



Jurnal Review Pendidikan dan Pengajaran
<http://journal.universitaspahlawan.ac.id/index.php/jrpp>
 Volume 8 Nomor 2, 2025
 P-2655-710X e-ISSN 2655-6022

Submitted : 29/05/2025
 Reviewed : 16/06/2025
 Accepted : 20/06/2025
 Published : 28/06/2025

Rivan Adryan
 Ramadhan¹
 Eriyandi²
 Priyo Wibowo³

ANALISIS DAMPAK BANGUNAN ASPHALT MIXING PLANT TERHADAP PERALATAN NAVIGASI DI BANDAR UDARA APT PRANOTO SAMARINDA

Abstrak

Keandalan sistem navigasi udara sangat penting dalam menjamin keselamatan penerbangan. Salah satu peralatan navigasi yang digunakan di Bandar Udara APT Pranoto Samarinda adalah Non-Directional Beacon (NDB). Sejak beroperasinya Asphalt Mixing Plant (AMP) pada tahun 2019 di sekitar bandara, muncul kekhawatiran mengenai interferensi elektromagnetik (EMI) yang dapat mengganggu akurasi navigasi pesawat. Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan pendekatan deskriptif dan kuasi-eksperimental. Data dikumpulkan melalui analisis historis 2019–2024, pengukuran lapangan, serta uji Wilcoxon Signed Rank Test untuk menganalisis perbedaan performa NDB sebelum dan sesudah keberadaan AMP. Fishbone Diagram digunakan untuk mengidentifikasi faktor penyebab gangguan. Hasil penelitian menunjukkan keberadaan AMP mempengaruhi performa NDB dengan tren penurunan daya pancar dan peningkatan refleksi sinyal. Analisis post-flight report menunjukkan pengurangan jangkauan sinyal NDB yang berdampak pada efektivitas navigasi penerbangan. Evaluasi regulasi menyatakan bahwa lokasi AMP tidak sesuai dengan standar keselamatan penerbangan. Disarankan penerapan zona buffer elektromagnetik, pemasangan filter EMI, serta evaluasi ulang lokasi AMP. Jika gangguan tidak dapat diminimalkan, relokasi AMP menjadi solusi yang direkomendasikan guna menjaga keandalan sistem navigasi udara.

Kata Kunci: Navigasi Penerbangan, Non-Directional Beacon (NDB), Interferensi Elektromagnetik (EMI), Asphalt Mixing Plant (AMP), Fishbone Diagram, Keselamatan Penerbangan.

Abstract

The reliability of air navigation systems is crucial for ensuring flight safety. One of the navigation aids used at APT Pranoto Samarinda Airport is the Non-Directional Beacon (NDB). Since the operation of the Asphalt Mixing Plant (AMP) in 2019 near the airport, concerns have arisen regarding electromagnetic interference (EMI) potentially affecting aircraft navigation accuracy. This study employs a quantitative approach with descriptive and quasi-experimental methods. Data were collected through historical analysis from 2019–2024, field measurements, and the Wilcoxon Signed Rank Test to analyze NDB performance differences before and after the presence of AMP. The Fishbone Diagram was used to identify interference factors. The results indicate that the presence of AMP affects NDB performance, showing a trend of decreasing transmission power and increasing signal reflection. Post-flight report analysis reveals a reduction in NDB signal range, impacting navigation effectiveness. Regulatory evaluations confirm that the AMP location does not comply with aviation safety standards. It is recommended to implement an electromagnetic buffer zone, install EMI filters, and reassess the AMP location. If interference cannot be minimized, relocating the AMP is suggested to maintain the reliability of air navigation systems.

Keywords: Air Navigation, Non-Directional Beacon (NDB), Electromagnetic Interference (EMI), Asphalt Mixing Plant (AMP), Fishbone Diagram, Flight Safety.

PENDAHULUAN

Keselamatan penerbangan sangat bergantung pada keandalan sistem navigasi udara. Berbagai peralatan navigasi, seperti Non-Directional Beacon (NDB), Very High Frequency Omnidirectional Range (VOR), dan Instrument Landing System (ILS) dikelola oleh Perum

^{1,2,3}Politeknik Penerbangan Indonesia Curug
 email: rivan@gmail.com

LPPNPI AirNav Indonesia, digunakan untuk memastikan pesawat dapat menentukan posisi, arah, dan jalur penerbangan dengan akurat. Salah satu sistem navigasi yang paling sensitif terhadap gangguan adalah NDB, yang beroperasi pada frekuensi rendah (190–1750 kHz) dan sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan sekitar. Interferensi elektromagnetik dari struktur atau peralatan listrik di sekitar bandara dapat menyebabkan distorsi sinyal, yang berpotensi mengganggu akurasi navigasi udara.

Untuk memastikan tidak terjadi gangguan pada sistem navigasi, International Civil Aviation Organization (ICAO) melalui Annex 10 dan Keputusan Direktur Jenderal Perhubungan Udara Nomor SKEP/113/VI/2002 menetapkan bahwa peralatan navigasi harus ditempatkan di lingkungan dengan gangguan elektromagnetik minimal[1], [2]. Salah satu penyebab utama gangguan ini adalah refleksi dan difraksi sinyal akibat keberadaan struktur logam besar atau peralatan industri berdaya tinggi dalam radius tertentu dari pemancar navigasi. Jika sinyal navigasi terganggu, pesawat dapat mengalami deviasi jalur yang berpotensi membahayakan keselamatan penerbangan, terutama saat fase kritis seperti pendekatan (approach) dan pendaratan (landing).

Selain regulasi tentang penempatan peralatan navigasi, Kawasan Keselamatan Operasi Penerbangan (KKOP) juga diatur dalam KM 56 Tahun 2004. KKOP merupakan area di sekitar bandar udara yang harus bebas dari hambatan untuk menjamin keselamatan penerbangan. Dalam regulasi ini, setiap pembangunan di dalam kawasan KKOP harus memperhatikan batas ketinggian, penggunaan material bangunan, serta potensi interferensi terhadap sistem navigasi penerbangan. Keberadaan bangunan yang tidak sesuai dengan ketentuan KKOP dapat menyebabkan gangguan terhadap peralatan navigasi seperti NDB [3].

Perum LPPNPI (AirNav Indonesia) dibentuk berdasarkan UU No. 1 Tahun 2009 dan PP No. 77 Tahun 2012 sebagai lembaga penyelenggara layanan navigasi penerbangan secara terintegrasi di seluruh wilayah udara Indonesia. Salah satu unit operasionalnya, yaitu Cabang Pembantu Samarinda, mendukung layanan komunikasi dan navigasi di Bandara APT Pranoto, pengganti Bandara Temindung yang ditutup pada 23 Mei 2018. Bandar Udara APT Pranoto Samarinda mulai menggunakan NDB sejak tahun 2019 sebagai bagian dari sistem navigasi utama, setelah dipindahkan dari Bandar Udara Temindung. Namun, sejak beroperasinya Asphalt Mixing Plant (AMP) pada tahun 2019 di sekitar kawasan bandara, muncul dugaan adanya gangguan terhadap peralatan navigasi tersebut. AMP merupakan fasilitas industri yang digunakan untuk produksi campuran aspal guna mendukung proyek infrastruktur, termasuk pembangunan jalan dan perkerasan landasan pacu.

