

**ANALISIS TEKNIS PERSYARATAN PENEMPATAN PERALATAN DAN MOBILITAS
MASYARAKAT TERHADAP PANCARAN LOCALIZER MENGGUNAKAN DIAGRAM
FISHBONE DI BANDAR UDARA ADI SOEMARMO SOLO**

Athfal Aldiefa⁽¹⁾, Sabdo Purnomo⁽²⁾, Dian Anggraini⁽³⁾

Sekolah Tinggi Penerbangan Indonesia

ABSTRAK: Bandar Udara sebagai penyedia jasa transportasi udara dituntut memberikan pelayanan, keamanan dan keselamatan penerbangan disegala waktu. Keselamatan, keamanan dan kenyamanan adalah suatu piranti dari dunia penerbangan. Oleh karena itu perlunya mengidentifikasi potensi *hazard* dan kemudian menentukan faktor-faktor *hazard* serta memberikan opsi-opsi mitigasi sebagai sistem yang berkelanjutan. Secara penempatan peralatan, area fasilitas *localizer* di Bandar Udara Adi Soemarmo Solo berada di luar area Bandar udara serta terhalang oleh jalan raya. Mobilitas masyarakat juga cukup tinggi karena jalan raya tersebut sebagai salah satu akses menuju Bandar Udara Adi Soemarmo Solo. Diharapkan dengan analisa ini bisa bermanfaat bagi Bandar Udara Adi Soemarmo dan Airnav Indonesia Cabang Solo sebagai bentuk saran guna dapat dimanfaatkan terhadap pelayanan keamanan dan navigasi penerbangan untuk menunjang keselamatan penerbangan di Indonesia.

Kata Kunci: *Safety, Hazard, Localizer, Sitting Criteria*

ABSTRACT: *Airport is a providers of air transportation services are required to provide service, safety and flight safety at all times. Safety, security and comford are tools of the flight in the word. Therefore the need to identify potential hazard and then determine hazard factors and provide options as a sustainable system. equipment placement, facility area the localizer at Adi Soemarmo Solo airport is outside the airport area and blocked by the highway. Community mobility is also quite high because of the road the highway is one of the accesses to adi soemarmo solo airport. it is hoped that this analysis can be useful for Adi Soemarmo Solo airport and AIRNAV Indonesia , Solo, branch as a form of advice to get it utilized for security services and flihgt navigation for supporting flight safety in Indonesia.*

Keyword: *Safety, Hazard, Localizer, Sitting Criteria*

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

ILS (*Instrument Landing System*) terdiri dari 3 komponen peralatan, yaitu *Localizer*, *Glidepath /Glideslope*, dan *Marker Beacon*. *Marker Beacon* sendiri juga terdiri dari 3 komponen, yaitu *Inner Marker*, *Middle Marker* dan *Outer Marker*. Sistem ILS di Indonesia beroperasi pada kategori 1 (Cat. I) sehingga hanya menggunakan *Middle Marker* dan *Outer Marker* karena kondisi cuaca dan alam Indonesia dalam keadaan yang relatif konstan (jarak pandang atau *visibility* rata-rata diatas 800 meter) tanpa harus menggunakan *Inner Marker* yang digunakan di belahan dunia yang mempunyai *visibility* dibawah 800 meter (memiliki 4 (empat) musim). ILS berfungsi sebagai alat bantu navigasi pendaratan yang memberikan panduan pendaratan dengan tepat dan presisi di *centerline runway* sebagai penunjang keselamatan penerbangan di suatu bandar udara. Kondisi alam dan cuaca sangat menentukan kelancaran operasi penerbangan, diantaranya: kondisi cuaca yang dapat mengurangi jarak pandang (*visibility*) bagi pilot saat cuaca buruk atau *bad weather*. Dalam kondisi demikian peran ILS sebagai alat bantu navigasi pendaratan sangat diperlukan sebagai panduan pendaratan bagi pilot.

Bandar Udara Adi Soemarmo Solo (Kode IATA : SOC; Kode ICAO : WAHQ) adalah bandara yang melayani Solo Raya yang meliputi Kota Surakarta, Kabupaten Boyolali, Kabupaten Karangayar, Kabupaten Sukoharjo dan Kabupaten Sragen yang tepatnya terletak di Ngeemplak, Boyolali, Jawa Tengah 57108 dengan koordinat 07^o31'LS 110^o45'BT/441 ft. Bandar udara Adi Soemarmo Solo dioperasikan oleh PT. Angkasa Pura I (Persero) dan pelayanan lalu lintasnya dioperasikan oleh Airtav Indonesia Cabang Solo. Bandar udara ini melayani penerbangan Garuda Indonesia (GA), Sriwijaya Air (SJ), Air Asia (QZ) serta Lion Air (JT) untuk penerbangan nasional dan internasional. Bandar Udara Adi Soemarmo Solo juga menjadi bandar udara embarkasi haji untuk wilayah Jawa Tengah dan DIY. Bandar udara ini juga berfungsi sebagai pangkalan TNI AU Adi Soemarmo Solo. Untuk jam operasi bandar udara (*operating hours*) dimulai jam 23:00 – 17:00 UTC dengan pelayanan navigasi penerbangan *Aerodrome Control Centre*

(ADC) karena untuk *Approach Control Centre* (APP) sudah diambil alih oleh Bandar udara Adi Sucipto Yogyakarta.

