerbangan.
- ii. Direktur Jenderal menganggap perlu dalam hal :
 - o terjadinya penggantian suku cadang, relokasi, rekondisi yang dapat mempengaruhi kinerja peralatan;
 - o terjadinya accident di bandar udara tersebut;
 - o terjadinya bencana alam;
 - o kalibrasi penerbangan tidak dapat dilaksanakan sesuai dengan jadwal
- iii. Atas permintaan operator.

Sesuai dengan *Doc 8071 ICAO* yang menyatakan bahwa *ground inspection* dilakukan oleh seorang teknisi khusus dengan memepergunakan beberapa *test equipment*. Pengujian di darat ini tidak membutuhkan biaya yang besar dan juga lebih cepat untuk mengetahui kinerja dari fasilitas yang diukur.

Pengujian di darat (*Ground Inspection*) peralatan fasilitas elektronika dan listrik penerbangan dilakukan dengan cara :

- a. secara berkala (*periodic test*), dengan ketentuan:
 - 1) Untuk peralatan VOR, ILS (Localizer, Glide Path, Middle Marker, Outer Marker) dilakukan 1 X 2 Minggu;
 - 2) Untuk peralatan VHF A/G, HF A/G, Non Directional Beacon, Visual Aids (VASIS, PAPI),

Adapun parameter utama yang diukur pada pengujian didarat peralatan localizer adalah sebagai berikut :

- a. *RF Power Level*
- b. *Course Alignment*
- c. *Different Depth of Modulation*
- d. *Identification modulation depth*
- e. *Carrier Frequency*

Penerbangan Kalibrasi (*Flight Calibration*)

Sesuai dengan Undang – undang penerbangan No. 1 tahun 2009 pasal 299 yang menyatakan bahwa fasilitas navigasi penerbangan yang dioperasikan untuk pelayanan navigasi penerbangan wajib dikalibrasi secara berkala agar tetap laik operasi.

Definisi penerbangan kalibrasi menurut *Flight Inspection Manual* tahun 1996 chapter 300 adalah :

“ *Flight Inspection is inflight investigation and evaluation of air navigation aid and instrument flight procedures to ascertain or verify that they meet established tolerances and provide safe operation for intended use*”

Artinya diterjemahkan secara bebas ;

Penerbangan kalibrasi adalah penerbangan yang bertujuan untuk menyelidiki dan mengevaluasi alat bantu Navigasi udara dan instrument prosedur penerbangan serta untuk memastikan atau membuktikan bahwa peralatan tersebut masih dalam toleransi yang aman untuk dioperasikan.

Pelaksanaan penerbangan kalibrasi dilaksanakan berdasarkan beberapa keadaan di antaranya:

- a. *Site evaluation* (evaluasi lokal).
Merupakan penerbangan kalibrasi dilaksanakan untuk menentukan kepatutan/kepantasan suatu tempat (lokasi) yang diusulkan untuk

instalasi permanen dari sebuah fasilitas navigasi.

- b. *Commisioning* (pemeriksaan)
Kalibrasi *commisioning* adalah penerbangan kalibrasi/pemeriksaan penerbangan terhadap peralatan secara menyeluruh yang dilaksanakan utnuk memperoleh informasi untuk kerja secara lengkap seperti jangkauan fasilitas, kita ketahui ada pengaruh terrain yang membatasi dari *performance* peralatan yang dipasang dan menetapkan bahwa fasilitas dapat mendukung kebutuhan operasional penerbangan, pemeriksaan harus Terpenuhi sebelum fasilitas navigasi yang baru diinstalasi dioperasikan untuk mendukung kebutuhan operasional penerbangan.
- c. *Periodic* (berjadwal)
Kalibrasi periodik adalah penerbangan kalibrasi/pemeriksaan penerbangan (*flight inspection*) yang dilaksanakan secara berjadwal pada setiap peralatan fasilitas navigasi untuk memeriksa dan menentukan bahwa untuk kerja fasilitas yang diperiksa masih mendekati atau sama dengan standar *commisioning* dan masih dapat mendukung kebutuhan operasional penerbang.
- d. *Special condition* (keadaan khusus).
Kalibrasi *special condition* adalah penerbangan kalibrasi (*flight calibration*) yang dilaksanakan untuk menentukan karakteristik untuk kerja peralatan untuk tujuan khusus atau dalam kaitan dengan keadaan khusus. Contoh: keadaan yang menuntut pemeriksaan ini adalah saat terjadinya perbaikan yang berat ,penggantian antenna, modifikasi fasilitas atau pemugaran/pemindahan fasilitas. Pemeriksaan khusus

