

ANALISA DAMPAK SAMBARAN PETIR PADA PERALATAN NDB JTM-30C DI JAKARTA AIR TRAFFIC SERVICES CENTER

Analysis of the Impact of Lightning Strikes on NDB Equipment JTM- 30C at Jakarta Air Traffic Services Center

Mulya Permata Asa Faisal¹, Syafriwel², Jhoni Hidayat³

Universitas Tjit Nyak Dhien
mulyapermata06@gmail.com

Article Info:

Submitted:	Revised:	Accepted:	Published:
Feb 12, 2024	Feb 17, 2024	Feb 20, 2024	Feb 23, 2024

Abstract

This study analyzes the impact of lightning strikes on the NDB JTM-30C equipment at the Jakarta Air Traffic Services Center (JATSC). NDB equipment is used in flight navigation, but lightning strikes can disrupt operations and flight safety. Data on lightning strikes and disturbances to the NDB were collected and analyzed. The results show a relationship between the frequency of lightning strikes and disturbances to the NDB. These disturbances can affect signal quality, cause temporary outages, or result in permanent damage to the equipment. The potential impact poses risks to flight safety and operational performance. Mitigation measures, regular maintenance, and early warning systems should be implemented to reduce the risks of disturbances caused by lightning strikes. This research provides a better understanding and a foundation for effective mitigation strategies to enhance flight safety.

Keywords : NDB (Non Directional Beacon) , Lightning arrester

Abstrak: Penelitian ini menganalisis dampak sambaran petir pada peralatan NDB JTM-30C di JATSC. Peralatan NDB digunakan dalam navigasi penerbangan, tetapi sambaran petir dapat mengganggu operasional dan keselamatan penerbangan. Data tentang sambaran petir

dan gangguan pada NDB dikumpulkan dan dianalisis. Hasilnya menunjukkan hubungan antara frekuensi sambaran petir dan gangguan pada NDB. Gangguan tersebut dapat mempengaruhi kualitas sinyal, pemadaman sementara, atau kerusakan permanen pada peralatan. Dampaknya berpotensi membahayakan keselamatan penerbangan dan kinerja operasional. Tindakan mitigasi, perawatan rutin, dan peringatan dini harus dilakukan untuk mengurangi risiko gangguan akibat sambaran petir. Penelitian ini memberikan pemahaman yang lebih baik dan dasar untuk langkah-langkah mitigasi yang efektif dalam meningkatkan keselamatan penerbangan.

Kata Kunci : NDB (Non Directional Beacon) , Penangkal Petir

PENDAHULUAN

Transportasi adalah proses menyangkut pergerakan orang dan barang, yang pada hakekatnya telah dikenal oleh semua penduduk di suatu negara. Indonesia sebagai salah satu negara di dunia yang memiliki berbagai macam bentuk alat transportasi baik transportasi darat, laut maupun udara. Salah satu bagian dari sistem transportasi udara yaitu penerbangan. Penerbangan mempunyai karakteristik mampu bergerak dalam waktu cepat, menggunakan teknologi tinggi, memerlukan jaminan keselamatan dan keamanan yang optimal, maka dari itu dalam sistem penerbangan membutuhkan Navigasi untuk menunjang keselamatan dan keamanan bagi pengguna.

Navigasi adalah salah satu bagian penting dalam penerbangan. Untuk memastikan penerbangan aman dan terkendali, pilot memerlukan informasi posisi dan arah yang akurat. Alat navigasi NDB (*Non-Directional Beacon*) adalah salah satu alat yang membantu memenuhi kebutuhan tersebut. Berdasarkan *Annex 10 Annex 10 Volume I: Alat Navigasi Radio*. Dalam dokumen ini, ICAO menetapkan standar dan prosedur untuk alat navigasi radio, termasuk NDB. Ini mencakup spesifikasi teknis NDB, standar frekuensi, serta prosedur operasi dan pemeliharaan. *Non Directional Beacon* (NDB), adalah salah satu fasilitas navigasi penerbangan yang dipasang pada suatu lokasi tertentu di dalam atau diluar bandara sesuai fungsinya yaitu sebagai *Homing, Holding, En Route* dan *Locator*. Bekerja dengan menggunakan frekuensi rendah (*Low Frequency*) 190 Khz sampai dengan 1750 Khz. (Uswatun Hasanah, 2022)

