



Kamson Larson
 Nainggolan¹

ANALISIS PENGARUH KETERSEDIAAN SUKU CADANG TERHADAP AVAILABILITY PERALATAN VHF A/G DI AIRNAV INDONESIA CABANG BANDUNG DENGAN METODE ROOT CAUSE ANALYSIS

Abstrak

Ketersediaan suku cadang sangatlah penting untuk proses pemeliharaan dan perbaikan peralatan VHF A/G terutama di Airnav Indonesia Cabang Bandung. Saat ini kondisi suku cadang sangat terbatas sehingga beberapa peralatan beroperasi single sehingga berdampak terhadap availability peralatan. Suku cadang diharapkan standby untuk mendukung proses perbaikan peralatan yang efektif dan efisien jika terjadi kerusakan peralatan selanjunya. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi faktor – faktor yang mempengaruhi availability peralatan dan menganalisis pengaruh ketersediaan suku cadang terhadap availability peralatan. Penelitian ini menggunakan metode Root Cause Analysis dengan tools Fishbone Diagram untuk mengidentifikasi penyebab utama rendahnya availability peralatan. Hasil penelitian menunjukkan faktor penyebab menurunnya availability vhf a/g adalah reliabilitas, redundansi sistem, ketersediaan suku cadang dan prosedur darurat. Penyebab utama rendahnya availability peralatan adalah ketersediaan suku cadang. Rekomendasi langkah untuk meningkatkan availability peralatan adalah pengelolaan suku cadang, pengurangan lead time pengadaan suku cadang dan penggunaan teknologi alternatif.

Kata kunci: Suku Cadang, VHF A/G, Root Cause Analysis, Diagram Fishbone.

Abstract

The availability of spare parts is very important for the maintenance and repair process of VHF A/G equipment, especially at Airnav Indonesia Bandung Branch. Currently, the condition of spare parts is very limited so that some equipment operates single, which has an impact on equipment availability. Spare parts are expected to be on standby to support an effective and efficient equipment repair process if there is further equipment damage. The purpose of this study is to identify factors that affect equipment availability and analyze the effect of spare parts availability on equipment availability. This study uses the Root Cause Analysis method with the Fishbone Diagram tool to identify the main causes of low equipment availability. The results of the study indicate that the factors causing the decline in the availability of vhf a/g equipment are reliability, system redundancy, availability of spare parts and emergency procedures. The main cause of low equipment availability is the availability of spare parts. Recommended steps to improve equipment availability are spare parts management, reducing lead time for spare parts procurement and using alternative technologies.

Keywords: Spare Parts, VHF A/G, Root Cause Analysis, Fishbone Diagram.

PENDAHULUAN

Perusahaan Umum Lembaga Penyelenggara Pelayanan Navigasi Penerbangan Indonesia atau disingkat Perum LPPNPI (Airnav Indonesia) adalah Badan Usaha Milik Negara (BUMN) Indonesia yang bergerak di bidang usaha pelayanan navigasi udara. Airnav Indonesia didirikan pada 13 September 2012 melalui PP No 77 Tahun 2012. Airnav Cabang Bandung memiliki fasilitas peralatan Komunikasi Penerbangan, Navigasi Penerbangan, beserta Penunjang Fasilitas Penerbangan.[1]

Peralatan komunikasi penerbangan terdiri dari Very High Frekuensi Air to Ground Communication (VHF A/G), Voice Switching Communication System (VSCS), Voice Recorder, Automatic Terminal Information Service (ATIS) dan Direct Spech harus beroperasi selama 24 jam dengan optimal demi menunjang keselamatan penerbangan. (PM 48 Tahun

2017).[2]

VHF A/G adalah radio komunikasi berbasis frekuensi sangat tinggi (VHF) yang digunakan oleh pemandu lalu lintas penerbangan (Air Traffic Control) dengan pilot untuk instruksi penerbangan, izin lepas landas, pendaratan dan perubahan jalur penerbangan. (MA Sulaiman, M Wildan 2024).[3]

Availability peralatan VHF A/G adalah rasio waktu operasi aktual peralatan terhadap waktu operasi yang ditentukan. Berdasarkan Annex 10 Volume III Standar availability peralatan VHF A/G minimal 99,9% untuk memastikan keandalan dalam komunikasi penerbangan.[4]

Sesuai dengan Keputusan Direktur Jenderal Perhubungan Udara Nomor PR 18 Tahun 2023 Standar Teknis dan Operasi Bagian 69-02 tentang Lisensi, Rating, Pelatihan dan Kecakapan personel pada Bab 3 point 3.4.3 menjelaskan bahwa teknisi telekomunikasi yang mempunyai rating komunikasi penerbangan memiliki kewenangan untuk melakukan pengoperasian, pemeliharaan, rancang bangun, dan perbaikan fasilitas telekomunikasi penerbangan.[5]

Pemeliharaan adalah rangkaian pemeriksaan, analisa, dan perencanaan serta pelaksanaan kegiatan pemeliharaan fasilitas telekomunikasi penerbangan dalam rangka mempertahankan kemampuan, kapasitas, dan kualitas fasilitas telekomunikasi penerbangan. (KP 35 Tahun 2019).[6]

Berdasarkan ICAO Annex 10, pemeliharaan VHF A/G sangat penting yaitu menjaga keselamatan penerbangan dimana komunikasi yang stabil memungkinkan ATC memberikan instruksi yang jelas kepada pilot dan menghindari risiko miskomunikasi yang dapat menyebabkan kecelakaan udara. Mencegah gangguan operasional yaitu kerusakan sistem komunikasi dapat menyebabkan keterlambatan penerbangan atau bahkan pembatalan dan downtime perangkat dapat menghambat koordinasi antara pesawat dan petugas ATC. Menjamin kehandalan peralatan yaitu VHF A/G beroperasi dalam kondisi terus-menerus, sehingga rentan terhadap keausan dan perawatan rutin memastikan setiap komponen berfungsi optimal tanpa gangguan. Menghindari biaya perbaikan darurat yaitu perawatan preventif lebih hemat dibandingkan perbaikan setelah kerusakan terjadi dan mengurangi risiko pengadaan suku cadang mendesak dengan biaya tinggi serta memenuhi regulasi dan standar penerbangan.[4]

Suku cadang adalah bagian dari suatu fasilitas telekomunikasi penerbangan yang berupa modul, sub-modul, komponen atau benda/barang yang dicadangkan untuk pemeliharaan. (Manual Airnav Indonesia Tentang Pengelolaan Suku Cadang Fasilitas Telekomunikasi Penerbangan 2023).[7]

Menurut V Nursyafa (2024), suku cadang sangat berpengaruh dalam proses perawatan peralatan komunikasi penerbangan. Gangguan atau kerusakan peralatan tergantung dari sistem perawatannya.