mungkin juga dilaksanakan karena kecurigaan kegagalan pemakaian fasilitas yang dilaporkan oleh teknisi pemelihara atau pilot pemakai fasilitas.

e. *Surveillance*

Kalibrasi surveillance bertujuan untuk mengecek kondisi umum peralatan masih standar atau tidak dan sebagai evaluasi selama penerbangan dilakukan dengan tidak berjadwal.

Berdasarkan untuk kerja fasilitas, inspeksi penerbangan harus menetapkan salah satu dari klasifikasi status berikut:

Unrestricted : status atas fasilitas yang memenuhi nilai toleransi yang dipersyaratkan.

Restricted: Status atas fasilitas yang tidak memenuhi nilai toleransi yang ditentukan berdasarkan standar inspeksi (wilayah ruang udara yang menggunakan fasilitas tersebut harus didefinisikan sebagai unusable pada Notam.

Unusable : Status atas fasilitas yang tidak aman atau tidak dapat diandalkan untuk navigasi (Notam harus ditertibkan dengan mendefinisikan bahwa fasilitas tersebut unusable).

Adapun parameter utama yang diukur pada penerbangan kalibrasi peralatan localizer adalah sebagai berikut:

a. Level Modulasi

Pemeriksaan ini mengukur pancaran signal modulasi localizer. Untuk prosedur-front course yang diperbolehkan, modulasi diukur saat

inbound di localizer, antara 10 mil hingga 3 mil dari antena localizer. Modulasi yang diluar toleransi akan menjadi dasar untuk pembatasan fasilitas terpasang atau dipasang ulang dengan antena tipe baru.

b. Rasio Power:

Tujuan dari pemeriksaan ini adalah untuk mengukur rasio power antara course dan pemancar clearance dari dual frekuensi localizer. Bila pesawat dilengkapi dengan spektrum analyzer, posisi pesawat pada localizer on course dalam jarak 10 mil dan line of sight dari antenna, membandingkan kekuatan sinyal relatif course dan pemancar clearance dengan daya RF pemancar course dialarm dan pemancar clearance normal.

c. Phasing

Tujuan dari pemeriksaan ini adalah untuk menentukan bahwa hubungan fase antara sideband dan carrier energinya optimal. Fasilitas ini normalnya diphase dengan ground prosedur.

d. Lebar dan simetri Course Sector

Tujuan dari pemeriksaan ini adalah untuk membangun dan mempertahankan lebar dan simetri course sector. Prosedur ini berlaku untuk front course, lebar dan simetri course diukur antara 4 dan 24 mil dari antena localizer di lowest coverage altitude. Lebar course sector tiap tiap localizer diatur berbeda-beda sesuai dengan panjang Run Way yang dimiliki oleh bandara.

e. Course alignment dan struktur

Pemeriksaan ini untuk mengukur kualitas dan alignment sinyal on-course. Pemeriksaan alignment dan struktur biasanya dilakukan secara bersamaan. Toleransi untuk course bend untuk zone 1-2 untuk localizer Cat I adalah 30 μ A

(0.031 DDM), sedangkan untuk zone 3 adalah $14\mu\text{A}$ (0.015 DDM).

f. Referensi Monitor

Inspektur harus memastikan bahwa fasilitas harus diset pada referensi monitor untuk setiap pemeriksaan.

