

RANCANGAN GENERATOR SET SEBAGAI CATU DAYA CADANGAN DI GEDUNG TOWER AIRNAV UNIT ALOR

Riko Forianata , Ahmad Kosasih, Zulina Kurniawati

Politeknik Penerbangan Indonesia Curug

E-mail correspondence : rikoforia@gmail.com

Abstrak

Gedung Tower AirNav Unit Alor merupakan fasilitas vital yang mendukung navigasi penerbangan di wilayah Alor. Keandalan pasokan listrik sangat krusial untuk memastikan keselamatan dan efisiensi operasional, mengingat peralatan navigasi udara sangat bergantung pada suplai listrik yang stabil. Saat ini, catu daya cadangan yang tersedia hanya mampu bertahan dalam waktu yang sangat terbatas, sehingga meningkatkan risiko gangguan operasional. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem catu daya cadangan dengan menggunakan generator set (genset) yang sesuai dengan standar Annex 14, dan PUIL 2011. Metode yang digunakan adalah *Research and Development* (R&D) level satu, yang mencakup analisis kebutuhan daya, pemilihan spesifikasi genset, desain sistem peralihan daya otomatis menggunakan *Automatic Transfer Switch* (ATS) dan *Automatic Main Failure* (AMF), serta estimasi Rencana Anggaran Biaya (RAB) Hasil perhitungan menunjukkan bahwa kapasitas genset optimal yang dibutuhkan adalah 20 kVA dengan pemakaian maksimal 16 kVA. Sistem ini juga dilengkapi dengan perlindungan MCCB 40 A, kabel NYY 4 × 6 mm², serta tangki bahan bakar berkapasitas 700–1000 liter untuk mendukung operasional selama 7 hari dalam kondisi darurat. Dengan rancangan ini, diharapkan Gedung Tower AirNav Unit Alor memiliki sistem catu daya cadangan yang andal, mampu memastikan operasional navigasi udara tetap berjalan meskipun terjadi pemadaman listrik utama.

Keywords: Catu daya cadangan, Generator Set, *Automatic Transfer Switch* (ATS), AirNav Alor, keandalan listrik.

Abstract

The Alor AirNav Unit Tower Building is a vital facility that supports flight navigation in the Alor area. The reliability of the power supply is crucial to ensure safety and operational efficiency, considering that air navigation equipment is highly dependent on a stable power supply. Currently, the available backup power supply is only able to last for a very limited time, increasing the risk of operational disruption. This study aims to design a backup power supply system using a generator set (generator) that is in accordance with Annex 14, and PUIL 2011 standards. The method used is Research and Development (R&D) level one, which includes analysis of power requirements, selection of generator set specifications, design of automatic power switching systems using Automatic Transfer Switch (ATS) and Automatic Main Failure (AMF), as well as estimation of the Cost Budget Plan (RAB). The system is also equipped with 40 A MCCB protection, 4 × 6 mm² NYY cables, and a 700–1000 liter fuel tank to support 7 days of operation in an emergency. With this design, it is hoped that the AirNav Tower Building Alor Unit will have a reliable backup power supply system, able to ensure that air navigation operations continue to run even in the event of a major power outage.

Keywords: Backup power supply, generator set, *Automatic Transfer Switch* (ATS), AirNav Alor, electrical reliability.

PENDAHULUAN

Gedung Tower AirNav Unit Alor merupakan salah satu infrastruktur vital yang mendukung kegiatan navigasi udara di wilayah Alor dan sekitarnya. Fasilitas navigasi udara ini penting untuk keselamatan dan efisiensi penerbangan. Sistem ini harus beroperasi secara kontinu tanpa henti setiap hari, tanpa adanya gangguan yang dapat membahayakan keselamatan penerbangan (Ramadan, Latifa, & Hidayat, 2022). Dalam era modern, peralatan navigasi udara sangat bergantung pada pasokan listrik yang stabil dan tidak terputus. Namun, risiko gangguan listrik tetap ada, terutama di daerah terpencil seperti Alor, karena cuaca ekstrem, bencana alam, dan masalah infrastruktur (Welkis, Sidharno, Wahyuni, & Krisnayanti, 2021). dapat menyebabkan pemadaman listrik yang tidak terduga. Gangguan listrik, meskipun hanya dalam waktu singkat, dapat melumpuhkan operasional bandara dan sistem kontrol lalu lintas udara, yang berpotensi mengakibatkan situasi berbahaya bagi pesawat yang sedang beroperasi.