Menurut NA Putri (2020), manajemen suku cadang yang baik mendukung proses perawatan dan perbaikan fasilitas komunikasi penerbangan.

Ketersediaan suku cadang sangat penting untuk pemeliharaan dan perbaikan peralatan VHF A/G terbukti pada saat Airnav cabang Bandung melaksanakan analisa perbaikan peralatan dalam satu tahun terakhir membutuhkan suku cadang Mosfet FDH50N50, fan 24 VDC, kapasitor elco 100μF 50V, Dioda P633KE, Dioda SS14, kapasitor smd 10μF, Mosfet D1020UK, kapasitor smd 106 35V, resistor 10 ohm 5%, relay smd 5V. Suku cadang tersebut diharapkan standby untuk mendukung proses perbaikan peralatan yang efektif dan efisien jika terjadi kerusakan peralatan VHF A/G selanjutnya.

Ketersediaan suku cadang di cabang terutama pada Airnav Cabang Bandung sangat penting untuk mendukung proses perawatan dan perbaikan fasilitas peralatan telekomunikasi sehingga keselamatan penerbangan, mencegah gangguan operasional, menjamin kehandalan peralatan, menghindari biaya perbaikan darurat, dan memenuhi regulasi dan standar penerbangan. Tidak tersedianya suku cadang dimungkinkan dapat menghambat proses perbaikan dikarenakan butuh waktu untuk melakukan pengadaan suku cadang dan berdampak terhadap Availability peralatan. Sedangkan untuk perbaikan major yang berdampak pada keterbatasan suku cadang yang ada di pasaran dan keterbatasan anggaran cabang maka modul yang mengalami kerusakan akan dikirim ke Airnav Maintenance Facility.

METODE

Pendekatan Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif bertujuan untuk menggambarkan pengaruh ketersediaan suku cadang terhadap availability peralatan vhf a/g di airnav Indonesia

cabang bandung dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- Identifikasi masalah: Mengumpulkan data terkait availability peralatan VHF A/G dan pengaruh ketersediaan suku cadang.
- Analisis data historis: Menggunakan data pemeliharaan dan kegagalan sistem untuk menilai dampak kekurangan suku cadang.
- Penerapan Root Cause Analysis (RCA): Mengidentifikasi penyebab utama rendahnya availability dengan metode Fishbone Diagram.
- Evaluasi solusi: Menentukan strategi peningkatan ketersediaan suku cadang untuk meningkatkan availability peralatan VHF A/G.

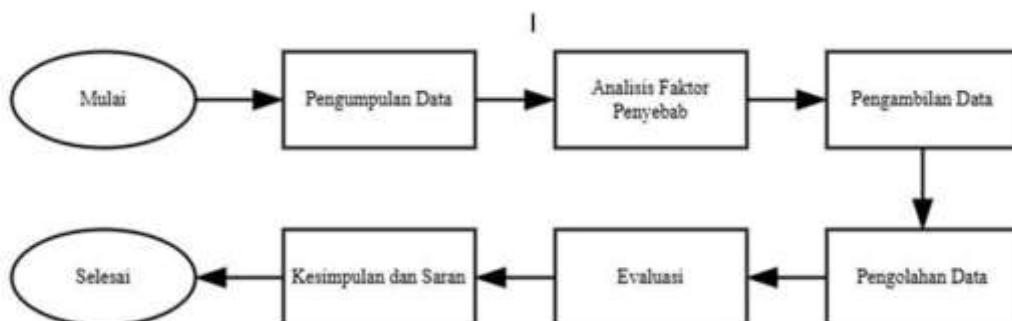
Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada tahun 2024 dengan lokasi utama di Airnav Cabang Bandung. Pengambilan data dilakukan secara langsung pada peralatan VHF A/G untuk mengevaluasi pengaruh suku cadang terhadap availability. Pemilihan lokasi ini didasarkan pada ketersediaan suku cadang terbatas yang berpotensi memberikan penurunan availability peralatan VHF A/G.

Langkah Kerja

Langkah kerja penelitian yang paling penting adalah pengumpulan data. Pengumpulan data adalah proses memperoleh informasi untuk kepentingan penelitian.. Teknik pengumpulan data merupakan tahapan penelitian yang paling penting karena tujuan utama penelitian adalah untuk mendapatkan data. Dengan teknik yang sudah diatur, peneliti akan dengan mudah melakukan penelitian.

Berikut flowchart penelitian :



Gambar 3. 1 Diagram Flowchart Metode Penelitian

a. Pengumpulan Data Awal dan Pengambilan Data

Pengumpulan data pemeliharaan, kegagalan sistem peralatan. Pengambilan data ini dilakukan melalui kondisi peralatan pada aplikasi Laporan Singkat Mingguan (Lasimi) online. Data dikumpulkan secara berkala mulai dari data sejak tahun 2024 hingga 2025 guna melihat tren perubahan *availability* peralatan.

b. Analisis Faktor Penyebab

Metode fishbone atau diagram sebab-akibat digunakan untuk menjawab faktor-faktor yang mempengaruhi *availability* peralatan VHF A/G akibat ketersediaan suku cadang di Airnav Cabang Bandung. Analisis ini membantu dalam menentukan penyebab menurunnya *availability* peralatan dengan mengelompokkan faktor-faktor dalam beberapa kategori, seperti:

- Faktor Primer – Penyebab utama yang secara langsung mempengaruhi availability peralatan.
- Faktor Sekunder – Faktor yang berkontribusi terhadap penyebab utama,
- Faktor Tersier – Penyebab yang lebih spesifik dan mempengaruhi faktor sekunder.

c. Metode Pengambilan Data

Data adalah informasi yang diperoleh dalam penelitian, dan teknik pengumpulan data merupakan langkah utama dalam penelitian. Data yang diperoleh harus valid, akurat, dan terpercaya. Menggunakan metode penelitian eksperimen untuk mencari pengaruh perlakuan tertentu terhadap yang lain dalam kondisi yang terkendali.