g. Clearance

Clearance diukur untuk memastikan bahwa peralatan memberikan penunjukan yang pasti diseluruh layanan. Pemeriksaan ini digunakan untuk front course pada radius 6 sampai 10 mil dari antena di lowest coverage altitude. Pada pemeriksaan berkala, clearance dapat diperiksa sampai jarak 14 nautical mile dari antena localizer.

h. Coverage

Coverage harus dievaluasi secara bersamaan dengan masing-masing kebutuhan pemeriksaan selama semua inspeksi berlangsung.

i. Identifikasi dan suara

Pemeriksaan ini dibuat untuk memastikan identifikasi diterima di seluruh area localizer. Identifikasi localizer memiliki tiga huruf kode pengenalan didahului dengan kode huruf I. Berdasarkan penjelasan mengenai penerbangan kalibrasi dapat disintesis bahwa penerbangan kalibrasi memiliki sebuah dimensi yaitu pengukuran parameter output.

METODOLOGI PENELITIAN

Metode Pengumpulan data

Metode penelitian yang digunakan penulis pada penelitian ini adalah metode penelitian survei. Metode penelitian survei adalah penelitian yang dilakukan pada populasi besar maupun kecil, tetapi data yang dipelajari adalah data dari sampel yang diambil dari populasi tersebut, sehingga ditemukan kejadian-kejadian relatif, distribusi dan

hubungan antara variabel sosiologis maupun psikologis (Kerlinger, 1996)¹. Berdasarkan pendapat pakar tersebut, maka penulis memilih metode survei untuk penelitian ini, disamping itu penulis memiliki beberapa alasan diantaranya sebagai berikut:

Metode ini menurut paling fleksibel untuk mendapatkan data sekunder dari laporan hasil penerbangan kalibrasi dan laporan hasil pengujian didarat yang dimiliki oleh dinas teknik elektronika dan listrik bandar udara Sam Ratulangi Manado, karena bila ada masalah penulis bisa langsung bertanya kepada seluruh teknisi elektronika dan listrik.

Data yang diperoleh dari survei bisa penulis analisa untuk mengetahui apakah ada persamaan atau apakah ada perbedaan dari dua variabel independen.

Populasi dan Sampel

Populasi

Populasi adalah wilayah generalisasi yang terdiri atas: obyek / subyek yang mempunyai kualitas dan karakteristik tertentu yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari dan kemudian ditarik kesimpulannya.

Dalam penelitian ini penulis menentukan bahwa populasi yang digunakan adalah data hasil pengujian didarat dan data hasil penerbangan kalibrasi peralatan Localizer Wilcox type MK20A dari bulan Februari tahun 2009 sampai dengan bulan Agustus 2010 yang dimiliki oleh dinas teknik elektronika dan listrik bandar udara Sam Ratulangi Manado.

Sampel

Riduwan (2007:56) mengatakan bahwa "Sampel adalah bagian dari populasi." Sugiyono (2010:62) mengatakan "Sampel penelitian adalah

sebagian dari populasi yang diambil sebagai sumber data dan dapat mewakili seluruh populasi.” Karena jumlah populasi data hasil pengujian didarat jauh lebih banyak dibandingkan dengan data hasil penerbangan kalibrasi maka penulis menggunakan teknik sampling Purposive.

Teknik Purposive ini memberikan kebebasan pada penulis untuk menentukan sampel dengan pertimbangan tertentu. Adapun pertimbangannya adalah penulis ingin membandingkan satu data penerbangan kalibrasi dengan lima data hasil pengujian didarat setelah penerbangan kalibrasi.

Penerbangan kalibrasi peralatan Localizer Wilcox type MK20A di bandar udara Sam Ratulangi Manado dari bulan Februari 2012 sampai dengan bulan Agustus 2013 data sekunder yang penulis miliki adalah:

8 data X 3 parameter = 24 data hasil penerbangan kalibrasi

20 data X 3 parameter = 60 data hasil pengujian di darat

Variabel Penelitian

Variabel penelitian adalah segala sesuatu yang berbentuk apa saja yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari sehingga diperoleh informasi tentang hal tersebut, kemudian ditarik kesimpulannya.