Berdasarkan hasil Pengawasan (Audit) Keselamatan Navigasi Penerbangan Tahun 2022 yang dilaksanakan oleh Tim dari Direktorat Navigasi Penerbangan Kantor Otoritas Bandar Udara Wilayah VII Balikpapan di Cabang Pembantu Samarinda, ditemukan bahwa AMP berpindah lokasi mendekati peralatan NDB dengan jarak kurang dari 300 meter, sehingga berpotensi mengganggu fungsi dan kinerja NDB. Hal ini bertentangan dengan KM 28 Tahun 2005 tentang Pemberlakuan Standar Nasional Indonesia (SNI) 03-7041-2004, yang mengatur jarak aman antara peralatan navigasi dan infrastruktur industri [4]. Disebutkan bahwa sampai dengan radius 300 meter dari titik tengah NDB tidak diperkenankan adanya bangunan dari metal, kecuali bangunan NDB. Sampai dengan radius 1000 meter dari titik tengah antenna tidak diperkenankan adanya bukit, kelompok pohon, bangunan metal yang ketinggiannya melebihi permukaan kerucut 3° serta jaringan listrik tegangan tinggi. Sedangkan untuk NDB jenis Low Range membutuhkan lahan 50 m x 50 m. Keberadaan AMP disekitar Bandar Udara APT Pranoto Samarinda menimbulkan kekhawatiran mengenai potensi gangguan terhadap peralatan navigasi. Potensi interferensi elektromagnetik, refleksi sinyal, dan perubahan pola propagasi gelombang radio akibat keberadaan AMP perlu dikaji secara mendalam. Belum ada penelitian yang secara khusus menganalisis dampak pembangunan AMP terhadap sistem navigasi penerbangan di bandara ini. Oleh karena itu, diperlukan penelitian yang dapat mengidentifikasi faktor-faktor yang memengaruhi gangguan navigasi akibat AMP, melakukan pengukuran di lapangan untuk menganalisis dampaknya, serta menyusun saran rekomendasi penanganan gangguan guna memastikan sistem navigasi tetap berfungsi dengan optimal.

METODE

Pendekatan Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan pendekatan deskriptif dan kuasi-eksperimental. Pendekatan deskriptif kuantitatif bertujuan untuk menggambarkan dampak

Asphalt Mixing Plant (AMP) terhadap Non-Directional Beacon (NDB) di Bandar Udara APT Pranoto Samarinda melalui analisis data numerik tanpa mencari hubungan sebab-akibat langsung [23]. Selain itu, penelitian ini memiliki unsur kuasi-eksperimental, karena melakukan pengukuran dan analisis perbandingan kinerja NDB sebelum dan sesudah pembangunan AMP. Kuasi-eksperimen melibatkan intervensi terhadap variabel tertentu tanpa kontrol penuh terhadap faktor eksternal [29]. Analisis dilakukan menggunakan Wilcoxon Signed Rank Test dan Uji T /Uji Z sampel berpasangan untuk mengevaluasi dampak keberadaan AMP terhadap navigasi penerbangan.

Dengan pendekatan ini, penelitian dapat memberikan gambaran yang lengkap dan akurat mengenai pengaruh industri terhadap sistem navigasi penerbangan serta menghasilkan saran bagi otoritas penerbangan dalam mengelola infrastruktur di sekitar fasilitas navigasi udara.

1. Populasi dan Sampel

a. Populasi

Populasi adalah keseluruhan objek penelitian yang memiliki karakteristik tertentu yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari dan ditarik kesimpulannya [23]. Populasi dalam penelitian ini mencakup seluruh data performa Non-Directional Beacon (NDB) di Bandar Udara APT Pranoto Samarinda sebelum dan sesudah pembangunan Asphalt Mixing Plant (AMP). Data ini terdiri dari pembacaan indikator daya pancar (Power Forward dan Power Reflected) yang diukur langsung dari peralatan NDB ND-200D selama periode 2019-2024.

Dalam konteks ini, karakteristik populasi meliputi:

- 1) Data Ground Check yang diperoleh dari hasil inspeksi teknis secara berkala.
- 2) Data Post Flight Report Form yang berisi informasi dari pilot terkait penerimaan sinyal NDB di pesawat.

b. Sampel

Sampel adalah bagian dari populasi yang dipilih menggunakan teknik purposive sampling, yaitu teknik pemilihan sampel berdasarkan kriteria tertentu untuk memastikan representativitas data [23].

1) Pemilihan Sampel

Pemilihan sampel dalam penelitian ini mempertimbangkan beberapa faktor, berikut sampel yang digunakan:

- Pembacaan indikator langsung pada peralatan NDB untuk Power Forward, Power Reflected, dan Modulation.
- Data NDB yang diambil setiap bulan sekali selama tahun 2019-2024.
- Hasil pengukuran post flight report pilot mengenai jarak dan ketinggian saat menerima sinyal NDB yang diambil setiap 3 bulan sekali selama tahun 2019-2024.

2) Jumlah Sampel

Jumlah sampel ditentukan berdasarkan ground check bulanan dan post flight report dalam periode 6 tahun (2019-2024). Dalam setiap tahun, pengukuran ground check dilakukan rutin sebulan sekali dan permintaan post flight report dilakukan setiap 3 bulan sekali. Dengan demikian, total sampel yang diambil sebanyak:

$$6 \text{ tahun} \times 12/\text{tahun} = 72 \text{ sampel (ground check)}$$

$$6 \text{ tahun} \times 4/\text{tahun} = 24 \text{ sampel (post flight report)}$$

3) Metode Pengambilan Sampel

Metode pengambilan sampel dilakukan secara sistematis, yaitu dengan melakukan inspeksi/ ground check bulanan dan menentukan interval waktu tetap (setiap tiga bulan sekali) untuk melakukan permintaan post flight report guna memastikan data yang diperoleh merepresentasikan kondisi sebelum dan sesudah pembangunan AMP.

2. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada tahun 2024 dengan lokasi utama di Bandar Udara APT Pranoto Samarinda. Pengambilan data dilakukan secara langsung pada peralatan NDB untuk mengevaluasi perubahan performa pancaran sinyal sebelum dan sesudah pembangunan Asphalt Mixing Plant (AMP). Pemilihan lokasi ini didasarkan pada keberadaan AMP yang berpotensi memberikan gangguan terhadap sistem navigasi penerbangan.

Jadwal pelaksanaan penelitian dan penulisan tugas akhir disusun setelah pengajuan judul tugas akhir disetujui dengan time table kegiatan sebagai berikut :

HASIL DAN PEMBAHASAN

Deskripsi Umum

Pada bab ini, Peneliti mendeskripsikan hasil data yang telah dilakukan dengan analisis dampak bangunan Asphalt Mixing Plant (AMP) terhadap peralatan navigasi di Bandar Udara APT Pranoto Samarinda. Pembahasan ini akan mencakup faktor-faktor yang mempengaruhi gangguan navigasi akibat Asphalt Mixing Plant (AMP), hasil eksperimen dilapangan mengonfirmasi dampak AMP terhadap peralatan navigasi dan saran langkah mengatasi gangguan pancaran.