Localizer sebagai salah satu bagian/unit ILS di Bandar Udara Adi Soemarmo Solo berident ISLO yang ditempatkan untuk mendukung proses landing di *runway* 26 yang memiliki frekuensi 111.50 mhz. *Localizer* adalah sebuah pemancar yang berfungsi memberikan panduan berupa azimuth, yaitu *centerline runway* terhadap pesawat. Pancaran *localizer* memberikan panduan horizontal, ke kanan atau ke kiri dari *centerline runway*. *Localizer* beroperasi di frekuensi VHF, yaitu range 108 mhz-112 mhz dengan *coverage* penerimaan hingga jarak 25 NM (46,25 km).

Localizer di Bandar Udara Adi Soemarmo Solo diinstalasi pada awal tahun 2016, dengan merk Selex buatan Amerika Serikat. Sebelum ILS merk Selex diinstalasi, operasi ILS di Bandara Adi Soemarmo Solo menggunakan merk Wilcox, produk ini buatan Amerika Serikat yang memiliki type Mark 10. Sampai saat ini terdapat mobilitas masyarakat yang berupa lalu lintas kendaraan, masuknya seseorang ke area bandara dan sering melintas di sekitar area antenna *localizer* yang seharusnya menjadi *clear area* penempatan peralatan *localizer*. Oleh karena itu penulis ingin menganalisa secara teknis tentang kasus tersebut, yaitu persyaratan penempatan peralatan dan mobilitas masyarakat terhadap pancaran *localizer* yang belum sesuai dengan SKEP/113/VI/2002 Tentang Kriteria Penempatan Fasilitas Elektronika dan Listrik Penerbangan. Berdasarkan penjelasan latar belakang di atas, maka penulis akan meneliti permasalahan tersebut dengan judul "Analisis Teknis Persyaratan Penempatan Peralatan Dan Mobilitas Masyarakat Terhadap Pancaran *Localizer* Menggunakan Diagram *Fishbone* Di Bandar Udara Adi Soemarmo Solo".

B. Rumusan Masalah

Didasari latar belakang masalah yang telah diuraikan tersebut, penulis merumuskan beberapa masalah, yaitu :

1. Apakah penempatan peralatan *localizer* di Bandar Udara Adi Soemarmo Solo sudah sesuai dengan SKEP/113/VI/2002 Tentang Kriteria Penempatan Fasilitas Elektronika dan Listrik Penerbangan?

2. Apakah penempatan peralatan dan mobilitas masyarakat di Bandar Udara Adi Soemarmo Solo berpengaruh terhadap pancaran localizer?

C. Tujuan dan Kegunaan Penelitian

Tujuan dan kegunaan dari penelitian ini adalah Untuk mengetahui pengaruh persyaratan penempatan localizer terhadap pancaran localizer sebagai referensi bagi teknisi navigasi Bandar Udara Adi Soemarmo Solo dalam memelihara kegiatan operasinal peralatan localizer.

II. TINJAUAN LITERATUR

A. Teori Localizer

Localizer menggunakan jajaran antena multielemen untuk menghasilkan radiasi sinyal yang direncanakan / diminta. Dua sinyal dipancarkan oleh pemancar yang menghasilkan :

1. Sinyal Carrier and Side Band (CSB)
2. Sinyal Side Band Only (SBO)

Sinyal yang dipancarkan di udara terdiri dari kombinasi kedua sinyal tersebut dan menghasilkan pola radiasi gabungan (composite radiation pattern). Sinyal CSB adalah RF frekuensi Carrier yang dimodulasi dengan dua frekuensi audio, 90 Hz dan 150 Hz dan menghasilkan suatu sinyal modulasi amplitudo yang terdiri:

1. RF Carrier (FC)
2. Upper Sideband, RF plus 90 Hz dan RF plus 150 Hz.
3. Lower Sideband, RF minus 90 Hz dan RF minus 150 Hz.

Besarnya modulasi AM audio frekuensi (90 Hz atau 150 Hz) pada frekuensi carrier adalah 20%, total modulasi kedua audio tersebut adalah 40%. Sinyal SBO adalah frekuensi Sideband saja dan frekuensi carriernya dihilangkan (diperlemah). Karena ada dua audio modulasi frekwensi (90 Hz dan 150 Hz), hasil frekuensi sideband adalah:

1. Frekuensi RF Carrier plus dan minus 90 Hz.
2. Frekuensi RF Carrier plus dan minus 150 Hz.

Bila dua sinyal (CSB dan SBO) di atas dipancarkan, hasil kombinasi kedua sinyal tersebut tidak ada perbedaan Modulation

Depth, karena kedua sinyal mempunyai Modulation Depth dan fase yang sama. Supaya menghasilkan radiasi ILS seperti yang diminta perlu merubah hubungan fase dari Sideband (SBO) tersebut:

1. Menggeser fase 180° antara Sideband 90 Hz dan Sideband 150 Hz.
2. Namun hal di atas belum menghasilkan hasil radiasi yang dikehendaki karena salah satu Sideband dari SBO akan menambah radiasi CSB, sedangkan Sideband dari SBO yang lain akan saling menghilangkan karena fase digeser 180° tersebut.