Pentingnya pasokan listrik yang andal tidak dapat dipandang sebelah mata. Keselamatan penerbangan menjadi alasan utama untuk menyediakan catu daya cadangan. Menurut Annex 14 Chapter 8 Electrical System, Bagian 8 tentang Sistem Penyediaan Daya Listrik untuk fasilitas navigasi udara, pada poin 8.1.11 disebutkan bahwa harus tersedia sumber daya cadangan yang andal untuk menunjang fasilitas sisi udara. Sumber daya ini harus mampu beroperasi secara optimal dalam menyuplai listrik apabila terjadi kerusakan atau gangguan pada daya utama. Hilangnya komunikasi dengan pesawat atau kegagalan sistem navigasi akibat gangguan listrik dapat meningkatkan risiko kecelakaan. Selain itu, kontinuitas operasional bandara juga menjadi pertimbangan penting, karena gangguan operasi dapat menyebabkan keterlambatan penerbangan, pembatalan, dan kerugian ekonomi yang signifikan.

Dalam operasionalnya, Gedung Tower AirNav Unit Alor memerlukan pasokan daya listrik yang andal dan berkelanjutan untuk mendukung peralatan operasional. Pada saat ini total beban daya Gedung Tower Airnav Alor berkisar 11085 Watt, terdapat peralatan telekomunikasi penerbangan seperti VHF A/G AFIS merk Rohde & Schwarz tipe Series 200, VHF A/G Portable Dettel PC 2T, Voice Recorder merk AODR tipe ADVANTECH, dan ADS-B merk THALES tipe AX680 (SOP & PENERBANGAN, 2023). Gangguan atau kegagalan pasokan listrik utama dapat mengakibatkan terganggunya kegiatan penerbangan dan menimbulkan risiko keselamatan yang signifikan. Peralatan ADS-B yang beroperasi 24 jam dan digunakan oleh Airnav MATSC juga berfungsi untuk melayani penerbangan di luar Alor.

Saat ini, Airnav Alor tidak memiliki catu daya cadangan yang memadai. Catu daya Cadangan saat ini 6 KVA untuk peralatan ADS-B hanya mampu bertahan dalam waktu singkat, sementara UPS 5 KVA untuk perangkat VHF A/G dan Recorder juga hanya mampu berfungsi dalam jangka waktu yang sama. Setelah batas waktu tersebut, semua peralatan akan nonaktif karena tidak ada pasokan listrik cadangan yang tersedia.

Untuk meningkatkan keandalan operasional, Airnav Alor perlu menambahkan generator set sebagai catu daya cadangan. Saat ini, pasokan listrik Airnav Alor masih bergantung pada Bandara Mali. Jika terjadi masalah pada pasokan listrik Bandara, Airnav Alor hanya dapat menunggu hingga pasokan listrik kembali normal, Gedung Tower AirNav Unit Alor tidak dapat memasang catu daya mandiri (PLN) karena posisinya yang berada di dalam area airside Bandara Mali.

Dengan demikian, untuk menjaga kesinambungan catu daya listrik di Gedung Tower AirNav Unit Alor, Bandara Mali hanya menyuplai listrik dari PLN tanpa di backup genset Bandara Mali. Apabila terjadi masalah pada genset bandara, hal tersebut tidak akan berdampak pada pasokan listrik Gedung Tower

AirNav Unit Alor, yang memiliki cadangan genset sendiri penting untuk memastikan adanya sumber cadangan yang memadai agar operasional tetap berjalan dengan baik, bahkan dalam kondisi darurat.