Di *Jakarta Air Traffic Services* (JATSC) memiliki 4 peralatan NDB yang memiliki ident GR, GL, CL dan CR yang berfungsi sebagai *locator*, yang mana terdiri atas dua *runway parallel* yaitu 07R, 07L, 25R, dan 25L. Dengan adanya peralatan NDB yang ditempatkan pada perpanjangan garis tengah landasan/*runway*, guna menunjukkan kepada penerbang pada saat

pendekatan/*approach* letak garis tengah landasan yang diperlukan untuk pendaratan. Demi menunjang keselamatan penerbangan di Bandara Soekarno- Hatta, kondisi peralatan NDB harus selalu dalam kondisi baik. Namun ada masanya peralatan tidak selalu dalam kondisi baik atau bermasalah, baik itu masalah internal atau external. Dalam hal ini permasalahan yang teknisi navigasi dan penulis temukan pada peralatan NDB Locator di perpanjangan *Runway* 07L tidak dapat beroperasi/dalam kondisi mati. Peralatan NDB terkena sambaran petir dan menyebabkan NDB tidak dapat memancarkan sinyal. Jika merujuk pada pembahasan yang telah dijelaskan diatas maka teknisi dan penulis melakukan pengecekan ke lokasi peralatan NDB dan mencoba menganalisa dampak dari sambaran petir yang terjadi .

METODE

Peneliti menggunakan metode penelitian kualitatif deskriptif eksperimental adalah sebuah pendekatan penelitian yang menggabungkan elemen-elemen dari pendekatan kualitatif dan eksperimental untuk memahami fenomena secara mendalam sambil memungkinkan kontrol terhadap variabel-variabel tertentu. Populasi penelitian mungkin terdiri dari lampu parkir di Bandara Sultan Muhammad Kaharuddin Sumbawa yang menggunakan solar cell. Sampel dipilih dengan memperhatikan keberagaman dalam kondisi dan karakteristik lampu parkir.

HASIL

1. Non Directional Beacon (NDB)

Non Directional Beacon (NDB) adalah fasilitas navigasi penerbangan yang bekerja dengan menggunakan frekuensi rendah (*low frequency*) dan dipasang pada suatu lokasi tertentu di dalam atau di luar lingkungan bandar udara sesuai fungsinya. Peralatan NDB memancarkan informasi dalam bentuk sinyal gelombang radio ke segala arah melalui antena, sinyalnya akan diterima oleh pesawat udara yang dilengkapi *Automatic Direction Finder* (ADF) yaitu perangkat penerima NDB yang ada di pesawat udara, sehingga penerbang dapat mengetahui posisinya (*azimuth*) relatif terhadap lokasi NDB tersebut. (Endriyanto, 2011) Pemancar NDB beroperasi pada Frekuensi 190 KHz sampai dengan 1750 KHz dan secara terus-menerus memancarkan frekuensi pembawa (*carrier*) yang dimodulasi dengan kode Morse yang berfrekuensi audio 1020 Hz sebagai identifikasi (tanda pengenal stasiun pemancar NDB yang bersangkutan).

