

Analisis Kinerja Peralatan Monopulse Secondary Surveillance Radar Mode-S Merek Indra Type IRS20-Mp/S 2NA Terhadap Keselamatan Penerbangan

Nu'man Ahlur Ra'yi Qaiz¹, Dian Anggraini Purwaningtyas², Adenia Kusuma Dayanthi³

numanahlurrayiqais@gmail.com¹, diananggraini@ppicurug.ac.id², adeniakd@gmail.com³

Politeknik Penerbangan Indonesia Curug, Tangerang

Teknik Navigasi Udara

Jl. Raya PLP Curug, Serdang Wetan, Kec. Legok, Tangerang, Banten 15820

ARTICLE INFO

ABSTRACT

Article history:

Received April 20, 2024

Received in form 25 April 2024

Accepted 13 May 2024

Available online 1 Juli 2024

Monopulse Secondary Surveillance Radar Mode-S is a flight observation device that can work up to 256 NM coverage. To ensure that the equipment is run, it is necessary to evaluate the performance of the equipment in accordance with KP No. 35 of 2019 concerning procedures for maintenance and reporting of aviation telecommunications facilities. The purpose of this study is to evaluate the performance of the tool. Equipment performance evaluation is analyzed based on several parameters. the analysis was carried out using research methods in the form of qualitative analysis and descriptive analysis. The results of the analysis are adjusted to KP no. 35 of 2019 with an evaluation of the performance of the INDRA IRS20-MP/S 2NA Type MSSR Mode-S Radar device for the 2023 period has 100% availability, MTBF 8760 Hours, and MTTR 0 Minutes

Keywords: MSSR Mode-S, Availability, MTBF, MTTR, KP No 35 Tahun 2019.

1. Pendahuluan

Menurut Undang-undang Nomor 1 Tahun 2009 Keselamatan penerbangan adalah suatu keadaan dimana telah terpenuhi persyaratan keselamatan dalam pemanfaatan wilayah udara, bandar udara, angkutan udara, navigasi penerbangan serta fasilitas penunjang dan fasilitas umum lainnya. [1]. Salah satu badan usaha yang bertanggung jawab melaksanakan pelayanan navigasi penerbangan di Indonesia yaitu Perusahaan Umum Lembaga Penyedia dan Pelayanan Navigasi Penerbangan Indonesia atau Perum LPPNPI. LPPNPI menyediakan layanan navigasi penerbangan di Indonesia, termasuk pengendalian lalu lintas udara, bantuan navigasi dan informasi cuaca untuk operasional pesawat di seluruh Indonesia [2]. Salah satu Lembaga pelayanan navigasi penerbangan di Indonesia yaitu Perum LPPNPI Cabang Kupang. Pelayanan Navigasi di Bandara El Tari Kupang dikelola oleh Perum LPPNPI Cabang Kupang. Perum LPPNPI Cabang Kupang memiliki 3 bidang Fasilitas peralatan penerbangan yaitu Fasilitas Peralatan Communication, Navigation, dan Surveillance.

Salah satu bidang pelayanan navigasi penerbangan yaitu Surveillance penerbangan, peralatan pengamatan (Surveillance) penerbangan di Perum LPPNPI Cabang Kupang ini terdiri dari beberapa

Received April, 20, 2024; Revised, April, 25, 2024; Accepted, May, 13, 2024

peralatan yaitu Automatic Dependant Surveillance Broadcast (ADS-B) dan Radio Detection and Ranging (RADAR).

Radar adalah salah satu peralatan fasilitas penerbangan di bidang surveillance yang memiliki peran untuk mendeteksi lokasi, kecepatan, dan mengidentifikasi suatu objek dalam cakupannya baik di darat, laut maupun udara dengan memanfaatkan gelombang elektromagnetik. Salah satu jenis RADAR yaitu Monopulse Secondary Surveillance Radar (MSSR) Mode – S [3]. RADAR di Perum LPPNPI Cabang Kupang telah mendukung Mode-S, sehingga informasi yang diterima oleh pesawat lebih banyak (Informasi yang diterima berupa azimuth, flight level, aircraft ID, Emergency state) [4]. Berikut ini merupakan Peralatan Monopulse Secondary Surveillance Radar Mode-S yang dimiliki oleh Perum LPPNPI Cabang Kupang pada gambar 1.1.