Secara teoritis variabel dapat didefinisikan sebagai atribut seseorang, atau obyek yang mempunyai “variasi” antara satu orang dengan yang lain atau satu obyek dengan obyek yang lain (Hatch dan Farhady,1981). Variabel dapat juga merupakan dari bidang keilmuan atau kegiatan tertentu.

Berdasarkan pengertian diatas, maka penulis menetapkan dua variabel independen yang tidak saling mempengaruhi untuk dibandingkan.

Variabel Independen (X₁).

Variabel independen (variabel bebas) adalah variabel yang mempengaruhi atau yang menjadi sebab perubahannya atau timbulnya variabel terikat (dependen), dalam penelitian ini sebagai variabel independen yang pertama Adalah data hasil pengujian di darat (*ground inspection*) peralatan Localizer Wilcox type MK20A bandar udara Sam Ratulangi.

a. Definisi Konseptual

Data hasil Pengujian di darat (*ground inspection*) adalah suatudata yang diperoleh dari hasil kegiatan pengujian dan peneraan yang dilakukan di darat terhadap peralatan fasilitas elektronika dan listrik penerbangan yang digunakan untuk pelayanan lalu lintas penerbangan⁴.

b. Definisi Operasional

Penentuan data hasil pengujian didarat (*ground inspection*) peralatan Localizer type MK20A adalah memiliki sebuah dimensi yaitu parameter output dari peralatan tersebut.

c. Kisi-kisi Instrument Variabel X₁

Kisi-kisi instrumen untuk data varibel X₁ dapt dibuat seperti tampak pada tabel 1.

Tabel 1. Kisi-kisi instrumen variabel data hasil pengujian didarat (X₁)

No	Dimensi	Indicator	Keterangan
1	Parameter	Modulation	
		Course alignment	
		Course width	

(sumber: Skep Dirjen Hubud No.83 Tahun 2005)

Variabel Independen (X₂)

Variabel Independen (bebas) yang kedua pada penelitian ini adalah data hasil penerbangan kalibrasi (*flight Calibration*) peralatan Localizer Wilcox type MK20A bandar udara Sam Ratulangi Manado.

a. Definisi Konseptual

Data hasil Penerbangan kalibrasi adalah suatu data yang diperoleh dari adanya kegiatan untuk menyelidiki dan mengevaluasi alat bantu Navigasi udara dan instrumen prosedur penerbangan serta untuk memastikan atau membuktikan bahwa peralatan tersebut masih dalam toleransi yang aman untuk dioperasikan.

b. Definisi Konseptual

Penentuan data hasil penerbangan kalibrasi (*flight calibration*) peralatan Localizer Wilcox type MK20A adalah memiliki sebuah dimensi yaitu parameter output dari peralatan tersebut.

c. Kisi-kisi Instrumen Variabel X₂

Kisi-kisi instrumen untuk Variabel X₂ dapat dibuat seperti tampak pada tabel 2.

Tabel 2. Kisi-kisi instrumen variabel data hasil Penerbangan Kalibrasi (X₂).

No	Dimensi	Indicator	Keterangan
1	Parameter	Modulation	
		Course alignment	
		Course Width	

(sumber : FAA 8200, Flight Inspection Manual)

Teknik Pengumpulan Data

Data yang diperoleh dari suatu penelitian disebut data mentah (*raw data*) dan beragam nilainya. Agar mudah

dipahami terlebih dahulu perlu diolah dan dikumpulkan sehingga mudah di pahami.

Pada penelitian ini sumber data langsung dihimpun oleh penulis (data sekunder) dengan metode pengumpulan data:

Dokumentasi

Membaca dan mempelajari *manual book* ILS, mempelajari Skep Dirjen Hubud No.83 tahun 2005, *Document* 8071 ICAO dan mempelajari *form* hasil *ground inspection* Localizer serta *form* hasil *flight calibration*.

Teknik Observasi

Pengamatan langsung yang dilakukan penulis selama menjadi karyawan PT Angkasa Pura 1(persero) cabang Bandara Sam Ratulangi.