Sinyal Identifikasi ini dipancarkan berupa suatu kelompok kode morse yang terdiri dari 2 sampai dengan 3 huruf dengan kecepatan rata-rata 7 identifikasi permenit. (Uswatun Hasanah, 2022)

2. Fungsi NDB

- a. *Homing*; Stasiun NDB yang dipasang di dalam lingkungan bandar udara dan dioperasikan untuk memandu penerbang dalam mengemudikan pesawat udaramenuju lokasi bandar udara.
- b. *En-Route*; Stasiun NDB yang dipasang di luar lingkungan bandar udara pada suatu lokasi tertentu dan dioperasikan untuk memberikan panduan kepada pesawat udara yang melakukan penerbangan jelajah di jalur penerbangan yang terdapat *Blank Spot*
- c. *Holding*; Stasiun NDB yang dipasang di luar atau di dalam lingkungan bandar udara dan digunakan untuk memandu penerbang yang sedang melakukan holding yaitu menunggu antrian dalam pendaratan yang diatur dan atas perintah pengatur lalu- lintas udara/ *controller*.
- d. *Locator*; Stasiun NDB *low power* yang dipasang pada perpanjangan garis tengah landasan pacu guna memberikan panduan arah pendaratan kepada penerbang pada saat posisi pesawatnya berada di kawasan pendekatan untuk melakukan pendaratan. (Uswatun Hasanah, 2022)

3. Standar Penangkal Petir

Lightning Protection System (LPS) atau yang bisa disebut sistem penangkal petir (SPP) adalah sistem yang bisa memberi perlindungan terhadap suatu bangunan dari sambaran petir secara langsung yang dapat mengurangi resiko kerusakan gedung dan peralatan atau melindungi orang yang berada disekitarnya. LPS terdiri dari 4 kelas yang menjelaskan tingkat efisiensi dari proteksi petir yang ada di bangunan tersebut. Proteksi *Eksternal* penangkal petir adalah sebuah sistem perlindungan pada bangunan dari bahaya sambaran yang dimungkinkannya menyambar dan menangani bangunan secara langsung, ini merupakan perlindungan utama untuk sebuah bangunan sehingga perlindungan ini dapat mengurangi resiko terjadinya kerusakan sampai pada resiko korban jiwa terhadap bangunan atau orang-orang yang berada disekitarnya. Fungsi dari proteksi *eksternal* adalah mengarahkan sambaran petir langsung ke

sistem terminal udara, konduksi aman dari arus petir ke bumi melalui sistem konduktor turun, dan mengalirkan arus petir ke bumi melalui sistem pembumin. (Ibnu Hajar, et. al. 2017)

4. *Surge Arrester* Listrik

Tegangan *Surge* atau Surja secara teknis disebut *Spike* (Tegangan Paku) atau Transien, biasanya terjadi pada jaringan listrik suatu bangunan, yaitu berupa kenaikan tegangan sangat cepat dengan panjang gelombang pendek. Tegangan *Surge* dapat disebabkan oleh arus petir atau oleh yang lain misal *Switching* (On - Of) kontaktor, pemutus tenaga atau *switching* kapasitor. Tegangan *Surge* tersebut dapat menyebabkan kerusakan pada jaringan listrik dan peralatan listrik karena tegangan surge ini dapat menembus isolasi yang jauh di luar batas kemampuan isolasi peralatan atau akan memberikan tegangan kejut pada komponen sensitif di perangkat elektronik. Tegangan *Surge* Petir sangat sering mengakibatkan kerusakan fatal karena tegangan paku (Volt) tinggi sekali. Tingginya tegangan paku ini disebabkan karena terjadinya sambaran petir, baik secara langsung maupun tidak langsung pada jaringan kabel listrik di dalam suatu bangunan. Dengan di pasang nya *Arrester* Listrik Petir hal ini bisa dihindari. (Ni Made Seniari, et, al. 2019) Penahan Surja *Arrester* atau umumnya disebut *Surge Arrester* di berfungsi untuk membelokkan tegangan paku dengan menggunakan komponen atau perangkat *Metal Oxyde Vasiator* (MOV). Komponen MOV bekerja dengan prinsip kerja mirip dengan Kapasitor Nonpolar tetapi tanpa penyimpanan muatan listrik di MOV tersebut. Jadi jika ada tegangan masuk yang melebihi batas MOV maka tegangan listrik ini akan di buang ke grounding melalui salah satu kutup MOV. Dengan sistem kerja *Surge Arrester* tersebut maka perangkat ini akan memberikan pengamanan terhadap peralatan elektronik akibat tegangan kejut atau induksi petir.