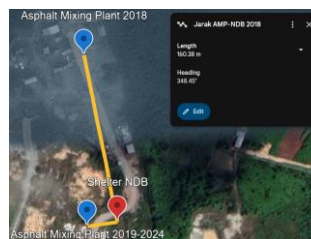
1. Deskripsi AMP dan NDB



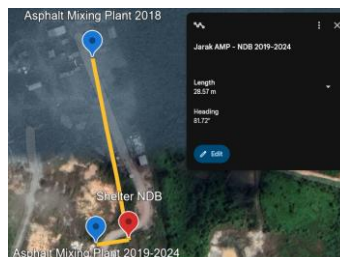
Gambar IV. 1 Antena NDB dan Cerobong AMP DAN Struktur bangunan AMP
Sumber: 2024, Dokumentasi Peneliti



Gambar IV. 2 Jarak NDB dan AMP
Sumber: 2024, Google Earth Pro



Gambar IV. 3 Jarak AMP dari NDB tahun 2018
Sumber: 2024, Google Earth Pro



Gambar IV. 4 Jarak AMP dari NDB tahun 2019-2024
Sumber: 2024, Google Earth Pro

Hasil observasi dilapangan didapatkan data berikut :

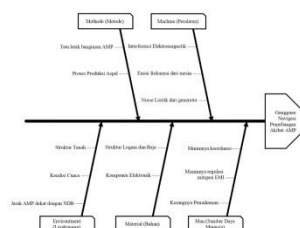
- a. Jarak
 - 1) AMP-NDB 2018 = 160,38 meter
(masih dalam batas aman sesuai regulasi).
 - 2) AMP-NDB 2019-2024 = 28,57 meter
(berpotensi menimbulkan gangguan serius).
- b. Ketinggian

- 1) Cerobong AMP = 16 meter
- 2) Antena NDB = 16 meter
- c. Struktur Bangunan AMP
 - 1) Bin dingin (Cold bin) = baja karbon atau baja tahan karat
 - 2) Pintu Bin dingin = baja karbon atau baja tahan karat
 - 3) Elevator dingin (Cold Elevator) = baja karbon
 - 4) Pengering = baja tahan panas
 - 5) Pengumpul debu = baja karbon atau baja tahan karat
 - 6) Cerobong asap = baja karbon
 - 7) Elevator panas (Hot Elevator) = baja tahan panas
 - 8) Unit ayakan = baja karbon atau baja tahan karat
 - 9) Bin panas (Hot Bin) = baja tahan panas
 - 10) Bak penimbang/alat-alat timbangan (dial) = baja karbon
 - 11) Bak Pencampur (Mixer atau Pugmill) = baja karbon
 - 12) Penampung filler = baja karbon atau baja tahan karat
 - 13) Tangki oli pemanas aspal = baja karbon
 - 14) Timbangan aspal = baja
 - 15) Pembangkit tenaga (Gen Set) = baja karbon
- d. Kondisi Lingkungan
 - 1) Disekitar bangunan NDB ditemukan kondisi lahan tidak rata.
 - 2) Disekitar bangunan AMP ditemukan tumpukan material hasil AMP.

A. Faktor Pengaruh

1. Analisis faktor menggunakan fishbone diagram.

Gangguan navigasi penerbangan akibat keberadaan AMP dapat terjadi karena berbagai faktor yang saling berkaitan. Untuk memahami penyebab utama dari permasalahan ini, digunakan metode diagram Fishbone yang mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi gangguan navigasi. Diagram ini mengelompokkan penyebab ke dalam lima kategori utama, yaitu Machine (Mesin/Peralatan), Method (Metode/Pengoperasian), Material (Bahan yang Digunakan), Man (Sumber Daya Manusia), dan Environment (Lingkungan). Dengan pendekatan ini, dapat ditentukan faktor-faktor yang paling berkontribusi terhadap gangguan navigasi serta langkah-langkah yang dapat diambil untuk mengatasinya.



Gambar IV. 5 Diagram Fishbone

Sumber: 2025, Peneliti

Berdasarkan Gambar IV.6, Faktor-faktor penyebab utama dan faktor sekunder, antara lain :

- a. Machine (Mesin/Peralatan)
 - 1) EMI dari mesin AMP mengganggu sinyal NDB.
 - 2) Emisi frekuensi dari generator listrik menambah gangguan navigasi.
 - 3) Noise listrik dari peralatan AMP mengurangi kualitas sinyal NDB.
- b. Method (Metode/Pengoperasian)
 - 1) Tata letak AMP tidak mempertimbangkan dampak terhadap navigasi.
 - 2) Proses produksi aspal menghasilkan gangguan elektromagnetik.
- c. Material (Bahan yang Digunakan)
 - 1) Struktur logam dan baja AMP memantulkan sinyal navigasi.
 - 2) Komponen elektronik AMP menjadi sumber tambahan EMI.
- d. Man (Sumber Daya Manusia)
 - 1) Kurangnya pemahaman teknisi AMP tentang EMI.
 - 2) Minimnya koordinasi antara AMP dan otoritas penerbangan.
 - 3) Regulasi terkait EMI belum diterapkan secara ketat.

- e. Environment (Lingkungan)
 - 1) Jarak AMP terlalu dekat dengan NDB.
 - 2) Kondisi cuaca ekstrem memperburuk interferensi.
 - 3) Struktur tanah buruk mempengaruhi propagasi sinyal NDB.
- 2. Prioritas faktor dengan dampak yang paling signifikan**
 Berdasarkan analisis, faktor yang paling berpengaruh terhadap gangguan navigasi adalah :
 - a. Emisi Elektromagnetik dari mesin dan generator AMP yang menghasilkan noise listrik pada frekuensi rendah.
 - b. Jarak AMP yang terlalu dekat dengan NDB.
 - c. Material logam dan baja pada struktur AMP sebagai reflektor sinyal, mengubah propagasi sinyal navigasi.
 - d. Kurangnya koordinasi antara pihak operator AMP dan otoritas navigasi dalam perencanaan fasilitas industri disekitar NDB.
- 3. Rencana tindakan untuk mengatasi gangguan**
 Berdasarkan faktor yang memiliki dampak paling signifikan ditentukan, diperlukan adanya langkah-langkah untuk mengatasi gangguan pada navigasi penerbangan yang terdampak pada AMP. Berikut langkah-langkah yang dapat diimplementasikan :
 - a. Mitigasi Interferensi Elektromagnetik (EMI) dari mesin AMP
 - 1) Menggunakan filter EMI pada mesin dan generator.
 - 2) Menambahkan shielding elektromagnetik disekitar peralatan AMP.
 - 3) Menerapkan sistem grounding yang lebih baik untuk mengurangi noise listrik.
 - b. Mengurangi Dampak AMP terhadap Navigasi Penerbangan
 - 1) Melakukan kajian ulang terhadap lokasi AMP dan dampaknya pada sistem navigasi.
 - 2) Membuat zona buffer elektromagnetik disekitar AMP.
 - 3) Meninjau Kembali regulasi terkait penempatan bangunan industri disekitar fasilitas navigasi penerbangan.
 - c. Pengelolaan Material dan Infrastruktur
 - 1) Menambahkan isolasi elektromagnetik pada struktur AMP.
 - 2) Memodifikasi desain AMP agar tidak memantulkan sinyal navigasi secara langsung. Peningkatan Pemahaman dan Pengawasan
 - 3) Menyelenggarakan pelatihan tentang interferensi elektromagnetik bagi teknisi AMP.
 - 4) Mewajibkan inspeksi rutin terhadap peralatan AMP dan dampaknya terhadap navigasi penerbangan
 - d. Peningkatan Regulasi dan Koordinasi dengan Otoritas Penerbangan
 - 1) Mendorong implementasi regulasi mitigasi EMI.
 - 2) Mengadakan koordinasi rutin antara AMP dan otoritas penerbangan.
 - 3) Melakukan studi lebih lanjut tentang dampak jangka panjang AMP terhadap sistem navigasi penerbangan.