Dengan mengatur level sinyal CSB dan SBO, pancaran lebar beam (Course Width) dapat diatur. Menambah power SBO terhadap CSB power akan menghasilkan beam yang sempit (sudut Course Width mengecil) dan sebaliknya. Bila sinyal CSB saja yang dipancarkan (tidak dengan SBO), sistem akan menjadi tidak terarah (non directional) dan akan menghasilkan DDM=0 pada semua daerah. Hal ini digunakan untuk menyetel peralatan dan meyakinkan bahwa level modulasi 90 Hz dan 150 Hz adalah balance. Sumber : Handbook – ILS *Basic Theory*

Coverage localizer (ANNEX 10: specification for ILS) Coverage harus mencapai 25 NM (46,3 km) pada ±10 degree, dan 17 NM (31,5 km) pada ±10-35 degree. Pengecualian apabila terdapat obstacle maka coverage harus 18 NM (33,4 km) pada ±10 degree, dan 10 NM (18,5 km) pada ±10-35 degree. Sinyal Localizer harus dapat diterima pada ketinggian 600 m (2000 ft) di atas threshold, atau 300 m (1000 ft) di atas elevasi obstacle

B. Standar Teknis Penempatan Peralatan

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 ideal 300 meter dari threshold landasan pacu terdekat;
 - b. Lokasi penempatan shelter peralatan Localizer berada di samping antena dengan jarak 75 meter dari pusat antena,;
 - c. Namun bilamana terkendala karena terbatasnya lahan yang tersedia, jarak perletakan antena Localizer terhadap threshold dapat diperpendek sampai dengan 125 meter.

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 tumbuh/semak belukar yang dapat mempengaruhi sinyal panduan Localizer;
- e. Tidak terdapat saluran udara tegangan tinggi yang melintasi kawasan pendekatan dan pendaratan;
- f. 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;
- g. Mempertimbangkan kemungkinan adanya rencana pengembangan bandar udara.

C. Kalibrasi Peralatan

1. Pelaksanaan Kalibrasi Localizer

Parameter Check, yaitu *Course Width, Modulation, Clearance 150* dan *Clearance 90, Course Structure Alignment, Voice Identification, Width Monitor Alarm*. Berikut adalah pemjelasannya.

- a. Identification, yaitu ident tidak boleh mempengaruhi *Cross Pointer*. Level Modulasi Ident diset sebesar 10 %.
- b. Mod Balance dan Mod Depth yaitu, Tujuan untuk mengkonfirmasi bahwa mod balance dan kedalaman modulasi diset dengan baik. DDM pada clearance localizer harus nol dan total modulasi 40 %. Mod balance = $0+3$ uA (arus Cross Pointer) dan mod depth = $40\% + 4\%$.
- c. Course Width dan Clearance Check yaitu, Untuk menjamin bahwa course width diset dengan baik dan dalam batas toleransi. Besaran width ditentukan pada saat commissioning. Course width = $W_{comm} +$

17 %. Besaran arus clearance harus terbaca naik secara linier menuju 175 uA (18% DDM) dari 0 deg C/L menuju 10 deg C/L. Arus clearance harus terbaca 150 uA (15.5%) di sector 10 deg C/L sampai 35 deg C/L.

- d. Course Width Symmetry yaitu, Untuk menjamin bahwa besaran elemen course width pada tiap sisi C/L (150 Hz dan 90 Hz) seimbang,
- e. Course Alignment, Struktur Course dan Flyability yaitu, Untuk mengecek kelurusan elektronik C/L (0 DDM) dengan C/L runway sesungguhnya. Untuk mengecek bahwa kualitas course signal dalam kondisi baik. Struktur course masih dalam batas toleransi.
- f. High Angle Clearance Check dan Alignment Monitor Alarm, yaitu Untuk mengkonfirmasi instrument approach altitude dalam kondisi normal dilaksanakan pada saat Commissioning dan penggantian antenna (baik type maupun posisi). Pesawat kalibrasi mendeteksi deviasi course saat kondisi TX alarm dan mengkonfirmasi bahwa deviasi dalam batas toleransi. Teknisi mengkondisikan TX dalam kondisi alarm dengan mengatur Mod Balance Control.
- g. Width Monitor Alarm, Coverage dan Power Monitor Alarm yaitu, Width Monitor Alarm untuk mengkonfirmasi bahwa width wide dan width narrow monitor alarm masih toleransi sedangkan Coverage dan Power Monitor Alarm untuk mengkonfirmasi bahwa cakupan pancaran localizer masih dalam standar volume pelayanan meskipun dioperasikan dalam kondisi power pancaran 50 % (alarm).
- h. Polarization Check yaitu, Adapun tujuannya mengkonfirmasi bahwa tidak ada efek vertical polarisasi yang akan mengganggu akurasi sinyal pesawat terbang inbound sepanjang clearance localizer antara 6-10 Nm. Pesawat dibuat bank 20 deg di tiap sisi. Deviasi course tidak lebih/kurang dari 15 uA.

C. Analisa Fishbone

Dikatakan Diagram *Fishbone* (Tulang Ikan) karena memang berbentuk mirip dengan tulang ikan yang moncong kepalanya menghadap ke kanan. Diagram tulang ikan atau *fishbone diagram* disebut dengan diagram Sebab-Akibat atau *cause effect diagram*. Metode tersebut awalnya lebih banyak

digunakan untuk manajemen kualitas. Yang menggunakan data verbal (*non-numerical*) atau data kualitatif. Dr. Ishikawa juga disebut sebagai orang pertama yang memperkenalkan 7 alat atau metode pengendalian kualitas (*7 tools*). Yakni *fishbone diagram*, *control chart*, *run chart*, *histogram*, *scatter diagram*, *pareto chart*, dan *flowchart*.