Menyangkut kapasitas kemampuan perangkat surge arrester listrik petir, satuan yang dipakai adalah I (*Ampere*). Maksimal besar arus yang bisa di belokkan ke *grounding* di singkat Imak (Ampere Maksimal) dalam satuan kA. Jadi semakin besar nilai Imak maka akan semakin besar arus yang dapat dibelokkan ke *grounding*. Tetapi konsekuensinya yaitu Imak berbanding terbalik dengan tingkat sensitif *surge arrester*. Bila Imak besar maka tegangan yang masih bisa masuk/tembus ke jaringan listrik juga besar, sebagai simulasi. “Sebuah *surge arrester* listrik dengan Imak = 20kA maka tegangan masih bisa masuk sebesar 500 Volt. Bila dibesarkan menjadi Imak = 40kA maka tegangan yang masuk bisa menjadi 600 Volt atau semakin besar”. Begitulah gambaran sederhananya. Solusinya adalah dengan pemasangan surge arrester listrik

petir berlapis, dengan maksud bila ada tegangan yang berhasil tembus di surge arrester tahap I akan bisa di hadang oleh *surge arrester* tahap II. Dengan gambaran mudah sebagaimana pemecah gelombang di pantai. Pemasangan instalasi surge arrester berlapis tentunya harus disesuaikan dengan keperluan dari suatu bangunan tersebut dan harus mempertimbangkan biaya.

PEMBAHASAN

Non Directional Beacon (NDB) adalah fasilitas navigasi penerbangan yang bekerja dengan menggunakan frekuensi rendah (*low frequency*) dan dipasang pada suatu lokasi tertentu di dalam atau di luar lingkungan bandar udara sesuai fungsinya. Peralatan NDB memancarkan informasi dalam bentuk sinyal gelombang radio ke segala arah melalui antena, Fungsi NDB ada 4 yaitu *Homing*, *En-route*, *Holding*, *Locator*. NDB di JATSC berfungsi sebagai locator dimana Stasiun NDB low power yang dipasang pada perpanjangan garis tengah landasan pacu guna memberikan panduan arah pendaratan kepada penerbang pada saat posisi pesawatnya berada di kawasan pendekatan untuk melakukan pendaratan.

Tabel 1 Spesifikasi NDB yang rusak

No	Peralatan	Merk	Tahun	Tipe	Buatan	Power Output	Frekuensi / Ident	Lokasi
1	Locator 07R	Jacotron	2016	TM-30C	Norwegia	50 W	KHz /GR	KutaJaya

Pada tanggal 16 Mei 2019 teknisi navigasi di *Jakarta Air Traffic Service Center* (JATSC) mendapat laporan dari petugas locator di kutajaya bahwa telah terjadi sambaran petir di area shelter peralatan NDB kutajaya yang menyebabkan pemancar NDB mati. Teknisi berangkat menuju NDB Kutajaya untuk melakukan pemeriksaan, kondisi Transmitter NDB dalam keadaan *off* karena dimatikan oleh Petugas *locator* di Kutajaya setelah terjadi sambaran petir dengan koordinasi dengan teknisi JATSC untuk mengurangi timbulnya kerusakan lain. Teknisi melakukan pemeriksaan terhadap input tegangan input AC 220VAC dan tegangan DC *output* dari *power supply* 24 VDC yang hasilnya *input* AC 220 VAC dan *Power Supply* 24 VDC normal. Kemudian teknisi mencoba menaikkan MCB 24 VDC yang berfungsi untuk mengaktifkan NDB namun peralatan NDB tidak bisa dihidupkan. Dibawah ini adalah table pengecekan tegangan.