B. Eksperimen Lapangan

Untuk mengonfirmasi dampak AMP terhadap sistem navigasi penerbangan, dilakukan eksperimen lapangan dengan metode berikut:

1. Pengukuran Parameter Peralatan Navigasi (NDB)

Pembacaan indikator dilakukan sebulan sekali pada kegiatan ground check dalam kurun waktu tahun 2019-2024. Dengan mengambil data historis ground check peralatan yang dilakukan oleh teknisi telekomunikasi penerbangan. Data yang dikumpulkan meliputi :

- a. Power Forward : Daya yang dikirim dari pemancar ke antena.
- b. Power Reflected : Daya yang dipantulkan kembali dari antena ke pemancar.
- c. Modulasi Sinyal : Kualitas modulasi yang dipancarkan

Berikut Hasil Pengukuran :

Tabel IV. 1 Hasil Ground Check 2019

Tahun 2019	TX 1			TX 2		
	Power Forward (W)	Power Reflected (W)	Modulasi (%)	Power Forward (W)	Power Reflected (W)	Modulasi (%)

Januari	51	4	66	50	4	-
Februari	54	4	60	50	4	-
Maret	54	4	60	52	4	-
April	53	4	65	55	4	-
Mei	50	4	61	52	4	-
Juni	52	4	65	50	4	-
Juli	53	4	64	54	4	-
Agustus	54	4	66	50	4	-
September	51	4	67	52	4	-
Oktober	54	4	67	50	4	-
November	55	4	67	51	4	-
Desember	52	4	65	51	4	-

Dari Tabel IV.1 pada tahun 2019, Power Forward TX 1 mengalami perubahan antara 50–55 watt, sementara TX 2 lebih stabil dalam kisaran 50–55 watt. Modulasi TX 1 meningkat pada paruh kedua tahun 2019, sedangkan TX 2 tidak memiliki data modulasi.

Tabel IV. 2 Hasil Ground Check 2020

Tahun 2020	TX 1			TX 2		
	Power Forward (W)	Power Reflected (W)	Modulasi (%)	Power Forward (W)	Power Reflected (W)	Modulasi (%)
Januari	50	4	67	50	4	-
Februari	53	4	60	51	4	-
Maret	54	4	63	52	4	-
April	52	4	65	53	4	-
Mei	51	4	65	52	4	-
Juni	52	4	65	53	4	-
Juli	53	4	65	54	4	-
Agustus	54	4	66	54	4	-
September	52	4	67	53	4	-
Oktober	52	4	67	52	4	-
November	51	4	67	50	4	-
Desember	53	4	66	51	4	-

Tabel IV. 2 menunjukkan pada tahun 2020, dibandingkan tahun 2019, Power Forward TX 1 lebih terjaga dalam rentang 50–54 watt, sementara TX 2 mengalami sedikit penurunan ke 50–53 watt. Modulasi TX 1 lebih konsisten, menunjukkan perbaikan kualitas transmisi.

Tabel IV. 3 Hasil Ground Check 2021

Tahun 2021	TX 1			TX 2		
	Power Forward (W)	Power Reflected (W)	Modulasi (%)	Power Forward (W)	Power Reflected (W)	Modulasi (%)
Januari	53	4	67	49	4	-
Februari	54	4	60	49	5	-
Maret	53	4	65	49	4	-
April	53	4	65	49	4	-
Mei	53	4	66	50	4	-
Juni	52	4	66	51	4	-
Juli	50	4	67	51	4	-
Agustus	52	4	66	51	4	-
September	52	4	65	51	4	-
Oktober	52	4	65	51	4	-

November	50	4	60	50	4	-
Desember	49	4	64	49	4	-

Berdasarkan Tabel IV. 3 pada tahun 2021, terdapat penurunan Power Forward TX 1 ke 49–54 watt, sedangkan TX 2 turun ke 49–51 watt. Power Reflected TX 2 meningkat menjadi 5 watt pada Februari, yang perlu dianalisis lebih lanjut.

Tabel IV. 4 Hasil Ground Check 2022

Tahun 2022	TX 1			TX 2		
	Power Forward (W)	Power Reflected (W)	Modulasi (%)	Power Forward (W)	Power Reflected (W)	Modulasi (%)
Januari	49	4	64	49	4	-
Februari	48	4	65	49	4	-
Maret	48	4	65	49	4	-
April	49	4	64	49	4	-
Mei	49	4	64	47	4	-
Juni	49	4	66	48	4	-
Juli	49	4	67	48	4	-
Agustus	48	4	67	47	4	-
September	48	4	66	47	4	-
Oktober	47	4	67	48	4	-
November	49	4	68	48	4	-
Desember	48	4	66	48	4	-

Dari Tabel IV. 4 pada tahun 2022, Power Forward TX 1 dan TX 2 menunjukkan tren penurunan lebih lanjut ke 47–49 watt, sementara Modulasi TX 1 meningkat stabil ke 64%–68%, menandakan efisiensi transmisi tetap terjaga meskipun Power Forward menurun.

Tabel IV. 5 Hasil Ground Check 2023

Tahun 2023	TX 1			TX 2		
	Power Forward (W)	Power Reflected (W)	Modulasi (%)	Power Forward (W)	Power Reflected (W)	Modulasi (%)
Januari	49	4	64	49	4	-
Februari	48	4	65	49	4	-
Maret	48	4	65	49	4	-
April	49	4	64	49	4	-
Mei	49	4	64	47	4	-
Juni	48	4	65	48	4	-
Juli	49	4	67	49	4	-
Agustus	47	4	67	47	4	-
September	48	4	67	47	4	-
Oktober	48	4	67	48	4	-
November	48	4	68	47	4	-
Desember	49	4	66	48	4	-

Dari Tabel IV. 5 pada tahun 2023, dibandingkan tahun 2022, Power Forward TX 1 dan TX 2 tetap berada dalam kisaran yang sama, yaitu 47–49 watt, tanpa perubahan signifikan. Modulasi TX 1 tetap meningkat, dengan puncak pada November (68%), menunjukkan kestabilan kualitas sinyal.

Tabel IV. 6 Hasil Ground Check 2024

Tahun 2024	TX 1			TX 2		
	Power	Power	Modulasi	Power	Power	Modulasi

	Forward (W)	Reflected (W)	(%)	Forward (W)	Reflected (W)	(%)
Januari	46	4	64	47	4	-
Februari	47	4	65	47	4	-
Maret	47	4	68	49	4	-
April	48	4	67	49	4	-
Mei	49	4	67	48	4	-
Juni	49	4	67	49	4	-
Juli	47	4	67	47	4	-
Agustus	48	4	67	47	4	-
September	48	4	66	47	4	-
Oktober	47	4	67	48	4	-
November	49	4	68	48	4	-
Desember	48	4	66	48	4	-

Dari Tabel IV.6 pada tahun 2024, Power Forward TX 1 mengalami sedikit penurunan ke 46–49 watt, sementara TX 2 tetap di 47–49 watt. Modulasi TX 1 tetap stabil di 64%–68%, mengindikasikan efisiensi transmisi tetap terjaga meskipun Power Forward sedikit berkurang.