Diagram ini akan menunjukkan sebuah dampak atau akibat dari sebuah permasalahan, dengan berbagai penyebabnya. Efek atau akibat dituliskan sebagai moncong kepala. Sedangkan tulang ikan diisi oleh sebab-sebab sesuai dengan pendekatan permasalahannya. Dikatakan diagram *Cause and Effect* (Sebab dan Akibat) karena diagram tersebut menunjukkan hubungan antara sebab dan akibat. Berkaitan dengan pengendalian proses statistikal, diagram sebab-akibat dipergunakan untuk untuk menunjukkan faktor-faktor penyebab (sebab) dan karakteristik kualitas (akibat) yang disebabkan oleh faktor-faktor penyebab itu.

Diagram *Fishbone* (Tulang Ikan) atau *Cause and Effect* (Sebab dan Akibat) Ishikawa telah menciptakan ide cemerlang yang dapat membantu dan memampukan setiap orang, kelompok, organisasi atau perusahaan dalam menyelesaikan masalah dengan tuntas sampai ke akarnya. Kebiasaan untuk mengumpulkan beberapa orang yang mempunyai pengalaman dan keahlian memadai menyangkut problem yang dihadapi oleh suatu kelompok, organisasi atau perusahaan. Semua anggota tim memberikan pandangan dan pendapat dalam mengidentifikasi semua pertimbangan mengapa masalah tersebut terjadi.

Kebersamaan sangat diperlukan di sini, juga kebebasan memberikan pendapat dan pandangan setiap individu. Jadi sebenarnya dengan adanya diagram ini sangatlah bermanfaat bagi perusahaan, tidak hanya dapat menyelesaikan masalah sampai akarnya namun bisa mengasah kemampuan berpendapat bagi orang-orang yang masuk dalam tim identifikasi masalah perusahaan yang dalam mencari sebab masalah menggunakan diagram tulang ikan. Analisis ini dimulai dengan masalah yang harus diselidiki. Masalah ini ditulis dalam bentuk *pertanyaan* di sisi kanan halaman (kepala). Panah atau kepala ikan, akan

mengarah ke pertanyaan di bawah pertimbangan. Garis horizontal yang membagi kertas menjadi dua adalah "tulang punggung" dari diagram tulang ikan. Set berikutnya adalah tulang-tulang kecil. Tulang-tulang ini merupakan kategori yang paling penting dari faktor-faktor yang mungkin menjadi penyebab dasar. Nama-nama kategori ini ditulis di sepanjang bagian atas dan bawah kertas, dengan panah miring menunjuk kembali ketulang punggung serta terhadap kepala, sehingga membentuk suatu pola *herringbone*.

III. KERANGKA BERPIKIR

Mengacu pada uraian latar belakang masalah maka penulis akan mengidentifikasi masalah yang akan dibahas dengan didukung oleh teori-teori dan pengamatan lapangan yang menguatkan penelitian ini, setelah itu penulis akan menentukan metode dan mengumpulkan data hasil kalibrasi peralatan localizer dan data laporan bulanan peralatan localizer yang ada. Kemudian akan dianalisa secara deskriptif dan komparatif serta analisa *fishbone* sehingga diharapkan mendapatkan kesimpulan dan saran.

VI. METODOLOGI PENELITIAN

A. Teknis Pengumpulan Data

Data-data yang dibutuhkan dalam penelitian ini antara lain :

1. Data kriteria penempatan peralatan localizer.
2. Data hasil kalibrasi peralatan localizer.
3. Data laporan peralatan localizer.
4. Data mobilitas masyarakat di sekitar peralatan localizer.

Dalam melaksanakan penulisan ini, penulis mengadakan penelitian untuk pengumpulan data dengan cara :

1. Metode Kepustakaan atau Literatur
Yaitu dengan cara menelaah referensi dari berbagai sumber yang berkaitan dengan masalah yang penulis teliti.
2. Metode Diskusi
Yaitu penulis berdiskusi dengan dosen di kelas, alumni/senior di bandar udara maupun dengan teman-teman teknik navigasi udara dan teman-teman operasi.
3. Metode Observasi
Yaitu penulis mengambil data dan melakukan pengamatan di Bandar Udara

Adi Soemarmo Solo sebagai bahan analisa serta menganalisa data yang didapat.

4. Metode Analisis

Yaitu dalam penulisan ini penulis menggunakan analisis teknis dengan menggunakan *Fishbone Analysis*.

B. Teknis Analisis Data

Analisis teknis yang dimaksud dalam penulisan ini yaitu berupa kajian teknis dari permasalahan dengan didasarkan pada peraturan yang berlaku, yang dilengkapi dengan data-data pendukung yang telah dikumpulkan, berupa data kriteria penempatan, data kalibrasi peralatan, data laporan bulanan serta data mobilitas masyarakat sekitar Bandar Udara Adi Soemarmo Solo. Melalui data-data tersebut mengacu pada SKEP/113/VI/2002 Tentang Kriteria Penempatan Fasilitas Elektronika dan Listrik Penerbangan.

Berikut ini tahapan-tahapan yang akan dilakukan penulis dalam proses analisis deksriptif komparatif:

1. Menganalisa dan menelaah masalah;
2. Mengambil dan mengumpulkan data sebagai bahan yang akan dianalisis;
3. Melakukan analisa terhadap data-data yang telah didapatkan;
4. Mengambil kesimpulan dari hasil analisis.