Gambar 1.1 MSSR Mode – S Merek INDRA Type IRS20-MP/S 2NA

Radar MSSR Mode-S merupakan sebuah kesatuan sistem peralatan pengamatan penerbangan (Surveillance) yang terletak di gedung RADAR dimana terdiri dari beberapa sistem yaitu [5]:

Antenna and Scan Pattern Generator: ini menentukan bentuk dan arah sinar TX / RX. Antena dapat berupa reflektor yang berputar secara mekanis atau array bertahap yang dikendalikan secara elektronik dalam azimuth dan elevasi.

Transmitter: umumnya tabung menghasilkan kereta pulsa yang koheren dengan daya puncak tinggi dan mungkin pita lebar; atau solid state amplifier dapat digunakan dalam radar phased array aktif.

Waveform Generator: Ini menyesuaikan bentuk gelombang dengan lingkungan dan mode operasi tertentu yang benar-benar digunakan. Bentuk gelombang dapat berupa pulsa lebar dengan modulasi kode frekuensi atau fase untuk meningkatkan resolusi rentang dan diskriminasi clutter.

Duplexer: ini adalah saklar RF yang menyampaikan semua energi dari pemancar ke antena dalam fase transmisi sementara semua energi yang dikumpulkan oleh antena dalam fase penerima dikirim langsung ke rantai penerima.

Receiver: Ini memberikan konversi frekuensi, penolakan interferensi dan amplifikasi kebisingan rendah.

Signal Processor: Ini menentukan ada atau tidak adanya target sambil menolak sinyal yang tidak diinginkan karena clutter tanah, laut, cuaca, gangguan frekuensi radio, sumber kebisingan dan pengacau yang disengaja.

Data Extractor: Ini memberikan pengukuran target dalam jangkauan, sudut (azimuth, elevasi)

Data Processor: Ini pada dasarnya adalah tempat penyaringan pelacakan diterapkan

User: Output umumnya berupa tampilan untuk memvisualisasikan informasi yang terkandung dalam sinyal gema radar dalam bentuk yang sesuai untuk interpretasi dan tindakan operator.

Controller: ini menerjemahkan perintah dari operator dan mengatur mode operasi, Waktu sistem yang tepat dan generator sinyal bersama dengan fungsi pemrosesan pada sinyal yang diterima sesuai dengan sektor jangkauan, azimuth dan elevasi.

Spesifikasi teknis MSSR Mode-S yang dimiliki Perum LPPNPI Cabang Kupang dapat dilihat pada Tabel 1.1 sebagai berikut [6] :

Parameter	Nilai Nominal
Liputan Jangkauan	Jangkauan: 256 NM Ketinggian: 66000 ft
Probabilitas Deteksi (Pd)	SSR : $\geq 97\%$ Mode S : $\geq 99\%$
Probabilitas Validasi Kode	Mode 3/A : $\geq 98\%$ Mode C : $\geq 96\%$ Mode S : $\geq 99\%$
Kode Salah Tervalidasi	Mode 3/A : $< 0.1\%$ Mode C : $< 0.1\%$
Target-target Salah	$< 0.1\%$
Kesalahan Bias Jangkauan	$\leq 14m$

Tabel 1.1 Spesifikasi RADAR MSSR Mode-S
Sumber : Manual Book MSSR Mode-S

Fasilitas peralatan penerbangan ini harus beroperasi normal selama 24 jam. Maka dari itu diperlukan pemeliharaan alat secara berkala agar alat tersebut dapat beroperasi secara normal. Pemeliharaan adalah rangkaian pemeriksaan, analisa, dan perencanaan serta pelaksanaan pemeliharaan fasilitas telekomunikasi penerbangan dalam rangka mempertahankan kemampuan, kapasitas dan kualitas fasilitas telekomunikasi penerbangan. Namun setiap alat memiliki tingkat performa yang tidak sama berdasarkan teknik pemeliharanya [7] . Selain itu, perlu dilakukan juga pelaporan pemeliharaan fasilitas peralatan dimana pelaporan pemeliharaan terbagi menjadi dua yaitu: laporan yang diberikan secara berkala dan laporan yang diberikan secara khusus. Laporan berkala merupakan laporan yang terdiri dari laporan bulanan dan juga laporan tahunan. Sedangkan laporan khusus dimana merupakan laporan yang berisikan laporan mengenai kerusakan dan perbaikan sarana penerbangan yang terjadi kerusakan [8] . faktor – faktor yang sering terjadi antara gangguan pada media pengirim, jumlah teknisi yang tidak seimbang dan sebagainya sehingga dapat mengurangi kinerja peralatan. Dari permasalahan diatas peneliti akan mengadakan penelitian dengan menganalisa kinerja peralatan Radar MSSR Mode-S Merek INDRA Type IRS20-MP/S 2NA disesuaikan dengan KP No. 35 Tahun 2019 dengan tingkat pemeliharaan di Perum LPPNPI Cabang Kupang.