2. Analisis Perubahan Performa Peralatan (NDB)

a. Perhitungan Daya Pancar Efektif (P_{eff})

Daya pancar efektif dihitung menggunakan persamaan :

$$P_{\text{eff}} = P_{\text{forward}} - P_{\text{reflected}}$$

Diketahui :

- P_{forward} = Daya yang dikirim dari pemancar (Watt)
- $P_{\text{reflected}}$ = Daya yang dipantulkan Kembali ke pemancar (Watt)

Berikut hasil perhitungan :

Tabel IV. 7 Hasil Perhitungan P_{eff} 2019

Tahun 2019	TX 1			TX 2		
	Power Forward (W)	Power Reflected (W)	Power Effective (W)	Power Forward (W)	Power Reflected (W)	Power Effective (W)
Januari	51	4	47	50	4	46
Februari	54	4	50	50	4	46
Maret	54	4	50	52	4	48
April	53	4	49	55	4	51
Mei	50	4	46	52	4	48
Juni	52	4	48	50	4	46
Juli	53	4	49	54	4	50
Agustus	54	4	50	50	4	46
September	51	4	47	52	4	48
Oktober	54	4	50	50	4	46
November	55	4	51	51	4	47
Desember	52	4	48	51	4	47

Tabel IV. 8 Hasil Perhitungan P_{eff} 2020

Tahun 2020	TX 1			TX 2		
	Power Forward (W)	Power Reflected (W)	Power Effective (W)	Power Forward (W)	Power Reflected (W)	Power Effective (W)
Januari	50	4	46	50	4	46
Februari	53	4	49	51	4	47
Maret	54	4	50	52	4	48
April	52	4	48	53	4	49
Mei	51	4	47	52	4	48
Juni	53	4	49	53	4	49
Juli	53	4	49	54	4	50
Agustus	54	4	50	54	4	50
September	52	4	48	53	4	49
Oktober	52	4	48	52	4	48
November	51	4	47	50	4	46
Desember	53	4	49	51	4	47

Tabel IV. 9 Hasil Perhitungan P_{eff} 2021

Tahun 2021	TX 1			TX 2		
	Power Forward (W)	Power Reflected (W)	Power Effective (W)	Power Forward (W)	Power Reflected (W)	Power Effective (W)
Januari	53	4	49	49	4	45
Februari	54	4	50	49	5	44
Maret	53	4	49	49	4	45
April	53	4	49	49	4	45
Mei	53	4	49	50	4	46
Juni	52	4	48	51	4	47
Juli	50	4	46	51	4	47
Agustus	52	4	48	51	4	47
September	52	4	48	51	4	47
Oktober	52	4	48	51	4	47
November	50	4	46	50	4	46
Desember	49	4	45	49	4	45

Tabel IV. 10 Hasil Perhitungan P_{eff} 2022

Tahun 2022	TX 1			TX 2		
	Power Forward (W)	Power Reflected (W)	Power Effective (W)	Power Forward (W)	Power Reflected (W)	Power Effective (W)
Januari	49	4	45	49	4	45
Februari	48	4	44	49	4	45
Maret	48	4	44	49	4	45
April	49	4	45	49	4	45
Mei	49	4	45	47	4	43
Juni	49	4	45	48	4	44
Juli	49	4	45	48	4	44
Agustus	48	4	44	47	4	43
September	48	4	44	47	4	43
Oktober	47	4	43	48	4	44
November	49	4	45	48	4	44
Desember	48	4	44	48	4	44

Tabel IV. 11 Hasil Perhitungan P_{eff} 2023

Tahun 2023	TX 1			TX 2		
	Power Forward (W)	Power Reflected (W)	Power Effective (W)	Power Forward (W)	Power Reflected (W)	Power Effective (W)
Januari	49	4	45	49	4	45
Februari	48	4	44	49	4	45
Maret	48	4	44	49	4	45
April	49	4	45	49	4	45
Mei	49	4	45	47	4	43
Juni	48	4	44	48	4	44
Juli	49	4	45	49	4	45
Agustus	47	4	43	47	4	43
September	48	4	44	47	4	43
Oktober	48	4	44	48	4	44
November	48	4	44	47	4	43
Desember	49	4	45	48	4	44

Tabel IV. 12 Hasil Perhitungan P_{eff} 2024

Tahun 2024	TX 1			TX 2		
	Power Forward (W)	Power Reflected (W)	Power Effective (W)	Power Forward (W)	Power Reflected (W)	Power Effective (W)
Januari	46	4	42	47	4	43
Februari	47	4	43	47	4	43
Maret	47	4	43	49	4	45
April	48	4	44	49	4	45
Mei	49	4	45	48	4	44
Juni	49	4	45	49	4	45
Juli	47	4	43	47	4	43
Agustus	48	4	44	47	4	43
September	48	4	44	47	4	43
Oktober	47	4	43	48	4	44
November	49	4	45	48	4	44
Desember	48	4	44	48	4	44

b. Perhitungan Jarak Maksimal Pancaran NDB

Jarak maksimal pancaran dihitung dengan rumus :

$$d_{\max} = k \times \sqrt{P_{\text{eff}}}$$

Diketahui :

- $d_{\max}$ = Jarak maksimal pancaran sinyal (km)
- k = Faktor propagasi (5.8), berdasarkan kondisi tanah dan konduktivitas tanah yang sedang pada Bandar Udara APT Pranoto Samarinda)
- P_{eff} = Daya pancar efektif (Watt)

Berikut Hasil Perhitungan :

Tabel IV. 13 Hasil Perhitungan $d_{\max}$ 2019

Tahun 2019	TX 1				TX 2			
	Power Effective (W)	Faktor k	Modulasi (%)	$d_{\max}$ (KM)	Power Effective (W)	Faktor k	Modulasi (%)	$d_{\max}$ (KM)
Januari	47	5.8	66%	32.303440	46	5.8	-	39.337514
Februari	50	5.8	60%	31.767908	46	5.8	-	39.337514
Maret	50	5.8	60%	31.767908	48	5.8	-	40.183579
April	49	5.8	66%	32.732766	51	5.8	-	41.420285
Mei	46	5.8	61%	30.723381	48	5.8	-	40.183579
Juni	48	5.8	66%	32.397037	46	5.8	-	39.337514
Juli	49	5.8	64%	32.48	50	5.8	-	41.012189
Agustus	50	5.8	66%	33.018963	46	5.8	-	39.337514
September	47	5.8	67%	32.547252	48	5.8	-	40.183579
Oktober	50	5.8	67%	33.699927	46	5.8	-	39.337514
November	51	5.8	67%	33.903964	47	5.8	-	39.762797
Desember	48	5.8	66%	32.397037	47	5.8	-	39.762797

Dari Tabel IV. 13 diatas terlihat bahwa TX 1 menunjukkan variasi $d_{\max}$ dalam rentang 31.76 KM hingga 33.90 KM, yang menandakan adanya perubahan dalam performa pemancaran. TX 2 tidak diperhitungkan dalam analisis karena tidak memiliki nilai modulasi. Secara umum, performa TX 1 cukup stabil dengan sedikit perbedaan antar bulan.

Tabel IV. 14 Hasil Perhitungan dmax 2020

Tahun 2020	TX 1				TX 2			
	Power Effective (W)	Faktor k	Modulasi (%)	dmax (KM)	Power Effective (W)	Faktor k	Modulasi (%)	dmax (KM)
Januari	46	5.8	67%	32.190143	46	5.8	-	30.337514
Februari	49	5.8	60%	31.446025	47	5.8	-	30.762797
Maret	50	5.8	63%	32.552419	48	5.8	-	40.183579
April	48	5.8	65%	32.367037	49	5.8	-	40.6
Mei	47	5.8	69%	32.057792	48	5.8	-	40.183579
Juni	48	5.8	69%	32.307087	49	5.8	-	40.6
Juli	49	5.8	69%	32.732760	50	5.8	-	41.012193
Agustus	50	5.8	66%	33.318463	50	5.8	-	41.012193
September	48	5.8	67%	32.891677	49	5.8	-	40.6
Oktober	48	5.8	67%	32.891677	48	5.8	-	40.183579
November	47	5.8	67%	32.547252	46	5.8	-	30.337514
Desember	49	5.8	66%	32.905984	47	5.8	-	30.762797

Dari Tabel IV. 14 diatas terlihat bahwa performa TX 1 masih dalam rentang yang serupa dengan tahun sebelumnya, yaitu antara 31.12 KM hingga 32.98 KM, dengan sedikit penurunan pada beberapa bulan dibandingkan tahun 2019. TX 2 tetap tidak diperhitungkan.