Adapun langkah-langkah yang akan dilakukan penulis dalam penganalisaan dengan menggunakan Diagram *Fishbone* ini adalah :

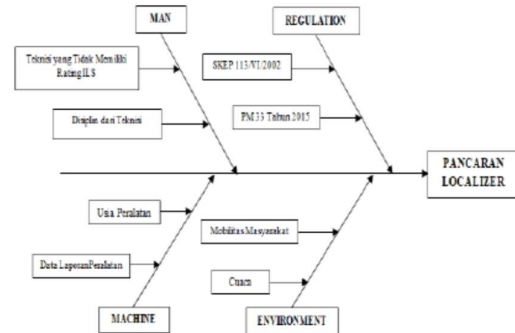
1. Menyusun Diagram *Fishbone*

Cara menyusun Diagram *Fishbone* dalam rangka mengidentifikasi penyebab suatu keadaan yang tidak diharap adalah sebagai berikut:

- a. Mulai dengan pernyataan masalah-masalah utama penting dan mendesak untuk diselesaikan. Gambarkan garis horizontal dengan tanda panah pada
- b. Ujung sebelah kanan dan suatu kotak di depannya yang berisi masalah yang di teliti (problem).
- c. Tuliskan faktor-faktor penyebab utama (sebab-sebab) yang mempengaruhi masalah kualitas sebagai tulang besar, juga ditempatkan dalam kotak yang dihubungkan ke arah garis panah utama. Faktor-faktor penyebab atau kategori-kategori utama dapat dikembangkan melalui Stratifikasi (tingkatan-tingkatan) ke

dalam pengelompokan dari faktor-faktor: manusia, peralatan, peraturan yang berlaku, lingkungan sekitar dan lain lain atau stratifikasi melalui langkah-langkah aktual dalam proses. Faktor-faktor penyebab atau kategori-kategori dapat dikembangkan melalui gagasan-gagasan yang cemerlang.

- d. Tuliskan penyebab kecil disekitar penyebab utama dan menghubungkannya dengan penyebab utama.



Gambar 1 Analisis Penyebab Kecil Dengan *Fishbone*

Beberapa hal pokok yang perlu diingat dalam membuat isi dari diagram *fishbone* adalah :

- Perlu adanya data dan informasi yang akurat didalam menganalisis penyebabnya.
- Harus didapatkan banyak ide penyebab
- Proses pelaksanaan mengeluarkan ide secara bebas berdasar.
- Tidak diperkenankan untuk mengkritik
- Penyebab harus terkumpul dulu sebelum mengambil tindakan pemecahan.
- Memberi tanda atau memilih penyebab yang dirasakan penting.

Faktor-faktor yang mempengaruhi pancaran *localizer* digambarkan pada sirip dan durinya. Faktor yang mempengaruhi tersebut meliputi:

- 1) *Man*
- 2) *Regulation*
- 3) *Machine*
- 4) *Environment*

V. PEMBAHASAN HASIL PENELITIAN

Setelah mengetahui faktor persyaratan penempatan peralatan dan mobilitas masyarakat terhadap pancaran *localizer* di Bandar Udara Adi Soemarmo Solo, maka langkah selanjutnya adalah menentukan sebab-sebab potensial dan menentukan penyebab

yang paling dominan dari permasalahan tersebut. Pada analisa ini penulis memberikan pembobotan menggunakan sistem distribusi pada tiap faktor utama yang mana memberikan nilai yang sama ke setiap faktor. Diibaratkan bahwa pancaran localizer dalam keadaan baik yang memiliki nilai 100%. Sedangkan yang mempengaruhi pancaran localizer terdiri dari 4 (empat) faktor utama yang apabila dibagi rata menyumbang pengaruh masing- masing bernilai 25% serta masing-masing faktor utama terdapat faktor kecil yang dibagi berdasarkan jumlah faktor kecil tiap faktor utama sesuai tabel berikut:

Tabel 1 Nilai Faktor Penyebab Utama

No	Faktor Penyebab Utama	Nilai Faktor Kecil	Nilai Faktor Penyebab	Nilai Kerja
1.	<i>Man</i>			100%
	a. Teknisi Yang Tidak Memiliki <i>Rating</i>	12.5%	25%	
	b. Disiplin dari Teknisi	12.5%		
2.	<i>Regulation</i>		25%	
	a. SKEP 113/VI/2002	12.5%		
	b. PM 33 Tahun 2015	12.5%		
3.	<i>Machine</i>		25%	
	a. Usia Peralatan	12.5%		
	b. Data Laporan Peralatan	12.5%		
4.	<i>Environment</i>		25%	
	a. Mobilitas Masyarakat	12.5%		
	b. Cuaca	12.5%		

Berdasarkan tabel di atas setiap faktor mempunyai hubungan satu sama lain dalam mempengaruhi pancaran localizer agar bekerja dengan baik. Adapun perhitungan faktor-faktor sebagai berikut:

1. *Man*

Ditinjau dari personil teknisi navigasi penerbangan di Bandar Udara Adi Soemarmo Solo yang tidak memiliki *Rating Instrument Landing System* dapat dihitung persentasenya sebagai berikut:

$$\frac{\text{Jumlah Teknisi Yang Tidak Mempunyai Rating ILS}}{\text{Jumlah Semua Teknisi}} \times 100 \%$$

$$\frac{4}{6} \times 100 \% = 66.67 \%$$

Karena teknisi yang tidak memiliki *rating* menyumbang pengaruh 12.5% maka nilai penurunan kinerjanya bernilai

$$\frac{66.67}{100} \times 12.5\% = 8.33 \%$$

Sehingga didapatkan nilai pemenuhan kinerja bernilai:

$$12.5 \% - 8.33 \% = 4.17\%$$

Kedisiplinan teknisi yang merawat peralatan dengan baik dan menjalankan SOP yang ada di unit terkait serta menjaga performa localizer agar tetap baik. Hal tersebut dapat dilihat di jadwal dinas teknisi yang terdapat di lampiran sehingga kesiapan teknisi menyumbang 12.5%.