Pada tahap ini dilakukan pengambilan data Lasimi Online, data laporan kerusakan dan laporan perbaikan peralatan untuk menentukan apakah ketersediaan suku cadang berpengaruh terhadap *availability* peralatan VHF A/G.

d. Metode Pegolahan Data/ Analisis Data

1) Perhitungan Availability Peralatan

Availability atau ketersediaan pelayanan telekomunikasi penerbangan menunjukkan tingkat kesiapan suatu fasilitas telekomunikasi penerbangan untuk memberikan pelayanan. Ketersediaan merupakan perbandingan antara waktu operasi yang aktual dengan waktu operasi yang ditetapkan dalam suatu periode tertentu.(KP 35 Tahun 2019)[6]

Availability dapat dihitung dengan rumus berikut:

waktu operasi yang aktual

$$\text{Availability} = \frac{\text{waktu operasi yang aktual}}{\text{waktu operasi yang ditetapkan}} \times 100\%$$

2) Penerapan RCA

Root Cause Analysis (RCA) metode sistematis yang digunakan untuk mengidentifikasi akar penyebab dari suatu masalah atau kejadian yang tidak diinginkan. *RCA* bertujuan untuk menemukan penyebab utama (bukan hanya gejala) agar dapat diambil tindakan pencegahan yang efektif, sehingga masalah tidak terulang di masa depan. (M Albar 2023)[16].

e. Evaluasi dan Validasi

Membandingkan hasil analisis dengan standar ICAO.

f. Kesimpulan dan Saran

Hasil dari keseleruhan penelitian ini akan menjadi kesimpulan dan saran pada laporan akhir penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Faktor Yang Mempengaruhi Availability Peralatan VHF A/G

A. Reliabilitas Peralatan

Reliabilitas peralatan mengacu pada kemampuan suatu perangkat atau sistem untuk berfungsi sesuai dengan spesifikasinya dalam jangka waktu tertentu tanpa mengalami kegagalan. Dalam dunia penerbangan, reliabilitas peralatan sangat penting untuk memastikan keselamatan dan kontinuitas komunikasi antara ATC dan pilot, terutama dalam sistem komunikasi VHF (Very High Frequency).

Menurut (NL Ahmad, F Fatonah 2023), peralatan komunikasi VHF dalam penerbangan harus memiliki Mean Time Between Failures (MTBF) yang tinggi untuk menjamin keandalan sistem.[18]

B. Redundansi Sistem

Redundansi dalam sistem VHF A/G adalah penggunaan perangkat cadangan atau jalur alternatif dalam sistem komunikasi VHF antara pesawat dan stasiun darat untuk memastikan kontinuitas layanan meskipun terjadi kegagalan pada perangkat utama (Annex 10 volume III).

Sistem komunikasi penerbangan harus memiliki mekanisme redundansi untuk mencegah gangguan komunikasi yang dapat mempengaruhi keselamatan penerbangan. Standar regulasi penerbangan juga mengharuskan sistem VHF memiliki minimal satu jalur cadangan yang dapat otomatis beralih jika terjadi gangguan pada jalur utama.

C. Sumber Daya Listrik

Redundansi daya dalam sistem VHF A/G adalah strategi untuk memastikan ketersediaan daya listrik yang berkelanjutan guna mendukung operasi peralatan komunikasi penerbangan. Redundansi daya diperlukan agar peralatan VHF tetap beroperasi meskipun terjadi kegagalan sumber daya utama, seperti pemadaman listrik atau gangguan teknis pada sistem kelistrikan (ICAO Annex 10 volume III).

Jenis redundansi daya dalam peralatan VHF A/G adalah Uninterruptible Power Supply (UPS) dan Generator Cadangan (Backup Generator/ Genset).

D. Interferensi Frekuensi

Interferensi frekuensi dalam sistem VHF A/G adalah gangguan yang terjadi pada transmisi sinyal radio antara pesawat dan stasiun darat akibat sumber eksternal atau internal. Interferensi ini dapat menurunkan availability sistem komunikasi, menyebabkan gangguan suara, penurunan jangkauan, hingga kehilangan sinyal (ICAO Annex 10).

Interferensi dalam spektrum VHF dapat berasal dari stasiun pemancar lain, pancaran harmonik perangkat elektronik.

E. Coverage Area

Coverage area dalam sistem VHF A/G mengacu pada luas jangkauan efektif dari sinyal komunikasi VHF antara pesawat dan stasiun darat. Luasnya coverage area sangat bergantung pada ketinggian pesawat, daya pancar, lokasi antena, dan kondisi atmosfer (ICAO Annex 10).

Coverage area optimal untuk komunikasi VHF harus dirancang agar mencakup seluruh wilayah udara yang dilayani, dengan minimal 95% kemungkinan penerimaan sinyal dalam kondisi normal.

Faktor Lingkungan

A. Cuaca Extrem

Menurut ICAO Annex 10, komunikasi VHF bergantung pada propagasi line-of-sight (LOS), sehingga fenomena cuaca seperti hujan lebat, badai petir, turbulensi atmosfer, dan gangguan ionosfer dapat mengurangi efektivitas transmisi dan menurunkan availability peralatan VHF.

B. Topografi Dan Hambatan Fisik

Faktor topografi dan hambatan fisik memiliki pengaruh signifikan terhadap propagasi sinyal VHF, yang menggunakan line-of-sight (LOS) transmission dan dapat terganggu oleh kondisi geografis tertentu (ICAO Annex 10).