2. Metode penelitian

2.1 Populasi dan Sampel

Populasi didapatkan dengan cara mengumpulkan data laporan bulanan yang didapatkan dari periode bulan Januari 2023 – Desember 2023.

2.2 Metode Pengumpulan Data

1. Metode Literature Review

Metode ini dilakukan dengan membaca dan mengumpulkan literatur yang berkaitan dengan peralatan yang akan diteliti, penelitian sebelumnya dilakukan oleh [9] . Yang menjelaskan kinerja komunikasi peralatan penerbangan dari VHF A/G antara ADC (Aerodrome Control) maupun APP (Approach Control) dengan pilot di pesawat.

2. Metode Kualitatif

Metode kualitatif merupakan penelitian riset yang bersifat deskripsi yang bertujuan untuk memahami secara luas dan spesifik terhadap sebuah permasalahan yang akan diteliti. Data akan disajikan dalam bentuk tabel yang berisikan mengenai kegagalan operasi peralatan [10] , kemudian dihitung dengan menggunakan nilai ketersediaan (Availability), Waktu rata-rata antar kegagalan (MTBF) dan Waktu rata-rata perbaikan peralatan (MTTR). Berikut ini merupakan rumus dari Availability, MTBF dan MTTR sebagai berikut:

1. Nilai Ketersediaan (Availability)

$$A = \frac{\text{Waktu yang akurat}}{\text{Waktu operasi yang ditetapkan}} \times 100 \%$$

2. Waktu Rata-rata antara kegagalan (MTBF)

$$\text{MTBF} = \frac{\text{Waktu operasi yang ditetapkan}}{\text{Jumlah kegagalan}}$$

3. Waktu Rata-rata Perbaikan Peralatan (MTTR)

$$\text{MTTR} = \frac{\sum \text{Waktu tidak beroperasi karena kegagalan}}{\text{Jumlah kegagalan}}$$

3. Metode Deskriptif

Metode ini memberikan gambaran atau uraian atas suatu kejadian sejelas mungkin tanpa ada perlakuan terhadap sebuah objek yang akan diteliti [11] .

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Deskripsi Data dan Kriteria

Pada penelitian ini akan diambil data laporan bulanan peralatan Radar MSSR Mode-S Merek INDRA type IRS20-MP/S 2NA dan logbook yang berisi mengenai kegiatan maintenance peralatan sebagai tindakan pencegahan dan laporan performance dengan lamanya kerusakan alat (dalam jam) dalam periode satu tahun. Setelah itu, dilakukan evaluasi pemeliharaan peralatan

Radar MSSR Mode-S dengan KP No. 35 Tahun 2019 dan berikutnya dapat dilihat waktu operasi Radar MSSR Mode-S merek INDRA type IRS20-MP/S 2NA Tahun 2023 pada tabel 3.1 sebagai berikut:

Tabel 3.1 Waktu Operasi Radar MSSR Mode-S Tahun 2023

Waktu Kejadian	Gangguan (Jam)	Frekuensi Gangguan	Keterangan
Tahun 2023			
Januari	0	0	Pada Tahun 2023 Peralatan Radar MSSR Mode-S Merek INDRA Type IRS20-MP/S 2NA di Perum LPPNPI Cabang Kupang tidak memiliki gangguan kerusakan dan gangguan yang dapat membahayakan keselamatan penerbangan.
Februari	0	0	
Maret	0	0	
April	0	0	
Mei	0	0	
Juni	0	0	
Juli	0	0	
Agustus	0	0	
September	0	0	
Oktober	0	0	
November	0	0	
Desember	0	0	
Total Gangguan	0	0	

Sumber : Laporan Bulanan Tahun 2023
Data Perum LPPNPI Cabang Kupang

3.2. Analisa Kinerja Peralatan Radar MSSR Mode-S

3.2.1 Evaluasi Pemeliharaan

Pada penelitian ini peneliti akan melakukan kegiatan evaluasi kinerja peralatan Radar MSSR Mode-S Type IRS20-MP/S 2NA sesuai dengan KP No. 35 Tahun 2019 dengan memperhatikan pemeliharaan peralatan yaitu nilai ketersediaan (Availability) MTBF (Mean Time Between Failure) dan MTTR (Mean Time to Repair).