Teknik Analisis Data

Jenis data yang dihimpun penulis adalah data sekunder yaitu data hasil pengujian di darat dan data hasil penerbangan kalibrasi peralatan localizer Wilcox type MK20A yang berbentuk data Rasio. Untuk menentukan jenis statistik inferensial (statistik probabilitas) parametris yang akan penulis pergunakan maka kedua variabel data tersebut sebelumnya akan penulis uji dengan melakukan uji normalitas. Menurut Sugiyono pada buku statistika untuk penelitian tahun 2010 Hal 27, jika kita mempergunakan hipotesis komparatif dua sample independen dan data berjenis data rasio yang berdistribusi normal maka penulis akan mempergunakan uji *t-test independent*. Namun jika data tidak berdistribusi normal maka penulis akan menggunakan jenis statistik non parametris. Sebelum memilih jenis teknik statistik parametris maka data rasio ini akan diturunkan tingkatannya

menjadi data ordinal⁸. Sesuai tabel penggunaan statistik bila data berbentuk data ordinal maka penulis merpegunakan uji *Mann-Whitney U-test*. Berikut ini penulis berikan teknik statistik yang dipergunakan untuk menganalisa hasil penelitian ini.

a. Uji Normalitas

Untuk mengetahui apakah data hasil pengujian di darat dan data hasil penerbangan kalibrasi Localizer MK20A bandar usara Sam Ratulangi berdistribusi normal atau tidak, maka penulis menggunakan uji Liliefors untuk uji normalitas data. Dasar pemilihan dengan uji Liliefors adalah data yang dimiliki cukup kecil jumlahnya yaitu hanya 20 data untuk variabel pengujian di darat dan 8 data untuk variabel penerbangan kalibrasi. Ada pun urutan yang harus dilakukan untuk uji normalitas menggunakan uji liefors adalah.

Pernyataan Hipotesis

Ho : Sampel berdistribusi tidak normal

Ha : Sampel berdistribusi normal

1. Menentukan taraf significance (α)
2. Mengurutkan data sampel dari kecil ke besar dan menentukan frekuensi tiap-tiap data.
3. Menentukan nilai Z (bilangan baku) dari tiap-tiap data dengan rumus:

$$Z_i = \frac{X_i - X}{s}$$
4. Menentukan besar peluang untuk masing-masing nilai Z berdasarkan tabel Z, dan disebut dengan F(Z).
5. Menghitung frekuensi kumulatif dari masing-masing nilai Z, dan disebut dengan S(Z) dengan rumus:

$$S(Z) = \frac{f_i}{\sum f}$$
6. Menentukan nilai $L_0 = [F(Z) - S(Z)]$ yang terbesar yang dipakai dan

membandingkannya dengan nilai L_{tabel} dari tabel Liliefors.

7. tentukan kriteria pengujian H_a yaitu :
Jika $L_0 < L_{tabel}$ maka H_a diterima (berdistribusi normal).
8. Membuat kesimpulan

b. Uji Homogenitas.

Untuk mengetahui data hasil penelitian ini apakah datanya homogen atau tidak, maka penulis menggunakan uji kesamaan dua varians (Homogenitas). Adapun cara pengujian Homogenitas yang penulis pakai adalah Varians terbesar dibandingkan varians terkecil yang langkah penyesuaiannya sebagai berikut¹⁰:

1. Pernyataan Hipotesis:
Ho : Sampel tidak homogen
Ha : Sampel Homogen

Cari Fhitung Dengan menggunakan rumus

$$F = \frac{\text{VariansTerbesar}}{\text{VariansTerkecil}}$$

2. Tetapkan (α)
3. Cari Ftabel dengan cara :
dk pembilang =n-1 (untuk varians terbesar)
dk penyebut =n-1 (untuk varians terkecil)
4. Dengan menggunakan tabel F didapat nilai Ftabel
5. Tentukan kriteria pengujian H_0 yaitu :
Jika Fhitung < Ftabel maka Ha diterima (homogen)
6. buatlah kesimpulannya.