Komunikasi VHF yang andal memerlukan 99.9% availability, yang dapat terganggu oleh medan berbukit, gunung, hutan, atau struktur buatan manusia karena dapat menciptakan shadow zones atau dead zones, di mana sinyal menjadi lemah atau hilang sepenuhnya.

Faktor Operasional

A. Pemeliharaan Dan Kalibrasi Peralatan

Pemeliharaan dan kalibrasi adalah dua faktor penting dalam menjaga availability peralatan komunikasi VHF A/G.

ICAO Annex 10 menyebutkan bahwa sistem komunikasi penerbangan harus memiliki availability minimal 99.9%, yang berarti downtime harus sangat rendah. Untuk mencapai standar tersebut, pemeliharaan rutin dan kalibrasi berkala sangat diperlukan guna memastikan bahwa peralatan tetap bekerja dalam kondisi optimal dan bebas dari gangguan teknis.

B. Ketersediaan Suku Cadang

1. Pengertian Availability dalam Sistem VHF A/G

Availability dalam sistem komunikasi VHF A/G mengacu pada kemampuan peralatan untuk beroperasi secara terus-menerus tanpa gangguan. Menurut ICAO Annex 10, sistem komunikasi penerbangan harus memiliki availability minimal 99.9%, yang berarti downtime harus sangat rendah.

Salah satu faktor penting yang mempengaruhi availability adalah ketersediaan suku cadang. Jika suku cadang tidak tersedia atau sulit diperoleh, waktu perbaikan akan lebih lama, yang berpotensi menurunkan reliability dan meningkatkan downtime sistem VHF.

2. Pengaruh Ketersediaan Suku Cadang terhadap Availability VHF A/G

Menurut penelitian Eurocontrol 2021 Optimizing Spare Parts Management for Air Traffic Communications, lebih dari 40% downtime sistem komunikasi penerbangan disebabkan oleh keterlambatan dalam pengadaan suku cadang. Tanpa suku cadang yang cukup, Mean Time to Repair (MTTR) meningkat, yang dapat menurunkan availability sistem secara signifikan.

3. Hubungan antara Ketersediaan Suku Cadang dan Downtime

- Jika suku cadang tersedia dengan cepat, proses perbaikan bisa dilakukan lebih cepat dibandingkan dengan suku cadang terbatas.
- Jika suku cadang tidak tersedia, perbaikan bisa memakan waktu beberapa hari atau bahkan minggu, tergantung pada proses pengadaan.

Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Ketersediaan Suku Cadang

Faktor	Dampak terhadap Ketersediaan	Pengaruh terhadap Availability
Lead Time Pengadaan	Waktu yang diperlukan untuk memperoleh suku cadang dari pemasok.	Lead time yang panjang meningkatkan downtime.
Lokasi dan Logistik	Jarak gudang suku cadang terhadap lokasi operasional	Jika gudang jauh, waktu pengiriman lebih lama.

Kebijakan Stok Cadangan	Banyaknya stok suku cadang yang disimpan.	Stok rendah meningkatkan risiko downtime akibat keterlambatan pengadaan.
Usia dan Kompatibilitas Peralatan	Peralatan lama sering memerlukan suku cadang khusus yang sulit diperoleh.	Peralatan usang dapat menyebabkan keterlambatan pengadaan suku cadang.

C. Manajemen Spektrum Frekuensi

Manajemen spektrum frekuensi adalah proses alokasi, koordinasi, dan pengendalian penggunaan frekuensi radio untuk memastikan bahwa komunikasi tidak terganggu dan tetap berjalan dengan optimal. Dalam sistem komunikasi penerbangan VHF A/G manajemen spektrum sangat penting untuk menjaga availability peralatan, karena gangguan frekuensi dapat menyebabkan penurunan kualitas sinyal, interferensi, atau bahkan hilangnya komunikasi antara pilot dan Air Traffic Control (ATC). (Annex 10)

D. Prosedur Darurat

Prosedur darurat dalam sistem komunikasi VHF A/G mengacu pada serangkaian langkah yang dirancang untuk memastikan bahwa komunikasi tetap berjalan meskipun terjadi kegagalan sistem utama. Keandalan sistem komunikasi sangat penting dalam penerbangan karena gangguan atau kegagalan komunikasi dapat berdampak pada keselamatan penerbangan, kelancaran lalu lintas udara, dan efisiensi operasional.

Menurut ICAO Annex 10, availability sistem komunikasi penerbangan harus mencapai 99.95%, yang berarti downtime harus minimal. Prosedur darurat yang efektif dapat membantu menjaga tingkat availability tersebut dengan memastikan pemulihan cepat saat terjadi gangguan pada sistem utama.

Analisis pengaruh ketersediaan suku cadang terhadap availability peralatan VHF A/G di Airnav Indonesia Cabang Bandung

Identifikasi Masalah

Dalam tahap analisis ini , tahap yang dilakukan pertama adalah identifikasi masalah dengan mengumpulkan data availability peralatan selama satu tahun terakhir. Diperoleh data sebagai berikut :

Tabel 4. 1 Availability Peralatan VHF A/G 120.9 MHz

No	Bulan dan Tahun	Peralatan	Lokasi	Availability
1	Mei 2024	VHF ER 120.9 MHz	Tangkuban Perahu	100%
2	Juni 2024	VHF ER 120.9 MHz	Tangkuban Perahu	100%
3	Juli 2024	VHF ER 120.9 MHz	Tangkuban Perahu	100%
4	Agustus 2024	VHF ER 120.9 MHz	Tangkuban Perahu	100%
5	September 2024	VHF ER 120.9 MHz	Tangkuban Perahu	100%
6	Oktober 2024	VHF ER 120.9 MHz	Tangkuban Perahu	100%
7	November 2024	VHF ER 120.9 MHz	Tangkuban Perahu	100%
8	Desember 2024	VHF ER 120.9 MHz	Tangkuban Perahu	100%
9	Januari 2025	VHF ER 120.9 MHz	Tangkuban Perahu	88,69%
10	Februari 2025	VHF ER 120.9 MHz	Tangkuban Perahu	100%
11	Maret 2025	VHF ER 120.9 MHz	Tangkuban Perahu	100%
12	April 2025	VHF ER 120.9 MHz	Tangkuban Perahu	100%