3.2.2 Evaluasi Nilai Ketersediaan (Availability)

Untuk Melakukan evaluasi peralatan ini dimulai dari perhitungan nilai availability peralatan. Berdasarkan Tabel 3.1 dilihat bahwa waktu gangguan peralatan Radar MSSR Mode-S Merek INDRA Type IRS20-MP/S 2NA adalah 0 jam, diketahui waktu operasional Peralatan Radar MSSR Mode-S Merek INDRA Type IRS20-MP/S 2NA dalam satu tahun di tahun 2023 yaitu 24 Jam x 365 hari = 8.760 Jam.

Periode Operasi (a) Periode Operasional yang ditentukan – Total waktu kegagalan

$$8.760 \text{ Jam} - 0 \text{ Jam} = 8.760 \text{ Jam}$$

Sehingga ketersediaan (a) peralatan Radar MSSR Mode-S Merek INDRA Type IRS20-MP/S 2NA yaitu:

$$A = \frac{\text{Waktu yang akurat}}{\text{Waktu operasi yang ditetapkan}} \times 100 \%$$

$$= \frac{8760}{8760} \times 100 \%$$

$$= 100 \%$$

3.2.3 Evaluasi Nilai Waktu Rata-rata antara kegagalan (Mean Time Between Failure)

Evaluasi peralatan ini diperlukan untuk mengetahui jumlah kegagalan fasilitas selama periode yang telah ditetapkan, dengan perhitungan waktu actual operasional fasilitas dibagi dengan total jumlah kegagalan. Berdasarkan pengertian tersebut maka didapatkan perhitungan peralatan Radar MSSR Mode-S Merek INDRA Type IRS20-MP/S 2NA sebagai berikut:

$$MTBF = \frac{\text{Waktu operasi yang ditetapkan}}{\text{Jumlah kegagalan}}$$

$$MTBF = \frac{8760}{1} = 8760 \text{ Jam}$$

3.2.4 Evaluasi Waktu Rata-rata Perbaikan Peralatan (Mean Time to Repair)

Evaluasi peralatan ini diperlukan untuk mengetahui waktu rata-rata yang dibutuhkan dalam melakukan perbaikan kerusakan sampai peralatan tersebut dapat beroperasi normal kembali. Berdasarkan pengertian tersebut maka didapatkan perhitungan peralatan Radar MSSR Mode-S Merek INDRA Type IRS20-MP/S 2NA sebagai berikut:

$$MTTR = \frac{\sum \text{Waktu tidak beroperasi karena kegagalan}}{\text{Jumlah kegagalan}}$$

$$MTTR = \frac{0}{0} = (0 \text{ Menit})$$

3.2.5 Hasil Analisa

Berdasarkan hasil analisa yang telah dilakukan, didapatkan sistem pemeliharaan peralatan Radar MSSR Mode-S Merek INDRA Type IRS20-MP/S 2NA di Perum LPPNPI Cabang Kupang bahwa kinerja peralatan Radar MSSR Mode-S Merek INDRA Type IRS20-MP/S 2NA dipengaruhi oleh system pemeliharaan yang telah diatur. Hasil system pemeliharaan peralatan Radar MSSR Mode-S Merek INDRA Type IRS20-MP/S 2NA di Perum LPPNPI Cabang Kupang tergolong sangat baik, hal ini dapat dilihat dari evaluasi peralatan dengan perhitungan availability, MTBF, dan MTTR. Dari data yang dikumpulkan kemudian dilihat penyebab kerusakan pada peralatan Radar MSSR Mode-S Merek INDRA Type IRS20-MP/S 2NA mulai dari Awal Tahun Januari 2023 hingga Desember 2023.

4. Kesimpulan

Tabel 4.1 Hasil Perhitungan Peralatan Tahun 2023

No	Nama	Hasil Perhitungan Tahun 2023 Disesuaikan dengan KP No. 35 Tahun 2019
1	<i>Availability</i>	100 %
2	<i>Mean Time Between Failure (MTBF)</i>	8760 Jam
3	<i>Main Time to Repair</i>	

	(MTTR)	0 Menit
--	--------	---------

Berdasarkan pada tabel 4.1 data yang telah didapatkan dari objek penelitian dan analisa kinerja peralatan Radar MSSR Mode-S Merek INDRA Type IRS20-MP/S 2NA di Perum LPPNPI Cabang Kupang, maka terdapat kesimpulan bahwa peralatan Radar MSSR Mode-S Merek INDRA Type IRS20-MP/S 2NA di Perum LPPNPI Cabang Kupang memiliki nilai Availability sebesar 100% , angka ini menjelaskan bahwa peralatan Radar MSSR Mode-S Merek INDRA Type IRS20-MP/S 2NA di Cabang Kupang tidak pernah mengalami kerusakan selama periode tahun 2023 karena mendapatkan nilai availability > 97 % , kemudian untuk hasil evaluasi pemeliharaan tentang Mean Time Between Failure (MTBF) didapatkan hasil sebesar 8760 Jam dan Mean Time To Repair (MTTR) sebanyak 0 menit yang berarti Perum LPPNPI Cabang Kupang memiliki system pemeliharaan peralatan Radar MSSR Mode-S Merek INDRA Type IRS20-MP/S 2NA yang sangat baik.