Tabel IV. 15 Hasil Perhitungan dmax 2021

Tahun 2021	TX 1				TX 2			
	Power Effective (W)	Faktor k	Modulasi (%)	dmax (KM)	Power Effective (W)	Faktor k	Modulasi (%)	dmax (KM)
Januari	49	5.8	67%	31.732535	46	5.8	-	30.907593
Februari	50	5.8	60%	31.767904	44	5.8	-	30.472948
Maret	49	5.8	66%	32.721790	46	5.8	-	30.907593
April	49	5.8	69%	32.732760	45	5.8	-	30.907593
Mei	49	5.8	66%	32.903999	46	5.8	-	30.907593
Juni	48	5.8	66%	32.545294	47	5.8	-	30.907593
Juli	48	5.8	67%	32.190143	47	5.8	-	30.907593
Agustus	48	5.8	66%	32.645294	47	5.8	-	30.907593
September	48	5.8	66%	32.367037	47	5.8	-	30.907593
Oktober	48	5.8	66%	32.367037	47	5.8	-	30.907593
November	45	5.8	63%	31.070707	46	5.8	-	30.907593
Desember	45	5.8	64%	31.126069	45	5.8	-	30.907593

Berdasarkan tabel IV. 15 terjadi perubahan kecil dalam dmax TX 1, dengan nilai berkisar antara 31.12 KM hingga 33.23 KM. Meskipun masih dalam kisaran yang relatif stabil, terdapat beberapa bulan yang mengalami sedikit penurunan dibandingkan tahun sebelumnya.

Tabel IV. 16 Hasil Perhitungan dmax 2022

Tahun 2022	TX 1				TX 2			
	Power Effective (W)	Faktor k	Modulasi (%)	dmax (KM)	Power Effective (W)	Faktor k	Modulasi (%)	dmax (KM)
Januari	45	5.8	66%	31.00667	45	5.8	-	30.907593
Februari	44	5.8	60%	29.80004	45	5.8	-	30.907593
Maret	44	5.8	60%	29.80004	45	5.8	-	30.907593
April	45	5.8	66%	31.362554	45	5.8	-	30.907593
Mei	45	5.8	61%	30.367794	43	5.8	-	30.033143
Juni	45	5.8	66%	31.366256	44	5.8	-	30.472948
Juli	45	5.8	64%	31.120048	44	5.8	-	30.472948
Agustus	44	5.8	66%	32.254949	43	5.8	-	30.033143
September	44	5.8	67%	31.491353	43	5.8	-	30.033143
Oktober	43	5.8	67%	31.13147	44	5.8	-	30.472948
November	45	5.8	67%	31.847220	44	5.8	-	30.472948
Desember	44	5.8	69%	31.017801	44	5.8	-	30.472948

Dari Tabel IV. 16 diatas terlihat bahwa performa TX 1 mengalami sedikit penurunan dibandingkan tahun 2021, dengan nilai dmax berada dalam rentang 29.80 KM hingga 31.84 KM. Ini menunjukkan adanya tren penurunan performa pada beberapa bulan.

Tabel IV. 17 Hasil Perhitungan dmax 2023

Tahun 2023	TX 1				TX 2			
	Power Effective (W)	Faktor k	Modulasi (%)	dmax (KM)	Power Effective (W)	Faktor k	Modulasi (%)	dmax (KM)
Januari	45	5.8	67	318.47229	45	5.8	-	30.907593
Februari	44	5.8	60	298.0004	45	5.8	-	30.907593
Maret	44	5.8	63	305.36876	45	5.8	-	30.907593
April	45	5.8	65	313.86299	45	5.8	-	30.907593
Mei	45	5.8	65	313.86299	43	5.8	-	30.033143
Juni	44	5.8	65	310.17931	44	5.8	-	30.472948
Juli	45	5.8	65	313.86299	45	5.8	-	30.907593
Agustus	43	5.8	66	308.98272	43	5.8	-	30.033143
September	44	5.8	67	314.91383	43	5.8	-	30.033143
Oktober	44	5.8	67	314.91383	44	5.8	-	30.472948
November	44	5.8	67	314.91383	43	5.8	-	30.033143
Desember	45	5.8	66	316.0867	44	5.8	-	30.472948

Tabel IV. 17 menunjukkan TX 1 mengalami peningkatan signifikan dalam dmax, dengan nilai berkisar antara 298.00 KM hingga 318.47 KM. Hal ini menunjukkan adanya perubahan besar dalam performa pemancaran dibandingkan tahun-tahun sebelumnya.

Tabel IV. 18 Hasil Perhitungan dmax 2024

Tahun 2024	TX 1				TX 2			
	Power Effective (W)	Faktor k	Modulasi (%)	dmax (KM)	Power Effective (W)	Faktor k	Modulasi (%)	dmax (KM)
Januari	42	5.8	67	307.67396	43	5.8	-	38.03344
Februari	43	5.8	60	294.03346	43	5.8	-	38.03344
Maret	43	5.8	65	304.63341	45	5.8	-	38.90794
April	44	5.8	65	310.17801	45	5.8	-	38.90794
Mei	45	5.8	66	316.0667	44	5.8	-	38.47294
Juni	45	5.8	66	316.0667	44	5.8	-	38.47294
Juli	43	5.8	67	311.3147	43	5.8	-	38.03344
Agustus	44	5.8	66	312.56489	43	5.8	-	38.03344
September	44	5.8	65	310.17801	43	5.8	-	38.03344
Oktober	43	5.8	65	306.63341	44	5.8	-	38.47294
November	45	5.8	60	301.37684	44	5.8	-	38.47294
Desember	44	5.8	64	307.78278	44	5.8	-	38.47294

Dari Tabel IV. 18 menunjukkan terdapat sedikit penurunan dmax TX 1 dibandingkan tahun 2023, dengan rentang nilai 294.60 KM hingga 316.08 KM. Meskipun masih tinggi, ada sedikit perbedaan dalam performa dibandingkan dengan tahun sebelumnya. Dilakukan konversi ke satuan Nautical Miles (NM):

$$dmax(NM) = \frac{dmax(km)}{1,852}$$

Tabel IV. 19 Konversi KM ke Nautical Miles sebelum adanya AMP

Tahun 2019	TX 1		Tahun 2020	TX 1		Tahun 2021	TX 1	
	dmax (KM)	dmax (Nautical Miles)		dmax (KM)	dmax (Nautical Miles)		dmax (KM)	dmax (Nautical Miles)
Januari	32.30345	17.442	Januari	32.19914	17.386	Januari	33.2253	17.944
Februari	31.76781	17.153	Februari	31.44882	16.983	Februari	33.76781	17.153
Maret	31.76781	17.153	Maret	32.58242	17.577	Maret	32.72277	17.674
April	32.72277	17.674	April	32.39704	17.493	April	32.72277	17.674
Mei	30.72358	16.589	Mei	32.05779	17.310	Mei	32.9836	17.810
Juni	32.39704	17.493	Juni	32.39704	17.493	Juni	32.64529	17.627
Juli	32.48	17.538	Juli	32.73277	17.674	Juli	32.19914	17.386
Agustus	33.31946	17.991	Agustus	33.31946	17.991	Agustus	32.64529	17.627
September	32.54725	17.574	September	32.89169	17.760	September	32.39704	17.493
Oktober	33.56993	18.126	Oktober	32.89169	17.760	Oktober	32.39704	17.493
November	33.90396	18.307	November	32.54725	17.574	November	30.47071	16.453
Desember	32.39704	17.493	Desember	32.9836	17.810	Desember	31.12607	16.807

Analisis Mengatasi Gangguan Pancaran

Tahapan evaluasi ini bertujuan untuk menilai apakah keberadaan AMP sesuai dengan regulasi KKOP Bandar Udara Samarinda (KM 56 Tahun 2004) dan SKEP/ 113/VI/2002. Proses ini dilakukan dengan metode checklist ketersediaan lokasi AMP terhadap batas jarak dan ketinggian yang ditetapkan dalam regulasi. Hasil dari evaluasi akan menentukan langkah tindak lanjut dari otoritas yang bertanggung jawab dalam pengambilan keputusan.