Tabel 4. 2 Availability peralatan VHF A/G 125.7 MHz

No	Bulan dan Tahun	Peralatan	Lokasi	Availability
1	Mei 2024	VHF ER 125.7 MHz	Tangkuban Perahu	100%
2	Juni 2024	VHF ER 125.7 MHz	Tangkuban Perahu	100%
3	Juli 2024	VHF ER 125.7 MHz	Tangkuban Perahu	100%
4	Agustus 2024	VHF ER 125.7 MHz	Tangkuban Perahu	100%
5	September 2024	VHF ER 125.7 MHz	Tangkuban Perahu	100%
6	Oktober 2024	VHF ER 125.7 MHz	Tangkuban Perahu	100%
7	November 2024	VHF ER 125.7 MHz	Tangkuban Perahu	100%
8	Desember 2024	VHF ER 125.7 MHz	Tangkuban Perahu	100%
9	Januari 2025	VHF ER 125.7 MHz	Tangkuban Perahu	88,69%
10	Februari 2025	VHF ER 125.7 MHz	Tangkuban Perahu	96,11%

11	Maret 2025	VHF ER 125.7 MHz	Tangkuban Perahu	100%
12	April 2025	VHF ER 125.7 MHz	Tangkuban Perahu	100%

Tabel 4. 3 Availability peralatan VHF A/G 132.1 MHz

No	Bulan dan Tahun	Peralatan	Lokasi	Availability
1	Mei 2024	VHF ER 132.1 MHz	Tangkuban Perahu	100%
2	Juni 2024	VHF ER 132.1 MHz	Tangkuban Perahu	100%
3	Juli 2024	VHF ER 132.1 MHz	Tangkuban Perahu	100%
4	Agustus 2024	VHF ER 132.1 MHz	Tangkuban Perahu	100%
5	September 2024	VHF ER 132.1 MHz	Tangkuban Perahu	100%
6	Oktober 2024	VHF ER 132.1 MHz	Tangkuban Perahu	100%
7	November 2024	VHF ER 132.1 MHz	Tangkuban Perahu	100%
8	Desember 2024	VHF ER 132.1 MHz	Tangkuban Perahu	100%
9	Januari 2025	VHF ER 132.1 MHz	Tangkuban Perahu	88,69%
10	Februari 2025	VHF ER 132.1 MHz	Tangkuban Perahu	100%
11	Maret 2025	VHF ER 132.1 MHz	Tangkuban Perahu	100%
12	April 2025	VHF ER 132.1 MHz	Tangkuban Perahu	100%

Saat ini di Airnav Cabang Bandung memiliki beberapa peralatan VHF A/G beroperasi single baik itu transmitter maupun receiver, hal ini disebabkan oleh keterbatasan suku cadang dalam melakukan perawatan dan perbaikan fasilitas peralatan sehingga berpengaruh terhadap availability peralatan. Untuk kondisi peralatan saat ini dapat dilihat pada aplikasi Laporan Singkat Mingguan (Lasimi) online. Lasimi online adalah suatu aplikasi berbasis web yang dibuat oleh Airnav Pusat untuk mengetahui peralatan apa saja yang ada di cabang, kondisi peralatan, availability peralatan serta dokumen – dokumen pendukung lainnya yang bertujuan untuk memonitor kondisi dan permasalahan yang ada di cabang. Peralatan yang ada didalam Lasimi online meliputi peralatan komunikasi penerbangan, alat bantu pendaratan presisi, fasilitas pengamatan penerbangan, beserta penunjang fasilitas penerbangan.



Gambar 4. 1 Aplikasi Lasimi Online

Analisis Data Historis

Berdasarkan tabel 4.1 Availability peralatan VHF A/G 120.9 MHz pada januari 2025 ditemukan nilai availability sebesar 88,69% disebabkan terjadi kerusakan peralatan mulai 26 januari 2025 jam 08:28 sampai 29 januari 2025 jam 20:35 (Laporan History Kerusakan terlampir), jumlah jam terputus peralatan adalah 5.047 menit. Waktu perbaikan yang sangat lama disebabkan oleh keterbatasan suku cadang dilokasi peralatan. Nilai availability diperoleh dari :

$$\text{Availability} = \frac{\text{Waktu Operasi Aktual}}{\text{Waktu Operasi yang ditetapkan}} \times 100\%$$

$$= \frac{44.640 - 5.047}{44.640} \times 100\%$$

$$= 88,69 \%$$

Tabel 4.2 Availability peralatan VHF A/G 125.7 MHz pada januari 2025 ditemukan nilai availability sebesar 88,69% disebabkan terjadi kerusakan peralatan mulai 26 januari 2025 jam 08:28 sampai 29 januari 2025 jam 20:35, jumlah jam terputus peralatan adalah 5047 menit. Waktu perbaikan yang sangat lama disebabkan oleh keterbatasan suku cadang dilokasi peralatan. Nilai availability diperoleh dari :

$$\text{Availability} = \frac{\text{Waktu Operasi Aktual}}{\text{Waktu Operasi yang ditetapkan}} \times 100\%$$

$$= \frac{44.640 - 5.047}{44.640} \times 100\%$$

$$= 88,69 \%$$

Pada februari 2025 ditemukan nilai availability sebesar 96,11% disebabkan oleh kerusakan perangkat receiver dari 25 februari 2025 jam 16:22 sampai 26 februari 2025 jam 18:30 (Laporan Kerusakan Peralatan terlampir), jumlah jam terputus peralatan adalah 1568 menit. Nilai availability diperoleh dari :

$$\text{Availability} = \frac{\text{Waktu Operasi Aktual}}{\text{Waktu Operasi yang ditetapkan}} \times 100\%$$

$$= \frac{40.320 - 1.568}{40.320} \times 100\%$$

$$= 96,11 \%$$

Berdasarkan tabel 4.3 Availability peralatan VHF A/G 132.1 MHz pada januari 2025 ditemukan nilai availability sebesar 88,69% disebabkan terjadi kerusakan peralatan mulai 26 januari 2025 jam 08:28 sampai 29 januari 2025 jam 20:35 (Laporan History Kerusakan terlampir), jumlah jam terputus peralatan adalah 5.047 menit. Waktu perbaikan yang sangat lama disebabkan oleh keterbatasan suku cadang dilokasi peralatan. Nilai availability diperoleh dari :

$$\text{Availability} = \frac{\text{Waktu Operasi Aktual}}{\text{Waktu Operasi yang ditetapkan}} \times 100\%$$

$$= \frac{44.640 - 5.047}{44.640} \times 100\%$$

$$= 88,69 \%$$

Berdasarkan gambar aplikasi Lasimi Online menunjukkan beberapa peralatan VHF A/G dalam kondisi layanan single operasi dikarenakan keterbatasan suku cadang dalam melakukan perawatan dan perbaikan peralatan.