2. *Regulation*

Menurut pengamatan penulis hal yang terjadi dengan peralatan localizer yang berada di luar area Bandar Udara Adi Soemarmo Solo yang terhalang oleh Jalan Raya Adi Soemarmo Solo masih belum sesuai dengan SKEP 113/VI/2002 yang menjadi acuan *sitting criteria* peralatan localizer. Pemenuhan implementasi PM 33 Tahun 2015 Tentang Pengendalian Jalan Masuk (*Access Control*) Ke Daerah Keamanan Terbatas Di Bandar Udara masih perlu ditinjau dengan kondisi di lapangan. Di dalam tabel dibawah ini dijelaskan kesesuaian antara peraturan dengan kondisi di lapangan dengan memasukkan bobot setiap item yang dibandingkan. Penentuan bobot setiap item sebesar 10 karena memiliki bobot yang sama dalam SKEP 113/VI/2002 dan PM 33 Tahun 2015.

Ditinjau kesesuaian SKEP/113/VI/2002 dengan kondisi di lapangan dapat dihitung persentasenya sebagai berikut:

$$\frac{\text{Jumlah Bobot Ketidaksesuaian}}{\text{Jumlah Bobot Total Kesesuaian}} \times 100 \%$$

$$\frac{40}{70} \times 100 \% = 57.14\%$$

Karena SKEP/113/VI/2002 menyumbang pengaruh 12.5 %, maka nilai penurunan kinerjanya bernilai:

$$\frac{57.14}{100} \times 12.5 \% = 7.14\%$$

Sehingga didapatkan nilai pemenuhan kinerja bernilai:

$$12.5 \% - 7.14 \% = 5.36\%$$

Ditinjau dari kesesuaian PM 33 Tahun 2015 dengan kondisi di lapangan dapat dihitung persentasenya sebagai berikut.

$$\frac{\text{Jumlah Bobot Ketidaksesuaian}}{\text{Jumlah Bobot Total Kesesuaian}} \times 100 \%$$

$$\frac{50}{80} \times 100 \% = 62.5 \%$$

Karena PM 33 Tahun 2015 menyumbang pengaruh 12.5 %, maka nilai penurunan kinerjanya bernilai

$$\frac{62.5}{100} \times 12.5 \% = 7.8125\%$$

Sehingga didapatkan nilai pemenuhan kinerja bernilai

$$12.5\% - 7.8125 \% = 4.6875\%$$

3. Machine

Peralatan localizer di Bandar Udara Adi Soemarmo Solo baru dipasang pada tahun 2016, sehingga usia peralatan belum menemukan masalah terhadap kinerja peralatan localizer. Ditinjau dari *Realibility*, yaitu nilai keandalan peralatan (kemungkinan akan beroperasi dalam batas toleransi yang ditetapkan untuk waktu) yang bernilai 3.80 % yang terdapat dil laporan peralatan sehingga

$$\frac{3.80}{100} \times 12.5 \% = 0.475\%$$

Sehingga didapatkan nilai pemenuhan kinerja bernilai

$$12.5 \% - 0.475 \% = 12.025\%$$

Berdasarkan data laporan peralatan menunjukkan bahwa pada tahun 2017 nilai *Availability* = 91.75 yang mana *Availability* adalah suatu nilai ketersediaan peralatan yang menunjukkan tingkat kesiapan suatu peralatan atau kelompok peralatan untuk dioperasikan, sehingga dapat dihitung persentasenya sebagai berikut

$$\frac{91.75}{100} \times 12.5 \% = 11.46 \%$$

Sehingga didapatkan nilai penurunan kinerja bernilai

$$12.5 \% - 11.46 \% = 1.04\%$$

4. Environment

Dari pengamatan penulis di lapangan pada tanggal 24-30 Juli 2018, angka mobilitas kendaraan cukup tinggi mencapai rata-rata 1351 kendaraan pada saat jam operasi yang terdiri dari kendaraan besar, kendaraan sedang dan kendaraan kecil. Karena Jalan Raya Adi

Soemarmo menjadi salah satu akses menuju Bandar Udara. Selain itu kegiatan perdagangan atau hanya sekedar melihat kegiatan penerbangan di Bandar Udara Adi Soemarmo Solo cukup tinggi. Banyaknya masyarakat terlihat diwaktu sore hari. Berdasarkan jam operasi Bandar Udara Adi Soemarmo Solo yang dimulai jam 23:00-17:00 UTC yang berjumlah 16 jam operasi maka kendaraan tiap jam waktu operasi sebagai berikut

$$\frac{\text{Jumlah Kendaraan}}{\text{Waktu Operasi Peralatan}} = \frac{1351}{16} = 84$$

Karena mobilitas masyarakat menyumbang pengaruh 12.5% dalam pemenuhan kinerja pancaran localizer sehingga

$$\frac{84}{1351} \times 12.5 \% = 0.74\%$$

Sehingga didapatkan nilai penurunan kinerja bernilai

$$12.5 \% - 0.74 \% = 11.76\%$$

Faktor cuaca juga perlu diperhatikan dengan membuat proteksi yang lebih baik pada peralatan agar tidak terjadi kerusakan pada komponen elektronika apabila tersambar oleh petir. Berdasarkan data peralatan bahwa waktu kegagalan operasi localizer karena tersambar petir adalah 602 jam, dan waktu operasi yang ditetapkan adalah 7300 jam. Sehingga dapat dihitung persentasenya sebagai berikut

$$\frac{\text{Waktu kegagalan operasi karena cuaca}}{\text{Waktu operasi yang ditetapkan}} \times 100 \%$$

$$\frac{602}{7300} \times 100 \% = 8.24 \%$$

Karena cuaca menyumbang pengaruh 12.5 % % maka nilai penurunan kinerjanya bernilai

$$\frac{8.24}{100} \times 12.5 \% = 1.03 \%$$

Sehingga didapatkan nilai pemenuhan kinerja bernilai

$$12.5 \% - 1.03 \% = 11.47 \%$$

Dari penjelasan di atas dapat disimpulkan dengan tabel berikut.