1. Evaluasi KKOP

Kawasan Keselamatan Operasi Penerbangan Bandar Udara Samarinda diatur dalam regulasi KM 56 Tahun 2004, yang menetapkan batas jarak dan ketinggian untuk berbagai zona disekitar bandara.



Gambar IV. 6 Titik Lokasi AMP
Sumber: 2025, Google Earth Pro

Berdasarkan Gambar IV. 19 titik lokasi AMP yang diplotting pada Google Earth Pro kemudian koordinat disejajarkan dengan KKOP Bandara Samarinda. Ditandai pada lingkaran hijau pada Gambar IV. 20.



Gambar IV. 7 Titik Lokasi AMP pada KKOP
Sumber: 2025, Lampiran KM 56 Tahun 2004

Berdasarkan Gambar IV. 20, Titik Lokasi Koordinat AMP digolongkan sesuai Jenis Kawasan Keselamatan Operasi Penerbangan.

Tabel IV. 20 Checklist ketersesuaian KKOP

No.	Kawasan KKOP	Batas Jarak dan Ketinggian (KM 56 Tahun 2004)	Status	Keterangan
1.	Kawasan Pendekatan dan Lepas Landas	Radius 15.000, ketinggian maksimum 151 m	×	AMP berada di luar kawasan Pendekatan dan Lepas Landas
2.	Kawasan Kemungkinan Bahaya Kecelakaan	Radius 3.000 m, ketinggian maksimum 46 m	×	AMP tidak berada dalam zona risiko kecelakaan
3.	Kawasan di Bawah Permukaan Horizontal Dalam	Radius 4.000 m, ketinggian 46 m	✓	AMP berada dalam radius kawasan ini dengan radius dibawah 4.000 m dan diluar Kawasan Permukaan Transisi. Tetapi batas ketinggian maksimal adalah 46 m.
4.	Kawasan di Bawah Permukaan Horizontal Luar	Radius 24.000 m, ketinggian maksimum 151 m	×	AMP masih berada pada kawasan Permukaan Horizontal Dalam
5.	Kawasan di Bawah Permukaan Kerucut	Radius 2.000 m, ketinggian bertahap 46-146 m	×	AMP tidak masuk dalam area batas permukaan kerucut
6.	Kawasan di Bawah Permukaan Transisi	Jarak mendatar 315 m, kemiringan 14,3% hingga 46 m	×	AMP tidak memenuhi kriteria transisi jarak dan ketinggian
7.	Kawasan di Sekitar Penempatan Alat Bantu Navigasi Penerbangan	Radius 100 x 100 m, kemiringan sudut 3° keatas dan keluar titik tengah dasar antena dilarang ada bangunan dari metal seperti konstruksi rangka besi/ baja, tiang listrik dan lain lain melebihi batas ketinggian tersebut	×	AMP berada kurang dari radius 100 x 100 m dan tinggi antena AMP terhadap peralatan navigasi (NDB) sama dan berkontruksi metal seperti baja. sehingga tidak memenuhi ketentuan regulasi KKOP.

Berdasarkan tabel evaluasi KKOP, AMP berada dalam Kawasan di Bawah Permukaan Horizontal Dalam dan Kawasan di Sekitar Penempatan Alat Bantu Navigasi Penerbangan, yang mengindikasikan bahwa keberadaannya dapat berdampak pada sistem navigasi penerbangan.

- a. Kawasan di Bawah Permukaan Horizontal Dalam
 - 1) AMP berada dalam radius 4.000 m dari bandara dengan ketinggian maksimum yang diperbolehkan 46 m.
 - 2) Meski masih dalam batas toleransi, perlu dikaji apakah aktivitas AMP mempengaruhi propagasi sinyal navigasi.
- b. Kawasan di Sekitar Penempatan Alat Bantu Navigasi Penerbangan
 - 1) AMP berjarak kurang dari 100 x 100 m dari NDB, dengan ketinggian antena yang sama dan struktur berbahan logam.

- 2) Oleh karena itu, keberadaan AMP dalam kawasan ini tidak memenuhi ketentuan regulasi KKOP dan memerlukan tindakan mitigasi.

2. Evaluasi Penempatan Peralatan NDB

Keputusan Direktur Jenderal Perhubungan Udara SKEP/113/VI/2002 mengatur tentang kriteria penempatan fasilitas elektronika dan listrik penerbangan, termasuk perlindungan terhadap sistem navigasi udara dari gangguan elektromagnetik (EMI).

Tabel IV. 21 Checklist ketersesuaian SKEP 113/VI/2002

No.	Kriteria Evaluasi	Standar SKEP 113/VI/2002	Status	Keterangan
1.	Jarak terhadap NDB	Ukuran lahan 50 x 50 m dan tidak ada gangguan dalam radius aman 300 m sampai 1000 m dari titik tengah antenna	×	Bangunan AMP berada pada jarak 28,57 meter. (Tidak sesuai dengan ketentuan regulasi)
2.	Struktur Bangunan	Tidak diperkenankan bangunan metal seperti konstruksi baja, tiang listrik dan lain-lain	×	Struktur setiap komponen bangunan AMP terbuat dari Baja Karbon/ Logam
3.	Ketinggian bangunan	Ketinggian bangunan disekitar NDB tidak menjadi obstacle bagi pancaran NDB	×	Ketinggian AMP dan NDB berada pada ketinggian yang sama yaitu 16 meter. Sehingga dengan ketentuan 3° dari dasar antenna. AMP menjadi obstacle bagi pancaran NDB

Berdasarkan hasil evaluasi terhadap SKEP/113/VI/2002, keberadaan AMP tidak memenuhi standar karena:

- Jarak terhadap NDB terlalu dekat, berpotensi menyebabkan interferensi langsung terhadap sistem navigasi.
- Struktur AMP berbahan baja dapat menyebabkan refleksi sinyal yang mengganggu keakuratan navigasi.
- Ketinggian AMP tidak sesuai dengan ketentuan yang ditetapkan dalam regulasi.

Dengan demikian, keberadaan AMP di lokasi saat ini tidak sesuai dengan regulasi SKEP/113/VI/2002 dan memerlukan tindakan mitigasi atau relokasi guna memastikan keselamatan dan keandalan sistem navigasi penerbangan.