Adapun tabel data historis kerusakan suku cadang peralatan VHF A/G merk OTE D100 sebagai berikut :

Tabel 4. 4 Analisa kerusakan modul

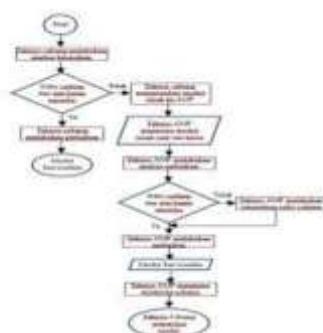
Frekuensi	Lokasi	Perangkat	Kerusakan Modul
120.9 MHz	Bandung	Transmitter	Power Supply, TX, Power Amplifier, ALBS
		Receiver	Power Supply, RX, ALBS
125.7 MHz	Bandung	Transmitter	Power Supply, TX, Power Amplifier, ALBS
		Receiver	RX, ALBS
132.1 MHz	Bandung	Transmitter	Power Supply, TX, ALBS
		Receiver	Power Supply, RX, ALBS
120.9 MHz	Cirebon	Transmitter	Power Supply, ALBS
		Receiver	RX, ALBS
125.7 MHz	Cirebon	Transmitter	Power Supply, ALBS
		Receiver	ALBS

Tabel 4. 5 Analisa perbaikan modul

Kerusakan Modul	Analisa	Suku Cadang	Hasil
Power Supply TX	PSU Mati total	Mosfet FDH50N50	PSU normal
	DC Fan mati	Fan 24 VDC	Fan normal
	Over Temperatur	Kapasitor Elco 100μF 50V	normal

Power Supply RX	AC Fail	Dioda P633KE	normal
	13.5 vdc U/S	Dioda SS14	13.5 vdc normal
	5 vdc U/S	Kapasitor SMD 10μF	5 vdc normal
	3.3 vdc U/S	Dioda SS14	3.3 vdc normal
Power Amplifier	PA U/S	Mosfet D1020UK	PA normal
Transmitter	Synthesizer U/S	Kapasitor SMD 106 35V	Synthesizer normal
ALBS	ALBS U/S	Resistor 10 ohm 5%	ALBS normal
	ALBS U/S	Relay SMD 5V	ALBS normal

Tabel hasil perbaikan diatas kiranya perlu pengadaan suku cadang untuk mendukung proses perbaikan kerusakan modul yang efektif dan efisien sehingga status modul berubah menjadi modul serviceable serta mengingkatkan availability peralatan.

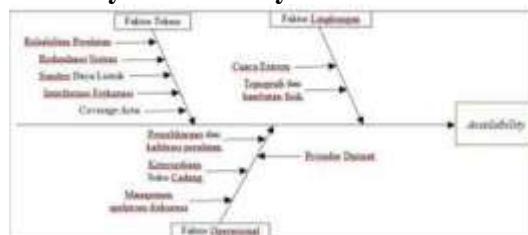


Gambar 4. 2 Flowchart alur perbaikan modul

Teknisi cabang melakukan analisa kerusakan, jika suku cadang dan alat bantu seperti alat ukur, alat bantu tersedia maka teknisi dapat melakukan perbaikan sehingga modul menjadi serviceable. Jika suku cadang, alat bantu tidak tersedia maka menghambat proses perbaikan sehingga teknisi mengirimkan modul yang mengalami kerusakan ke Airnav Mainetance Facility (AMF) dimana teknisi AMF memiliki tugas pokok dan fungsi tingkat ahli dalam melakukan perbaikan peralatan sesuai dengan kompetensi masing – masing dan bekerja jam kantor yaitu dari senin sampai jumat jam 09.00 – 17.00. Lokasi AMF berada di Bandar Udara Internasional Yogyakarta Kulon Progo sehingga proses pengiriman modul yang mengalami kerusakan dari Airnav Cabang Bandung membutuhkan waktu kurang lebih satu hari. Kemudian sesampainya modul di AMF, teknisi yang mempunyai kompetensi di bidangnya akan menerima modul dan belum tentu langsung melakukan perbaikan dikarenakan sistem kerja berdasarkan prioritas urgency peralatan dan baiknya berada di hari kerja. Jika seandainya modul sampai di hari libur atau tanggal merah maka jadwal perbaikan menunggu jam kerja teknisi. Ketika teknisi AMF melakukan analisa perbaikan, ada kalanya mendapatkan keterbatasan suku cadang juga mengingat berbagai macam jenis, type dan merk peralatan yang ada dilokasi. Jika suku cadang

terbatas maka teknisi AMF akan melakukan pengadaan suku cadang berdasarkan analisa perbaikan sehingga membutuhkan waktu lagi untuk menunggu suku cadang tiba dilokasi. Setelah modul melewati tahap perbaikan dan status berubah menjadi serviceable maka modul dikirim kembali ke Airnav Cabang Bandung yang membutuhkan waktu kurang lebih satu hari. Dari kejadian di atas dapat diambil kesimpulan bahwa waktu proses perbaikan modul di AMF membutuhkan waktu yang sangat lama jika dibandingkan dengan proses perbaikan di Airnav Cabang Bandung dengan suku cadang yang lengkap.