Daftar Pustaka

- [1] *Undang-undang (UU) Nomor 1 Tahun 2009 tentang Penerbangan*. 2009. Accessed: Jan. 28, 2024. [Online]. Available: <https://www.ukm.my/aaip/wp-content/uploads/2019/02/Undang-Undang-Nomor-1-Tahun-2009.pdf>
- [2] Peraturan Pemerintah, *Peraturan Pemerintah Nomor 77 Tahun 2012 Tentang Perusahaan Umum Lembaga Penyelenggara Pelayanan Navigasi Penerbangan Indonesia*. 2012.
- [3] R. B. Alat *et al.*, “Analisa Pengoprasian Secondary Surveillance Radar (SSR) Di Bandara Sukarno-Hatta,” *Oleh : Vita Nurdinawati*, vol. 5, no. 3, 2017.
- [4] *Peraturan Direktur Jenderal Perhubungan Udara Nomor : KP 103 Tahun 2015 Tentang Standar Teknis dan Operasi (Manual Of Standard CASR 171-02) Spesifikasi Teknis Fasilitas Telekomunikasi Penerbangan*. 2015. Accessed: Jan. 28, 2024. [Online]. Available: <https://jdih.dephub.go.id/peraturan/detail?data=91TjOnHIdifLLSo6ZeZYyz4pEZAMQb1d34ubNf5pBFrl8QkzfNafFfp4DtRF00X0408Qnb1VpvIBg4uTOAJleW4Q4knxrFCTG1h8bUCN0Ux71V9nRcZ7KB3FvDPHCVP6OynK3fadAeu1DEs0l8izfy525C>
- [5] A. Farina, “Introduction to Radar Signal & Data Processing: The Opportunity.” [Online]. Available: <http://www.rto.nato.int/abstracts.asp>.
- [6] INDRA, “Training Course MSSR Mode-S Rack (Double Frame) Secondary Surveillance Radar,” 2009.
- [7] *Peraturan Direktur Jenderal Perhubungan Udara Nomor: KP 35 Tahun 2019 Tentang Pedoman Teknis Operasional Peraturan Keselamatan Penerbangan Sipil Bagian 171-12 (Advisory Circular Part 171-12) Prosedur Pemeliharaan dan Pelaporan Fasilitas Telekomunikasi Penerbangan*. 2019. Accessed: Jan. 28, 2024. [Online]. Available: <https://jdih.dephub.go.id/peraturan/detail?data=1rSoWMLmbgr9Iurr73i8em4DuUAqax4eE4EuchCIRHJh8blahprjWZX8MN0OxHNXBx8bNliSth78I4eVZWsg2Isd4aDlfZZ4Ept8LRD4moiDRo23Mn9bkU26b90vNVtjknUz1cCxX1FOZj2EbiRJ41nZk3>
- [8] *Petunjuk Dan Tata Cara Peraturan Keselamatan Penerbangan Sipil Bagian 171-06, Standar Pembuatan Buku Manual Operasi Penyelenggara Pelayanan Telekomunikasi Penerbangan (Advisory Circular Part 171-06, Aeronautical Telecommunication Service Provider Operation Manual)*. 2014. Accessed: Jan. 28, 2024. [Online]. Available: <https://www.ukm.my/aaip/wp-content/uploads/2019/02/Peraturan%20Direktorat%20Jenderal/Peraturan%20Direktorat%20Jenderal%20Nomor%20KP%2025%20Tahun%202014.pdf>
- [9] A. H. Asri and L. Lidyawati, “Analisis Kinerja VHF-A/G Tower/ADC dengan VHF-A/G APP di Bandar Udara Husein Sastranegara Bandung,” *TELKA*, vol. 4, no. 1, pp. 76–85, 2018.
- [10] E. Sugiarto, *Menyusun Proposal Penelitian Kualitatif Skripsi dan Tesis*. Yogyakarta: Suaka Media, 2017.
- [11] Ronny and Kountur, *Metode Penelitian untuk Penulisan Skripsi dan Tesis, edisi revisi*. Jakarta: Penerbit PPM, 2007.