METODE

Metode penelitian yang digunakan dalam Rancangan Generator Set Sebagai Catu Daya Cadangan di Gedung Tower AirNav Unit Alor ini adalah Research and Development (R&D), penelitian Research and Development (R&D) diistilahkan oleh Borg and Gall (1998). R&D merupakan singkatan dari penelitian dan pengembangan (Sugiyono, 2020). Merupakan tahap uji efektivitas suatu produk yang berfungsi sebagai bagian dari proses perencanaan, perancangan, atau pembuatan suatu objek, sistem, komponen, atau struktur. Tujuan utamanya adalah menghasilkan produk baru atau mengembangkan produk yang sudah ada agar memiliki nilai lebih. Penelitian dan pengembangan yang dilakukan oleh penulis menggunakan level satu, yaitu tingkat paling rendah, yang berfokus pada pembuatan rancangan tanpa dilanjutkan ke tahap pembuatan produk atau pengujiannya (Sugiyono, 2020). Berikut adalah tahapan yang digunakan oleh penulis.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sistem rancangan yang disusun untuk Gedung Tower AirNav Unit Alor adalah sebuah solusi catu daya cadangan menggunakan generator set (genset). Fokus utama dari rancangan ini adalah memastikan kesinambungan pasokan listrik untuk mendukung operasional perangkat penting navigasi udara, seperti VHF A/G AFIS merk Rohde & Schwarz tipe Series 200, VHF A/G Portable Dettel PC 2T, Voice Recorder merk AODR tipe ADVANTECH, dan ADS-B merk THALES tipe AX680, serta fasilitas pendukung lainnya sangat bergantung pada ketersediaan listrik yang kontinu.

Untuk memastikan kesinambungan pasokan listrik, diperlukan rancangan sistem catu daya cadangan yang dapat beroperasi secara otomatis dan andal saat terjadi gangguan listrik. Sistem ini akan dirancang dengan mempertimbangkan kapasitas genset yang sesuai dengan total daya yang terpakai saat ini, sistem peralihan daya otomatis menggunakan panel ATS (Automatic Transfer Switch) dan AMF (Automatic Main Failure) yang memastikan perpindahan daya otomatis dalam waktu kurang dari 5 detik ketika listrik utama padam. Serta perlengkapan pendukung seperti kabel sesuai dengan standar PUIL 2011 untuk memastikan keandalan suplai daya, dan sistem proteksi sebagai pengaman listrik terhadap arus lebih atau hubungan pendek guna menjaga keamanan dan keandalan operasionalnya. Selain itu, perhitungan kebutuhan bahan bakar juga menjadi aspek penting agar sistem dapat beroperasi dalam durasi untuk 7 hari operasional dalam kondisi darurat yang cukup saat terjadi pemadaman listrik utama.

Sistem ini akan bekerja dengan prinsip bahwa selama kondisi normal, listrik utama disuplai dari PLN melalui UPBU Mali Alor. Jika terjadi gangguan atau pemadaman listrik, sistem ATS dan AMF akan secara otomatis menghidupkan genset untuk menggantikan pasokan listrik utama. Saat listrik kembali normal, ATS akan mengembalikan suplai ke PLN dan secara otomatis mematikan genset untuk menghemat bahan bakar.

Rancangan ini disusun berdasarkan standar Annex 14 ICAO, Annex 10, dan PUIL 2011, sehingga mampu menjamin kontinuitas pasokan listrik di Gedung Tower AirNav Unit Alor. Proteksi tambahan seperti sistem pengaman listrik dan grounding akan diterapkan untuk meningkatkan keamanan instalasi. Selain itu, perencanaan ini dituangkan dalam bentuk Detail Engineering Design (DED) yang mencakup gambar Single Line Diagram, spesifikasi genset dan aksesorisnya, serta Rencana Anggaran Biaya (RAB) sebagai dasar implementasi. Dengan rancangan ini, diharapkan operasional fasilitas navigasi udara tetap berjalan lancar meskipun terjadi gangguan pasokan listrik utama.