Pembahasan Hasil Penelitian.

Berdasarkan hasil penelitian yang disebutkan pada analisa data diatas, serta mengacu kepada standar dan ketentuan yang berlaku dalam dunia penerbangan antara lain :

1. Surat keputusan direktur jenderal perhubungan udara nomor : SKEP/83/VI/2005 tentang prosedur pengujian di darat (ground inspection) peralatan fasilitas elektronika dan listrik penerbangan.
2. Prosedur Pelaksanaan Penerbangan kalibrasi sesuai dengan dokumen FAA 8200 (*Flight Inspection Manual*), yang bertujuan untuk mengevaluasi alat bantu navigasi udara dan untuk membuktikan bahwa peralatan Navigasi masih dalam toleransi yang aman untuk dioperasikan.

Dari data yang dimiliki penulis dan standar yang berlaku, untuk kelompok data yang pertama yaitu data parameter modulation setelah dilakukan uji normalitas dengan uji Lilliefors menghasilkan hipotesa yang menyatakan bahwa data tidak berdistribusi normal. Karena data tidak berdistribusi normal (non parametris) maka untuk melakukan komparasi antara data hasil pengujian di darat dengan data hasil penerbangan kalibrasi penulis mempergunakan teknik statistika Mann- Whitney U-Test. Hasil perhitungan menghasilkan $U_{hitung} = 0$ dan $U_{tabel} = 30$ pada tingkat kepentingan (α) = 0,01. Jika disimpulkan $U_{hitung} < U_{tabel}$, hipotesis ini artinya terdapat perbedaan presentase modulation antara data hasil pengujian di darat dengan data hasil penerbangan kalibrasi peralatan Localizer Wilcox type MK20A di Bandar Udara Sam Ratulangi Manado.

Untuk kelompok data yang kedua yaitu data parameter Course Alignment setelah dilakukan uji normalitas dengan uji Lilliefors menghasilkan hipotesa yang menyatakan bahwa data berdistribusi normal. Karena data berdistribusi normal (parametris), sebelum melakukan komparasi antara data hasil

pengujian di darat dengan data hasil penerbangan kalibrasi penulis melaksanakan uji Homogenitas yang menghasilkan hipotesa bahwa data tidak homogen. Selanjutnya dengan mempergunakan teknik statistika t-test independen menghasilkan $t_{hitung} = -5,051$ dan $t_{tabel} = 2,904$ pada tingkat kepentingan (α) = 0,01 . Jika disimpulkan $-t_{hitung} > -t_{tabel}$, hipotesis ini artinya terdapat perbedaan Course Alignment antara data hasil pengujian di darat dengan data hasil Penerbangan kalibrasi peralatan Localizer Wilcox type MK20A di Bandar Udara Sam Ratulangi Manado.

Untuk kelompok data yang ketiga yaitu data parameter Course Width setelah dilakukan uji normalitas dengan uji Lilliefors menghasilkan hipotesa yang menyatakan bahwa data berdistribusi normal. Karena data berdistribusi normal (parametris), sebelum melakukan komparasi antara data hasil pengujian di darat dengan data hasil penerbangan kalibrasi penulis melaksanakan uji Homogenitas yang menghasilkan hipotesa bahwa data tidak homogen. Selanjutnya dengan mempergunakan teknik statistika t-test independen menghasilkan $t_{hitung} = -1,553$ dan $t_{tabel} = 3,18$ pada tingkat kepentingan (α) = 0,01 . Jika disimpulkan $-t_{hitung} < -t_{tabel}$, hipotesis ini artinya tidak terdapat perbedaan Course Width antara data hasil pengujian di darat dengan data hasil Penerbangan kalibrasi peralatan Localizer Wilcox type MK20A di Bandar Udara Sam Ratulangi Manado.

Adanya bukti perbedaan data dari pancaran Localizer jika diukur dengan pelaksanaan Penerbangan Kalibrasi dibandingkan dengan pelaksanaan pengujian di darat sangatlah wajar karena prosedur pelaksanaannya ada

perbedaan pada lokasi pengukuran dan alat ukur yang digunakan.