Tabel 2 Pengukuran tegangan Input Power Supply pada Modul TX NDB

No	Tegangan Output (DC)	ket
1	24 VDC	Normal
2	24.5 VDC	Normal
3	23 VDC	Normal
4	23.9 VDC	Normal
5	25 VDC	Normal
6	24.5 VDC	Normal
7	24.8VDC	Normal
8	25 VDC	Normal
9	23 VDC	Normal
10	24 VDC	Normal

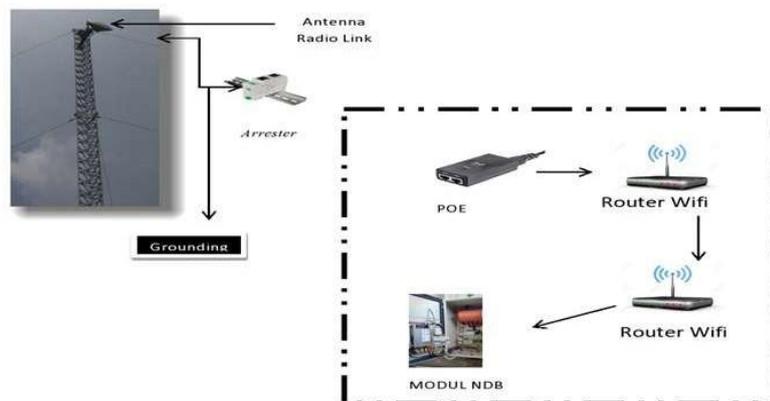
Kemudian melakukan pemeriksaan seluruh modul di transmitter NDB di temukan beberapa jalur dan komponen yang terbakar di modul PCU NDB, seperti pada gambar di bawah ini. Modul PCU pada peralatan NDB berfungsi sebagai pembagi tegangan dari *power Supply* , sehingga jika Modul PCU mengalami kerusakan , peralatan NDB tidak dapat beroperasi.



Gambar 1. Tampak Depan Modul *Power Control Unit*

Interface serial/Ethernet dan kabel data dari serial *Ethernet* ke PCU hangus akibat sambaran petir, melalui kabel ethernet yang terhubung dari POE ke *switch* menuju *interface* serial RS485/Ethernet yang terhubung dengan PCU NDB. Kapasitor adalah salah satu komponen elektronik penting dalam peralatan NDB yang membantu menjaga kinerjanya

yang konsisten dan andal dalam menyediakan informasi navigasi kepada pesawat. Kapasitor digunakan untuk menjaga stabilitas frekuensi sinyal NDB, memastikan penyaringan sinyal yang baik, dan menjaga operasi yang aman dan efisien. Hasil dari upaya perbaikan di atas kondisi PCU NDB dengan merk JTM- 30C Kutajaya masih memerlukan perbaikan lebih lanjut oleh teknisi dan vendor pabrik peralatan NDB. Namun selama perbaikan Peralatan berjalan , diharapkan NDB di Kutajayadiperbaiki proteksi penangkal petir, *grounding* dan diberi *Arrester* Pada *Antenna Radio Link*. Kemudian untuk proteksi yang lebih aman disarankan untuk komunikasi antara *Radio Link* dan peralatan NDB JTM-30C menggunakan *Wireless*. Pada saat setelah melakukan pemasangan, diharapkan peralatan tersebut beroperasi secara normal, yaitu pada saat POE (*Power Over Ethernet*) memberikan sinyal informasi (Indikator) ke *Router WIFI Transmitter (TX)* dan memancarkan ke *Router WIFI Receiver (RX)* dan diteruskan ke Modul NDB sebagai pembacaan informasi. Selama Peralatan NDB mengalami kerusakan , terdapat peralatan Navigasiyang digunakan yaitu Sistem ILS (*Instrument Landing System*). ILS adalah sistemnavigasi presisi yang digunakan di bandara untuk membantu pesawat mendarat dengan aman dan tepat di landasan pacu. Peralatan NDB (*Non-Directional Beacon*) dan ILS (*Instrument Landing System*) adalah dua sistem navigasi yang digunakan dalam penerbangan. Masing- masing memiliki keunggulan dan kekurangan. berikut dibawah ini adalah uraian beberapa keunggulan dan kekurangan NDB dan ILS.