Tabel 2 kesesuaian SKEP/113/VI/2002 dengan Kondisi di Lapangan

No	SKEP/113/VI/2002	Kondisi Di Lapangan	Keterangan Kesesuaian	Bobot
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1.	Jarak lokasi penempatan antenna localizer dengan <i>threshold</i> runway 150 m – 300 m (ideal 300 m)	Jarak lokasi penempatan antenna localizer dengan <i>threshold</i> runway 252 m	Ya	10
2.	Lokasi penempatan <i>shalter</i> localizer dengan pusat antenna 75 m	Lokasi penempatan <i>shalter</i> localizer dengan pusat antenna 48 m	Ya	10
3.	Beban balangan/obstacle baik penerangan lapangan sinyal localizer	Halangan/obstacle adalah mobilitas masyarakat	Tidak	10
4.	Perataan lahan terutama di daerah kritis: idealnya memiliki koratan sama dengan atau kurang dari 3 cm	Daerah kritis terdapat Jalan Raya Adi Soemarmo yang menjadi salah satu akses menuju Bandar Udara Adi Soemarmo Solo	Tidak	10
5.	Ketinggian pemukiman lahan di antenna dan <i>shalter</i> peralatan localizer sama dengan permukaan <i>threshold</i> terdekat	Penempatan antenna dan <i>shalter</i> terhadap <i>threshold</i> memiliki keteguhan yang lebih rendah	Tidak	10
6.	Meniadakan, menauhkan dan menendahkan setiap objek/bangunan yang dapat memantulkan/emosi/cocokkan kembali gelombang radio baik dalam bentuk bangunan tanah, apaspek metal ataupun benda tumpul/bentuk belukar yang dapat mempengaruhi sinyal pandangan localizer	Halangan/obstacle adalah mobilitas masyarakat	Tidak	10
7.	Tidak terdapat jaringan listrik tegangan tinggi yang melintasi kawasan pendekatan dan pendaratan	Tidak terdapat jaringan listrik tegangan tinggi yang melintasi kawasan pendekatan dan pendaratan	Ya	10
		Jumlah		70

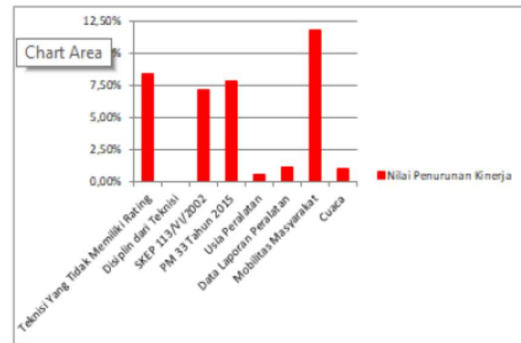
Tabel 3 Kesesuaian PM 33 Tahun 2015 dengan Kondisi di Lapangan

No	PM 33 Tahun 2015 (Pasal 4 Ayat 2)	Kondisi Di Lapangan	Keterangan Kesesuaian	Bobot
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1.	Perimeter Tinggi minimal 2,44 meter dan dilengkapi dengan kawat berduri di atasnya	Tinggi perimeter 75 cm dan 150 cm terbuat dari pipa paralon dan beton dengan diameter 12 cm	Tidak	10
2.	Tidak ada celah dan bawah sampai atas untuk disusupi orang termasuk pembenan teralis pada drainase atau saluran air	Terdapat celah dikarakterakan bentuk dan ukuran perimeter	Tidak	10
3.	Terpenuhinya jarak pandang sampai dengan 3 meter	Terpenuhinya jarak pandang sampai dengan 3 meter	Ya	10
4.	Dilengkapi lampu penerangan pada jarak tertentu	Dilengkapi lampu penerangan pada jarak tertentu	Ya	10
5.	Dilengkapi sistem kamera pemantau (<i>closed circuit television</i>)	Belum dilengkapi peralatan keamanannya	Tidak	10
6.	Dilengkapi peralatan keamanannya apabila diperlukan	Belum dilengkapi peralatan keamanannya	Tidak	10
7.	Tersedia jalan inspeksi untuk patroli	Tersedia jalan inspeksi untuk patroli	Ya	10
8.	Dilengkapi pintu darurat	Belum dilengkapi pintu darurat	Tidak	10
		Jumlah		80

Tabel 4 Pemenuhan Kinerja untuk Seluruh Faktor Penyebab Utama

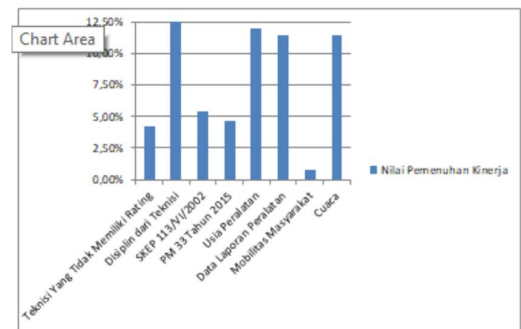
No	Faktor Penyebab Utama	Nilai Penurunan Kinerja	Nilai Pemenuhan Kinerja
1.	<i>Man</i>		
	a. Teknisi Yang Tidak Memiliki <i>Rating</i>	8.33%	4.17%
	b. Disiplin dari Teknisi	0%	12.5%
2.	<i>Regulation</i>		
	a. SKEP 113/VI/2002	7.14%	5.36%
	b. PM 33 Tahun 2015	7.81%	4.68%
3.	<i>Machine</i>		
	a. Usia Peralatan	0.47%	12.02%
	b. Data Laporan Peralatan	1.04%	11.46%
4.	<i>Environment</i>		
	a. Mobilitas Masyarakat	11.76%	0.74%
	b. Cuaca	1.03%	11.47%
	Jumlah	37.58%	62.40%