Sesuai dengan prosedur penerbangan kalibrasi menyatakan bahwa level modulation diukur saat pesawat inbound di Localizer antara 10 Nautical Mile – 3 Nautical Mile, untuk pengukuran Course Alignment dilakukan pada masing-masing Zone Localizer dan pengukuran Course Width pada jarak 4 – 10 nautical Mile. Sedangkan prosedur pengujian di darat dengan menggunakan PIR hanya 300 meter di depan antenna Localizer.

Seperti yang telah disebutkan pada teori dasar Localizer, bahwa faktor propagasi dan lingkungan juga sangat berpengaruh terhadap signal pancaran localizer sehingga hasil pengukuran penerbangan kalibrasi mendapat pengaruh yang lebih besar dibandingkan dengan hasil pengujian di darat.

Demikianlah hasil analisa secara teknik statistik data hasil pengujian di darat dan data hasil penerbangan kalibrasi dimana menghasilkan hipotesis bahwa data Course Width tidak ada perbedaan tetapi data Modulation dan Course Alignment terdapat perbedaan

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan.

Berdasarkan hasil dari penelitian dan pembahasan maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Adanya perbedaan menurut pengujian dengan teknik statistik antara data hasil pengujian di darat (*ground inspection*) dengan data hasil penerbangan kalibrasi (*flight calibration*) untuk parameter Presentase Modulation dan Course alignment peralatan Localizer Wilcox type MK20A di Bandar Udara Sam Ratulangi Manado.

2. Adanya persamaan menurut pengujian dengan teknik statistik antara data hasil penerbangan kalibrasi (*flight calibration*) dengan data hasil pengujian di darat (*ground inspection*) untuk parameter Course Width peralatan Localizer Wilcox type MK20A.
3. Dari hasil penelitian disimpulkan bahwa pelaksanaan pengukuran terhadap peralatan Localizer Wilcox Type MK20A harus dilaksanakan tepat waktu, sesuai ketentuan peraturan yang berlaku, karena pengukuran tidak dapat hanya dilaksanakan di ground saja, tetapi ada parameter yang memang harus diukur dengan menggunakan flight calibration.

Saran

Dari kesimpulan diatas, untuk meningkatkan keselamatan penerbangan dan menambah wawasan tentang ilmu penelitian di bidang teknik navigasi udara, maka penulis menyarankan:

1. Direktorat Jenderal Perhubungan Udara sebagai Regulator, PT. Angkasa Pura 1 (Persero) sebagai pengelola Bandara dan Balai Kalibrasi senantiasa bekerja sama agar pelaksanaan Kalibrasi dapat berjalan tepat waktu.
2. Perlu adanya pelatihan bagi teknisi navigasi udara agar pelaksanaan Penerbangan kalibrasi dan pengujian di darat bisa terlaksana dengan baik.
3. Penelitian ini dapat dikembangkan oleh para Dosen STPI untuk mengambil sampel Peralatan navigasi di Bandara lain selain Bandara Sam Ratulangi Manado, sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa semua peralatan navigasi di seluruh Bandar udara di Indonesia dalam

pelaksanaan flight Inspection harus tepat waktu dan tidak diperbolehkan adanya keterlambatan, karena akan berpengaruh terhadap keselamatan penerbangan.

DAFTAR ISTILAH

Alignment, posisi atau arah yang bertepatan dengan patokan nominalnya.

Difference In Depth Of Modulation (DDM), prosentase kedalaman modulasi dari sinyal yang besar dikurangi prosentase kedalaman modulasi dari sinyal yang kecil.

Coverage, ruang udara yang dipersyaratkan melingkup sinyal RF dengan karakteristik tertentu yang dipancarkan oleh Localizer.

Course Line, tempat kedudukan titik-titik yang terletak paling dekat dengan sumbu landasan pada bidang horizontal dimana DDMnya sama dengan Nol.

Side Band Only (SBO), frekuensi Side Band saja dimana frekuensi Carriernya dihilangkan (diperlemah).