3. Hasil Evaluasi

Evaluasi menggunakan KKOP (KM 56 Tahun 2004) dan SKEP/113/VI/2002, menunjukkan bahwa keberadaan AMP tidak sesuai dengan regulasi dan dapat menyebabkan gangguan pada sistem navigasi penerbangan. Berikut adalah saran tindakan yang perlu dilakukan oleh Penyelenggara Bandar Udara dan Penyelenggara Pelayanan Navigasi Penerbangan:

- Unit Penyelenggara Bandar Udara (UPBU) APT Pranoto Samarinda
 - Bertanggung jawab dalam aspek kesesuaian KKOP.
 - Menentukan apakah keberadaan AMP masih dalam batas yang diperbolehkan sesuai regulasi KM 56 Tahun 2004.
 - Jika tidak sesuai, UPBU dapat mengeluarkan rekomendasi mitigasi atau permintaan relokasi AMP.
- Perum LPPNPI (AirNav Indonesia) Cabang Pembantu Samarinda
 - Bertanggung jawab dalam aspek gangguan terhadap peralatan navigasi sesuai SKEP/113/VI/2002.

- 2) Melakukan pengukuran ulang terhadap performa NDB untuk memastikan dampak AMP terhadap sistem navigasi.
- 3) Memberikan solusi teknis apakah AMP perlu direlokasi atau dapat diterapkan mitigasi khusus, seperti perlindungan terhadap interferensi elektromagnetik.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian mengenai Dampak Bangunan Asphalt Mixing Plant terhadap Peralatan Navigasi di Bandar Udara APT Pranoto Samarinda, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

1. Faktor penyebab gangguan navigasi penerbangan akibat AMP adalah gangguan yang disebabkan oleh interferensi elektromagnetik (EMI) dari peralatan AMP dan refleksi sinyal dari struktur logam AMP.
2. Hasil eksperimen dalam mengonfirmasi dampak AMP terhadap navigasi penerbangan menunjukkan penurunan daya pancar efektif dan jangkauan sinyal NDB setelah keberadaan AMP.
3. Saran langkah-langkah untuk mengatasi gangguan navigasi akibat AMP antara lain :
 - a. Evaluasi KKOP berdasarkan KM 56 tahun 2006 menunjukkan AMP berada dalam kawasan yang tidak sesuai dengan regulasi.
 - b. Evaluasi SKEP/113/VI/2002 menunjukkan NDB tidak memenuhi standar terkait jarak, struktur, dan ketinggian.
 - c. Diperlukan mitigasi seperti relokasi AMP atau penerapan perlindungan terhadap EMI.

DAFTAR PUSTAKA

- ICAO, Annex 10 Aeronautical Telecommunications - Volume I - Radio Navigation Aids 8th Edition. 2023.
- Direktorat Jenderal Perhubungan Udara, SKEP 113 Tahun 2002 Kriteria Penempatan Fasilitas Elektronika dan Listrik Penerbangan. 2002.
- Departemen Perhubungan, KM 56 Tahun 2004 Kawasan Keselamatan Operasi Penerbangan Disekitar Bandar Udara Samarinda Baru Samarinda. 2004.
- “KM 28 Tahun 2005 tentang pemberlakuan Standar Nasional kriteria penempatan NDB”.
- U. Meningkatkan et al., “ANALISIS PROPAGASI PADA MODIFIKASI ANTENA Tx VHF 50 WATT,” 2015. [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/329554740>
- R. Corputty, R. N. Kaikatui, and Muriani, “Analysis of the Aircraft Guide Signal Interference in Mopah Airport,” IOP Conf Ser Mater Sci Eng, vol. 1125, no. 1, p. 012067, May 2021, doi: 10.1088/1757-899x/1125/1/012067.
- Eldo Tri Rahmadani, Johan Wahyudi S.Pd., and Ryno Rumbagio, “Analisis Pancaran Sinyal TX I Peralatan T-DME SELEX 1118A Yang Tidak Terdeteksi Oleh Pesawat Saat Kalibrasi,” Darmabakti: Jurnal Inovasi Pengabdian dalam Penerbangan, 2023.
- G. S. Liodakis et al., “Effect of Buildings on the Radiation Characteristics of MF Broadcast Antennas,” Applied Sciences (Switzerland), vol. 12, no. 13, Jul. 2022, doi: 10.3390/app12136525.
- A. Ridwan, A. Arif, Y. T. Nugraha, and M. A. Othman, “Analisis Kinerja Antena DVOR di Bandara Kualanamu,” Journal homepage: Journal of Electrical Engineering and Computer (JEECOM), vol. xx, No. xx, 2024, doi: 10.33650/jeecon.v4i2.
- Q. Li, J. Ye, and J. Xu, “Research on Operational Protection Area of ILS Glide Slope,” Xitong Fangzhen Xuebao / Journal of System Simulation, vol. 36, no. 6, pp. 1273–1284, Jun. 2024, doi: 10.16182/j.issn1004731x.joss.23-0133.
- M. Arif Sulaiman, M. Faisal Yoga Dewantara, M. Wildan, and P. Penerbangan Indonesia Curug, “Penerima Sinyal VOR dan ILS untuk Alat Bantu Pengecekan di Darat VOR and ILS Signal Receivers for Ground Inspection Aids,” TELKA, vol. 10, no. 3, pp. 217–229, 2024.
- National Academy of Sciences, Evaluating the Effects of Recycling Agents on Asphalt Mixtures with High RAS and RAP Binder Ratios. Washington, D.C.: Transportation Research Board, 2020. doi: 10.17226/25749.
- H. Pandowo, D. Kusumaningrum, S. Widi Nugroho, and C. Kurnia Sari, “DESIGN OF ASPHALT MIXING PLANT INDUSTRY INFORMATION SYSTEM,” 2022. [Online]. Available: <http://jurnal.globalhealthsciencegroup.com/index.php/JEPH>
- Kementerian Pekerjaan Umum, Modul Peralatan Produksi untuk Pekerjaan Jalan.
- O. N. Skrypnik, “Radio Navigation Systems for Airports and Airways,” 2019.

- F. , S. A. , & G. G. Capozzi, "The Role of Non-Directional Beacon in Modern Air Navigation Systems," *Journal of Air Traffic Control and Management*, vol. 14(2), pp. 88–95, 2016.
- Kementerian Perhubungan Direktorat Jenderal Perhubungan Udara, KP 103 Tahun 2015 Standar Teknis Operasi Spesifikasi Teknis Fasilitas Telekomunikasi Penerbangan. 2015.
- Meilita Tryana Sembiring, Amanda Reihan Sembiring Meliala, and MutiahZahro Harahap, "Analisis Permasalahan Menggunakan Cause and Effect Diagram, Fault Tree Analysis dan Afinity Diagram Proses Produksi Stasiun Persiapan Tulangan pada PT. X," *TALENTA Conference Series*, 2022, doi: 10.32734/ee.v5i2.1561.
- D. S. P. Ningrum, "Analisis Pengaruh Frekuensi Liar terhadap Sinyal Pancaran Localizer Frekuensi 109.1 MHz di Perum LPPNPI Cabang Yogyakarta," *Telekontran : Jurnal Ilmiah Telekomunikasi, Kendali dan Elektronika Terapan*, vol. 12, no. 2, pp. 130–141, Oct. 2024, doi: 10.34010/telekontran.v12i2.13573.
- H. Prayitno, U. Hasnita, I. Idris, and R. Khair, "RANCANG BANGUN MEDIA PEMBELAJARAN AVIONIC-ADF (AUTOMATIC DIRECTION FINDING SYSTEM) BERBASIS MULTIMEDIA ANIMASI PADA ATKP MEDAN," *Jurnal Teknologi Informasi*, vol. 3, no. 2, 2019.