KESIMPULAN

Pada Peralatan NDB di JATSC mengalami kerusakan akibat sambaran petir pada *Radio Link*. Terjadi kerusakan pada Modul *Power Control Unit*, *Power Over Ethernet*(POE) hangus, sehingga menyebabkan peralatan NDB tidak dapat memancarkan. Sambaran petir bisa merusak peralatan NDB tanpa perlindungan yang memadai, berdampak pada kerusakan komponen elektronik, gangguan sinyal bahkan kerusakan total pada peralatan. Pemasangan

penangkal petir penting untuk melindungi peralatan NDB dari kerusakan akibat sambaran. Penangkal petir yang efektif dapat mengalirkan arus petir ke tanah, mencegah kerusakan dan menjaga kelancaran operasi sistem navigasi. Analisis risiko penting dalam perlindungan dari sambaran petir. Ini mencakup identifikasi potensi kerusakan, penilaian frekuensi sambaran, dan tindakan perlindungan yang sesuai dengan standar seperti IEC, NFPA, dan standar industri penerbangan. Penelitian ini menyoroti pentingnya analisis yang akurat terhadap masalah peralatan. Penanganan yang cepat sangat vital karena peralatan tersebut memengaruhi operasional bandara. Konsultasi dengan ahli penangkal petir diperlukan untuk perlindungan yang tepat pada sistem navigasi penerbangan. Melakukan analisis risiko menyeluruh, termasuk penilaian frekuensi sambaran, sensitivitas peralatan, dan evaluasi sistem penangkal petir. Instalasi penangkal petir harus sesuai standar, termasuk komponen yang sesuai, sistem grounding yang baik, dan perlindungan ekstra. Pemeliharaan rutin perlu dilakukan pada sistem penangkal petir dan peralatan NDB, termasuk peningkatan grounding dan pemastian perlindungan beroperasi normal.

DAFTAR PUSTAKA

- Endriyanto, Ihsan F. (2011), *Teknik Pengamatan Curah Hujan di Stasiun Klimatologi Kebun Percobaan Cukur gondang Pasuruan*. Jurnal Buletin teknik Pertanian. Vo. 16 No. 2
- Fitri Dayanti Hidayat, et. al. (2018), *Karakteristik dan Hubungan Aktivitas Petir Could To Ground Dengan Curah Hujan (Studi Kasus Kota Pontianak dan Sekitarnya)*. *Jurnal Frisma Fisika*. Vol 6, No 3
- Ibnu Hajar, et. al. (2017), *Kajian Pemasangan Lighting Arrester Pada Sisi HV Transformator Daya Unit Satu Gardu Induk Teluk Betung*. Jurnal Energi dan Kelistrikan. Vol. 9 No. 2
- Mega Lestanto, et. Al. (2021), *Analisa Sambaran Petir Terhadap Efektivitas Proteksi Transformator Daya (Studi Kasus Transformator Daya 70/20 kV 30 MVA Gardu Induk Majalaya)*. Jurnal Prosiding. Vol. 6 No. 1
- Ni Made Seniari, et, al. (2019), *Analisis Dampak Sambaran Petir Tidak Langsung Sekitar Gedung rumah Sakit Pendidikan Unram*. Jurnal Dielektrika. Vol 6. No. 1
- Septiadi, D., Hadi, S, dan Tjasyono, B. (2011). *Karakteristik Petir Dari Awan Ke Bumi Dan Hubungannya Dengan Curah Hujan*. Bandung: Jurnal Sains Dirgantara. Vol. 8 No. 2
- Uswatun Hasanah, et. al. (2022), *Sistem Kendali dan Pemantauan Peralatan Navigasi Penerbangan Non Directional Beacon Tipe ND200S Menggunakan Nodemcu ESP8266 Berbasis Internet of Thing*. Jurnal Teknik Elektro dan Vokasional. Vol. 8 No. 1
- Wahid, R.M. (2009), *Studi Tingkat Potensi Petir di Sulut*. Skripsi Sarjana FMIPA Unsrat.