Perhitungan kebutuhan genset :

Untuk menentukan kapasitas genset, perlu ditambah margin keamanan 125% terhadap beban total. Rumusnya:

$$P_{\text{genset}} = P_{\text{beban}} \times M$$

Keterangan:

P_{genset} = Kapasitas genset dalam KW

P_{beban} = Beban listrik total dalam Watt

M = Margin keamanan

$$\begin{aligned} P_{\text{genset}} &= P_{\text{beban}} \times M \\ &= 11,085 \times 125\% = 13.856,25 \text{ Watt} \\ &= 13,86 \text{ kW} \end{aligned}$$

Karena kapasitas genset umumnya dinyatakan dalam kVA, maka perlu konversi dengan rumus sebagai berikut:

$$S = \frac{P}{PF}$$

Keterangan :

S = Daya Semu (kVA)

P = Daya Aktif (kW)

PF = faktor daya

Diketahui :

P = 13,86 kW

PF = 0,8

$$S = \frac{13,86}{0,8} = 17,33 \text{ kVA}$$

Dari hasil hitung di atas maka untuk pemilihan kapasitas genset yang mendekati kapasitas untuk pemilihan genset yaitu 20 kVA.

Perhitungan pemilihan kabel genset :

$$\begin{aligned} I_n \text{ genset} &= \frac{\text{KVA genset}}{\sqrt{3} \times 380 \times 0,8} \\ &= \frac{20.000}{\sqrt{3} \times 380 \times 0,8} \\ &= 38 \text{ A} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{KHA} &= 125\% \times I_n \\ &= 125\% \times 38 \text{ A} \\ &= 47,5 \text{ A} \rightarrow 56 \text{ A} \end{aligned}$$

Luas penampang kabel yang digunakan adalah kabel tegangan rendah NYY 4 x 6 mm² berdasarkan kabel dengan kemampuan hantar arusnya, yang dikeluarkan oleh PUIL 2011

Perhitungan pemilihan pengaman genset :

Generator set berkapasitas 20 kVA 16 kW dengan output tegangan 380 V.

$$\begin{aligned} I_n \text{ genset} &= \frac{p}{v \times \sqrt{3} \times \cos \varphi} \\ &= \frac{16.000}{380 \times \sqrt{3} \times 0,8} \\ &= 30,42 \text{ A} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I \text{ MCCB} &= 125\% \times I_n \\ &= 125\% \times 30,42 \\ &= 38,02 \text{ A} \end{aligned}$$

Kebutuhan bahan bakar :

Untuk menghitung kebutuhan bahan bakar genset 20 kVA dapat dicari dengan rumus :

$$Q = k \times P \times t$$

$$\begin{aligned} \text{Rumus : } Q &= 0,21 \times P \times t \\ &= 0,21 \times 20 \text{ kVA} \times 1 \text{ jam} \\ &= 4,2 \text{ L dalam 1 jam} \end{aligned}$$

Penulis mengasumsi bila terjadi pemadaman listrik selama

$$\begin{aligned} 1 \text{ hari} &= 24 \text{ jam} \times 4,2 \text{ L} \\ &= 100,8 \text{ Liter} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 1 \text{ minggu} &= 7 \text{ hari} \times 100,8 \text{ L} \\ &= 705,6 \text{ Liter} \end{aligned}$$

Maka kapasitas tengki yang dapat digunakan dalam satu minggu 705,6 Liter, dapat juga menggunakan tengki 1000 liter yang banyak dijual di pasaran.