Dari hasil penganalisaan dengan menggunakan *fishbone analysis* dan telah mendapatkan tabel nilai pemenuhan kinerja serta nilai pemenuhan kinerja maka penulis mengambil faktor paling dominan yang berpengaruh dalam pemenuhan kinerja pancaran localizer di Bandar Udara Adi Soemarmo Solo adalah mobilitas masyarakat. Berikut adalah visualisasi tabel nilai penurunan kinerja localizer dan pemenuhan kinerja localizer yang mana penjumlahannya bernilai 12,5%. Berikut adalah diagram nilai penurunan kinerja *localizer*.



Gambar 2 Diagram Nilai Penurunan Kinerja Localizer

Berikut adalah diagram nilai pemenuhan kinerja localizer



Gambar 3 Diagram Nilai Pemenuhan Kinerja Localizer

Dari hasil analisis diperoleh bahwa kinerja dari peralatan localizer Bandar Udara Adi Soemarmo Solo dari hasil kalibrasi peralatan tanggal 19-20 April 2018 menunjukkan pancaran yang baik dan layak untuk dioperasikan karena memiliki nilai parameter yang memenuhi syarat bagi dioperasikannya peralatan tersebut (*unrestricted*). Dari perhitungan nilai rata-rata ketersediaan peralatan, waktu rata-rata kegagalan, waktu

perbaikan peralatan localizer pada tahun 2017 adalah *Availability* = 91.75 %, MTBF = 2233 jam dan MTTR = 201 jam.

Dari kondisi tersebut peralatan *localizer* dapat dikatakan masih berada di wilayah kondisi normal karena usia peralatan yang masih terbilang baru. Berdasarkan Analisa *Fishbone* didapatkan bahwa mobilitas masyarakat berpengaruh terhadap pancaran localizer di Bandar Udara Adi Soemarmo sebesar 11.76%.

VI. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian di atas penulis berkesimpulan bahwa:

1. Penempatan antenna dan shelter serta kondisi permukaan lahan dan lingkungan peralatan localizer Bandar Udara Adi Soemarmo Solo belum sesuai dengan SKEP 113/VI/2002 tentang Kriteria Penempatan Fasilitas Elektronika dan Listrik Penerbangan dengan ketidaksesuaian bernilai 57.14 %.
2. Berdasarkan interpretasi hasil penelitian didapatkan bahwa mobilitas masyarakat di sekitar *localizer* Bandar Udara Adi Soemarmo Solo berpengaruh sebesar 11.76 % yang menjadi faktor dominan terhadap penurunan kinerja pancaran *localizer* karena dalam penempatan peralatan terdapatnya jalan raya yang masuk ke dalam *critical area*.

B. Saran

Dari kesimpulan di atas, maka selanjutnya dapat disarankan :

1. Penulis memiliki saran jangka pendek dan panjang. Untuk jangka pendek perlu dipasangnya CCTV (*Closed Circuit Television*) untuk memantau mobilitas masyarakat di sekitar localizer serta untuk jangka panjang perlu dibuatnya jalan raya baru yang memenuhi kriteria penempatan peralatan sesuai SKEP/113/VI/2002 dan PM 33 Tahun 2015. Berikut adalah saran penulis dalam membuat layout pengalihan jalan agar mobilitas masyarakat tidak mengganggu operasional localizer di Bandar Udara Adi Soemarmo Solo.
2. Perlu diadakannya sosialisasi terhadap masyarakat tentang wilayah terbatas bagi peralatan navigasi penerbangan guna memberikan informasi dan pembelajaran

agar meminimalkan gangguan pancaran localizer.

DAFTAR PUSTAKA

- Administration, Federal Aviation. 2014. *Sitting Criteria For Instrument Landing System*. USA
- ANNEX 10 Aeronautical Telecommunication Volume I Radio Navigation Aids, USA, ICAO, 2006
<http://www.produksielektronik.com/2012/12/cause-and-effect-diagram-fishbone-diagram/> (Diakses Tanggal 6 Juni 2018 Pukul 21.50 WIB)
- Muller, Roland, Andreas Wittmer. 2014. *Aviation Risk and Safety Management*. Switzerland: Springer.
- Perhubungan, Kementerian. 2011. *Buku Informasi Geo-Spasial Transportasi Jakarta*
- PM 33 Tahun 2015 Tentang Jalan Masuk (Access Control) Ke Daerah Keamanan Terbatas Di Bandar Udara, Jakarta, Menhub, 2015
- SKEP/113/VI/2002 Tentang Kriteria Penempatan Fasilitas Elektronika dan Listrik Penerbangan, Jakarta, Ditjen Hubud, 2002.
- Stolzer, Alan J, Carl D. Halford, and John J. Goglia. 2008. *Safety Management Systems in Aviation*. Ashgate, England: Ashgate Publishing Company.