Identifikasi Penyebab Rendahnya Availability Peralatan



Gambar 4. 3 Diagram Fishbone Availability

1. Reliabilitas Peralatan

Reliabilitas peralatan airnav cabang bandung untuk peralatan vhf a/g frekuensi 120,9 125,7 dan 132,1 rendah diakibatkan tahun instalasi di tahun 2010 dimana peralatan yang sudah 15 tahun beroperasi akan mengalami penurunan reliabilitas peralatan dan rentan terhadap kegagalan sistem. Rendahnya reliabilitas peralatan akan mempengaruhi penurunan availabilitas peralatan.

2. Redundansi Sistem

Peralatan vhf a/g frekuensi 120,9 125,7 dan 132,1 tidak memiliki redundansi sistem karena peralatan tidak memiliki perangkat cadangan (main dan standby) yang disebabkan oleh keterbatasan suku cadang pada saat proses perbaikan sehingga jika terjadi kegagalan sistem pada perangkat utama maka peralatan akan mengalami kegagalan fungsi peralatan. Tidak adanya redundansi sistem peralatan akan mempengaruhi penurunan nilai availability peralatan.

3. Sumber Daya Listrik

Sumber daya listrik peralatan vhf a/g frekuensi 120,9 125,7 dan 132,1 memiliki redundansi sumber daya yang memadai dimana jika terjadi kegagalan sumber daya utama atau PLN maka akan dibackup oleh genset dan UPS sehingga peralatan tetap beroperasi. Sumber daya listrik yang memadai akan mempertahankan nilai availability sesuai dengan standar regulasi.

4. Interferensi Frekuensi

Peralatan vhf a/g frekuensi 120,9 125,7 dan 132,1 saat ini terdaftar ijin stasiun radio sehingga diawasi dan dilindungi oleh kementerian komunikasi dan informasi, jika terjadi interfensi frekuensi pada peralatan tersebut maka pihak kominfo akan bertindak cepat dan tanggap untuk menangani gangguan sehingga sangat jarang terjadi interferensi frekuensi.

5. Coverage Area

Lokasi peralatan vhf a/g frekuensi 120,9 125,7 dan 132,1 berada di puncak gunung tangkuban perahu sehingga jangkauan pancaran sinyal maksimal tanpa hambatan area bangunan atau pegunungan. Area jangkauan pancaran maksimal akan mempertahankan nilai availability peralatan.

6. Cuaca Ekstrem

Komunikasi VHF bergantung pada propagasi line-of-sight (LOS), sehingga fenomena cuaca seperti hujan lebat, badai petir, turbulensi dapat mengurangi efektivitas transmisi dan menurunkan availability peralatan VHF. Dikarenakan peralatan berada di puncak tertinggi area bandung maka jarang terjadi cuaca ekstrem disekitar area peralatan sehingga nilai availability peralatan jarang dipengaruhi oleh cuaca ekstrem.

7. Topografi Dan Hambatan Fisik

Lokasi peralatan vhf a/g frekuensi 120,9 125,7 dan 132,1 berada di puncak gunung tangkuban perahu sehingga tidak memiliki hambatan fisik. Dengan tidak adanya hambatan fisik pancaran sinyal peralatan maka tidak mempengaruhi nilai availability peralatan.

8. Pemeliharaan dan Kalibrasi Peralatan

Saat ini pemeliharaan dan kalibrasi peralatan vhf a/g frekuensi 120,9 125,7 dan 132,1 telah dilaksanakan secara rutin oleh teknisi telekomunikasi namun hasil pemeliharaan tidak maksimal dikarenakan peralatan tidak memenuhi standar sehingga rentan terhadap kegagalan sistem sehingga sangat mempengaruhi penurunan availability peralatan.

9. Ketersediaan Suku Cadang

Ketersediaan suku cadang peralatan vhf a/g frekuensi 120,9 125,7 dan 132,1 sangat terbatas sehingga kondisi saat ini peralatan beroperasi secara single. Jika terjadi kegagalan sistem pada perangkat utama maka peralatan akan mengalami kegagalan fungsi sehingga akan mempengaruhi availability peralatan.

10. Manajemen Spektrum Frekuensi

Sebelum melakukan instalasi peralatan maka terlebih dahulu berkoordinasi dengan direktorat navigasi penerbangan dan kominfo untuk melakukan tinjauan frekuensi. Team akan menentukan spektrum frekuensi yang akan digunakan sehingga terhindar dari frekuensi gangguan dan aman digunakan.

11. Prosedur Darurat

Saat ini airnav bandung tidak memiliki prosedur darurat jika terjadi kegagalan sistem perangkat utama peralatan vhf a/g frekuensi 120,9 125,7 dan 132,1 karena tidak memiliki perangkat cadangan. Jika terjadi kegagalan sistem maka komunikasi akan terputus sehingga mempengaruhi penurunan availability peralatan.

Evaluasi dan Solusi : Strategi untuk Meningkatkan Availability melalui Manajemen Suku Cadang

Untuk menjaga availability sistem VHF di atas 99.95%, diperlukan strategi yang efektif dalam manajemen suku cadang.

a. Pengelolaan Inventaris Suku Cadang

- 1) Menjaga stok suku cadang kritis dalam jumlah yang cukup sesuai dengan pola kegagalan peralatan.
- 2) Menggunakan sistem prediktif untuk memperkirakan kebutuhan suku cadang berdasarkan riwayat penggunaan dan umur peralatan.

b. Pengurangan Lead Time Pengadaan

- 1) Menjalin kontrak dengan beberapa pemasok untuk mengurangi risiko keterlambatan pengiriman.

c. Penggunaan Teknologi Alternatif

- 1) Jika suku cadang asli tidak tersedia, menggunakan suku cadang alternatif atau kompatibel yang telah teruji kualitasnya.
- 2) Melakukan modernisasi peralatan agar tetap kompatibel dengan suku cadang yang tersedia di pasar.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian mengenai pengaruh ketersediaan suku cadang terhadap availability peralatan VHF A/G di airnav indonesia cabang bandung, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