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai rancangan generator set sebagai catu daya cadangan di Gedung Tower AirNav Unit Alor, dapat disimpulkan bahwa perencanaan kapasitas genset sebesar 20 kVA telah mempertimbangkan kebutuhan daya operasional, faktor daya, serta lonjakan arus, sehingga memenuhi standar Annex 14 ICAO dan PUIL 2011. Sistem peralihan daya yang dirancang menggunakan Automatic Transfer Switch (ATS) dan Automatic Main Failure (AMF) mampu memastikan transisi suplai listrik secara otomatis dengan waktu perpindahan yang memenuhi ketentuan Annex 10 ICAO, yaitu tidak lebih dari 15 detik untuk peralatan telekomunikasi penerbangan. Pemilihan komponen pendukung, seperti MCCB 40 A, kabel NYY 4 × 6 mm², dan tangki bahan bakar berkapasitas 700–1000 liter, dirancang untuk mendukung operasi darurat hingga 7 hari dengan mempertimbangkan aspek keselamatan dan keandalan. Detail Engineering Design (DED) yang mencakup gambar Single Line Diagram (SLD), desain panel ATS, jalur instalasi kabel, serta skema distribusi bahan bakar telah disusun sesuai standar teknis. Selain itu, Rencana Anggaran Biaya (RAB) yang disusun secara rinci dapat menjadi acuan dalam proses pengadaan dan pemasangan sistem catu daya cadangan yang mendukung keberlanjutan operasional navigasi udara secara andal dan aman.

DAFTAR PUSTAKA

- Alamsyah, A., & Darmawan, I. A. (2024). *Development of an Automatic Transfer Switch – Automatic Main Failure (ATS-AMF) Panel at PT. Tiga Kreasi Indonesia*. Jupiter: Publication of Industrial Engineering, Electrical Engineering, and Informatics, 2(2), 289–304.
- Aribowo, D., & Desmira, D. A. F. (2020). *Generator Maintenance System at PT (Persero) Pelabuhan Indonesia II, 2507(February)*, 1–9.
- Faturachman, D. (2020). *Literature Review Study on Generator Usage*. Journal of Science and Technology, IV(1), 80–91. Retrieved from
- Juhari, Dipl. Eng, S. P. (2015). *Generator Semester 3 Class XI*. In Generator Semester 3 Class XI (p. 6).
- Mining, D., Data, P., Access, Q., Safety, F., & Sadono, M. (2017). *Air Transport Journal: Data Mining on Quick Access Recorder for Flight Safety Improvement*, 1–12.
- Minister of Transportation Regulation No. 56. (2023). *Regulation of the Minister of Transportation of the Republic of Indonesia Number PM 56 of 2023*. Retrieved from
- Prawiraatma, B. A., Kurniawati, Z., Fatra, O., Desryanto, N., Transformer, R., Genset, P., ... Set, G. (2024). *Planning for Additional Generator Set at Husein Sastranegara Airport, Bandung*, 7, 8165–8173.
- Pasaribu, R. S., Muchaddats, M. F., & Dianditama, T. R. (2024). *Design of ADS-B Receiver Using RTL-SDR for ASTERIX Data Reading in Air Navigation Engineering Study Program*. Indonesian Air Force, 3(2).
- Ramadan, M. R., Latifa, U., & Hidayat, R. (2022). *Load Analysis of Uninterruptible Power Supply (UPS) as Battery Backup at Ahmad Yani International Airport, Semarang*. Power Elektronik: Journal of Electrical Engineering, 11(1).
- Safe'i, M., Syahputra, R., Yusvin, M., & Mustar, S. (2018). *Evaluation Analysis of Generator Capacity as Backup Power System at Jogjatronik Mall Building, Yogyakarta*.
- SOP & Aviation, P. T. (2023). *Standard Operating Procedure for Aeronautical Telecommunication Services*, 13(1), 104–116.
- Sugiyono. (2020). *Research Methodology: Quantitative, Qualitative, and R&D Approaches*.
- Toni, S.I.P, M.Si, D. O. R. (2022). *Oscillator Design Using Phase Lock Loop Method for VHF Air to Ground Tower Transceiver Equipment in the Telecommunications and Air Navigation Engineering Study Program*.
- Welkis, D. F. B., Sidharno, W., Wahyuni, S., & Krisnayanti, D. S. (2021). *Rainfall Analysis of Cyclone Seroja on River Flow Discharge in Temef Watershed*. Scientific Journal of Design & Construction, 20(2), 108–117.
- Wimatra, A., Akbar, M. C., & Sulistyono, B. (2023). *The Influence of Spare Part Damage on the Transmit Power of VHF A/G Portable ADC Radio at Perum LPPNPI Airnav Palembang Branch*. Sibatik Journal | Volume, 3(1), 119–128.