1. Faktor penyebab menurunnya availability peralatan vhf adalah reliabilitas peralatan, redundansi sistem, ketersediaan suku cadang dan prosedur darurat.
2. Hasil pembacaan aplikasi lasimi dalam satu tahun terakhir dan perhitungan nilai availability dari hasil laporan kerusakan peralatan menunjukkan nilai availability mengalami penurunan dan tidak mencapai target.
3. Rekomendasi langkah untuk meningkatkan availability peralatan vhf a/g adalah:
 - a. Pengelolaan inventaris suku cadang
 - b. Pengurangan lead time pengadaan suku cadang
 - c. Penggunaan teknologi alternatif

SARAN

1. Airnav cabang bandung melakukan evaluasi terhadap ketersediaan suku cadang peralatan guna mendukung proses perbaikan sehingga nilai availability tercapai.
2. Menjalin kontrak dengan beberapa vendor pemasok suku cadang peralatan
3. Airnav Indonesia cabang bandung melakukan penggantian perangkat dikarenakan reliabilitas peralatan mengalami penurunan sehingga berpengaruh terhadap availability.

DAFTAR PUSTAKA

- Airnav Indonesia, "Sejarah Perum LPPNPI," www.airnavindonesia.co.id. [Online]. Available: PermenperhubRI, "Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia PM 48 Tahun 2017 Tentang Perubahan Ketiga Atas PM 57 Tahun 2011 Tentang Peraturan Keselamatan Penerbangan Sipil Bagian 171 (CASR-171) Tentang Penyelenggara Pelayanan Telekomunikasi Penerbangan (Aeronautical)," pp. 1–10, 2017.
- [Muhammad Arif Sulaiman, Toni, Muh Wildan, and Quwarazmi Golddin Al Farraz, "Rancang Bangun Tunable Bandpass Filter Comline untuk VHF Air Ground Radio Communication," Langit Biru J. Ilm. Aviasi, vol. 16, no. 03, pp. 129–138, Jan. 2024, doi: 10.54147/langitbiru.v16i02.922.
- I. Standards, R. Practices, I. C. Aviation, and C. Systems, "Annex 10 volume III," vol. III, no. July, 2007.
- Airnav Indonesia, "PR 18 TAHUN 2023 MOS 69-02 Lisensi, Rating, Pelatihan dan Kecakapan Personil.pdf."
- P. Direktur and J. Perhubungan, "KP 35 Tahun 2019 Tentang Pedoman Teknis Operasional Peraturan Keselamatan Penerbangan Sipil Bagian 171-12 Prosedur Pemeliharaan Dan Pelaporan Fasilitas Telekomunikasi Penerbangan," 2019.
- Airnav Indonesia, Manual Airnav Indonesia Tentang Pengelolaan Suku Cadang Fasilitas Telekomunikasi Penerbangan. 2023.
- Airnav Indonesia, PER 015 LPPNPI XII 2024 Tentang Organisasi Dan Tata Kerja Perum LPPNPI Airnav Maintenance Facility.

- A. D. V Nursyafa, F Fatonah, "Analisis Pengaruh Maintenance Terhadap Performance Pada Peralatan Digital Automatic Terminal Information Service Di Perum LPPNPI Cabang Bandung," vol. 10, no. 23, pp. 1–23, 2024.
- [10] N. A. Putri, M. Wildan, and P. Asih, "Rancangan Aplikasi Sistem Database Suku Cadang Fasilitas Komunikasi Penerbangan Berbasis Website Guna Meningkatkan Efektifitas Penggunaan Suku Cadang Di Perum Lembaga Penyelenggara Pelayanan Navigasi Penerbangan Indonesia Jatsc – Soekarno Hatta," *J. Ilm. Aviasi Langit Biru*, vol. 13, no. 1, pp. 147–154, 2020.
- K. Penerbangan, D. I. Perum, and L. Cabang, "Analisis Perawatan Peralatan Automatic Message Swicthing Center (AMSC) Disesuaikan Dengan Advisory Circulair CASR Part 171-12 Terhadap Kelancaran Komunikasi Penerbangan Di PERUM LPPNPI Cabang Solo," no. 1, pp. 141–150.
- D. Dasi and M. Wildan, "Analisis Metode Maintenance Berdasarkan MTBF Dan MTTR Pada Alat Navigasi Di PERUM LPPNPI Cabang Denpasar," vol. 8, pp. 1078–1084, 2025.
- D. Sari, P. Ningrum, F. Fatonah, and F. Roza, "Analisis Pengaruh Frekuensi Liar terhadap Sinyal Pancaran Localizer Frekuensi 109 . 1 MHz di Perum LPPNPI Cabang Yogyakarta Analysis of the Effect of Wild Frequency on Localizer Transmit Signal Frequency 109 . 1 MHz at Perum LPPNPI Yogyakarta Branch," vol. x, no. x, 2024.
- Airnav Indonesia, Manual Airnav Indonesia Pelaksanaan On The Job Training Teknik Telekomunikasi Penerbangan. 2022.
- T. Warsito, S. D. Radio, and A. Uno, "RANCANGAN MONITORING INTERFERENSI FREKUENSI PADA KOMUNIKASI VHF AIR TO GROUND BERBASIS ARDUINO UNO," 2021.
- M. Albar and W. Winarno, "Analisis Penyebab Terjadinya Selisih Jumlah Persediaan Suku Cadang di Gudang Perusahaan Jasa Alat Berat," *J. Serambi Eng.*, vol. 8, no. 3, pp. 6365–6370, Jul. 2023, doi: 10.32672/jse.v8i3.6247.
- E. Aristriyana and R. Ahmad Fauzi, "Analisis Penyebab Kecacatan Produk Dengan Metode Fishbone Diagram Dan Failure Mode Effect Analysis (Fmea) Pada Perusahaan Elang Mas Sindang Kasih Ciamis," *J. Ind. Galuh*, vol. 4, no. 2, pp. 75–85, Feb. 2023,
- N. L. Ahmad, F. Fatonah, and S. Purnomo, "Analisis Pengaruh Maintenance Terhadap Performance Peralatan Doppler Very High Frequency Omnidirectional Range(DVOR),"