



Ramadhan Rizki W<sup>1</sup>  
 Ahmad Kosasih<sup>2</sup>  
 Suse Lamtiar<sup>3\*</sup>

## ANALISIS DAN RANCANGAN SISTEM CATU DAYA CADANGAN DI GEDUNG AIRNAV INDONESIA CABANG BANDUNG BANDARA HUSEIN SASTRANEGARA

### Abstrak

Sumber catu daya utama Airnav Indonesia Cabang Bandung masih disuplai oleh pihak PT Angkasa Pura Indonesia Bandara Husein Sastranegara Bandung. Hal itu pernah menyebabkan terjadinya miskomunikasi dalam hal perbaikan atau perawatan catu daya listrik dari PT Angkasa Pura Indonesia. Pada tanggal 30 September 2020 suplai catu daya dari bandara padam pukul 01.00 WIB hingga pukul 04.00 WIB yang menyebabkan seluruh peralatan Airnav Indonesia Cabang Bandung mati total, sedangkan backup power supply utamanya hanya UPS dengan kapasitas 12kVA yang mampu bertahan 45 menit - 1 jam. Oleh karena itu perlu adanya backup catu daya cadangan yang mampu bertahan lama seperti genset mandiri dari Airnav Indonesia Cabang Bandung. Rancangan ini menggunakan metode R&D level 1 dari Sugiyono. Pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan teknik observasi, wawancara pihak terkait, dan dokumentasi. Penelitian dilakukan dengan beberapa tahapan mulai dari pengambilan data, analisis data, dan perancangan desain. Dari hasil penelitian diperoleh hasil persentase beban puncak UPS 12kVA pada siang hari 26,87% dan malam hari 25,78%. Kemudian daya total peralatan terpasang sebesar 19.512 Watt dengan I terpasang 37,05 A.

**Kata Kunci:** Catu Daya Utama, Backup Power Supply, Research and Development.

### Abstract

The main power supply source for Airnav Indonesia Bandung Branch is still supplied by PT Angkasa Pura Indonesia Husein Sastranegara Bandung Airport. This has caused miscommunication regarding repairs or maintenance of the electric power supply from PT Angkasa Pura Indonesia. On September 30 2020, the power supply from the airport went out at 01.00 WIB until 04.00 WIB, causing all Airnav Indonesia Bandung Branch equipment to completely shut down, while the main backup power supply was only the UPS with a capacity of 12kVA which could only last 45 minutes - 1 hour. Therefore, it is necessary to have a backup power supply that can last a long time, such as an independent generator from Airnav Indonesia Bandung Branch. This design uses Sugiyono's level 1 R&D method. Data collection was carried out using observation techniques, interviews with related parties, and documentation. The research was carried out in several stages starting from data collection, data analysis, and design planning. From the research results, the peak load percentage of the 12kVA UPS was 26.87% during the day and 25.78% at night. Then the total power of the equipment installed was 19,512 Watts with an installed I of 37.05 A.

**Keywords:** Main Power Supply, Backup Power Supply, Research and Development.

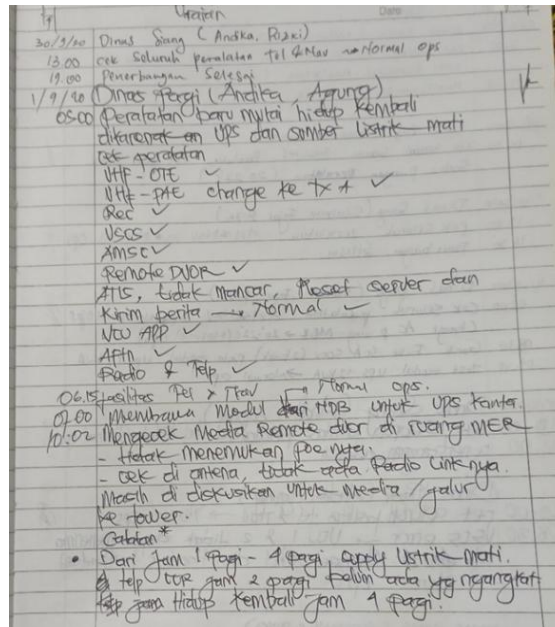
### PENDAHULUAN

Airnav Indonesia Cabang Bandung yang berada dilingkungan Lanud TNI AU dan PT Angkasa Pura Indonesia di Bandara Husein Sastranegara sebagai lembaga penyelenggara pelayanan navigasi udara. Sumber catu daya listrik yang masih disuplai oleh pihak PT Angkasa Pura Indonesia menjadikan Airnav Indonesia Cabang Bandung pernah menyebabkan terjadinya miskomunikasi dalam hal perbaikan atau perawatan catu daya listriknya. Di lingkungan Airnav

<sup>1</sup>Progam Studi Teknik Listrik Bandara, Politeknik Penerbangan Indonesia

<sup>2,3</sup>Dosen Progam Studi Teknik Listrik Bandara, Politeknik Penerbangan Indonesia  
 Email: ramadhanrizkiwibowo@gmail.com, suse.lamtiar@ppicurug.ac.id

Indonesia Cabang Bandung catu daya untuk peralatan navigasi dan komunikasi hanya ter backup oleh UPS (Uninterruptible Power Supply) main (utama) 12kVA yang bilamana terjadi pemadaman hanya dapat bertahan kurang lebih 45 menit sampai dengan 1 jam. Di lingkungan bandara sendiri Airnav Cabang Bandung belum tersedianya backup catu daya genset mandiri dan masih mengandalkan genset dari PT Angkasa Pura Indonesia Bandara Husein Sastranegara.



Gambar 1. Logbook Harian Teknisi

Pada laporan logbook tanggal 30 September 2020 supply power dari bandara padam dan tidak mendapat supply power dari PT Angkasa Pura Indonesia pukul 01.00 WIB hingga pukul 04.00 WIB. Jaringan catu daya peralatan Airnav Cabang Bandung hanya ter backup UPS main 12kVA. Dikarenakan UPS main tidak dapat bertahan lama maka peralatan pun hanya menyala sebentar dengan UPS secondary pada tiap peralatan dan alat mati dikarenakan tidak mendapat supply catu daya listrik setelah secondary UPS kehabisan battery.

Table C-9. Power supply switch-over times for ground-based radio aids used at aerodromes

Type of runway	Aids requiring power	Maximum switch-over times (seconds)
Instrument approach	SRE	15
	VOR	15
	NDB	15
	D/F facility	15
Precision approach, Category I	ILS localizer	10
	ILS glide path	10
	ILS middle marker	10
	ILS outer marker	10
	PAR	10
Precision approach, Category II	ILS localizer	0
	ILS glide path	0
	ILS inner marker	1
	ILS middle marker	1
	ILS outer marker	10
Precision approach, Category III	(same as Category II)	

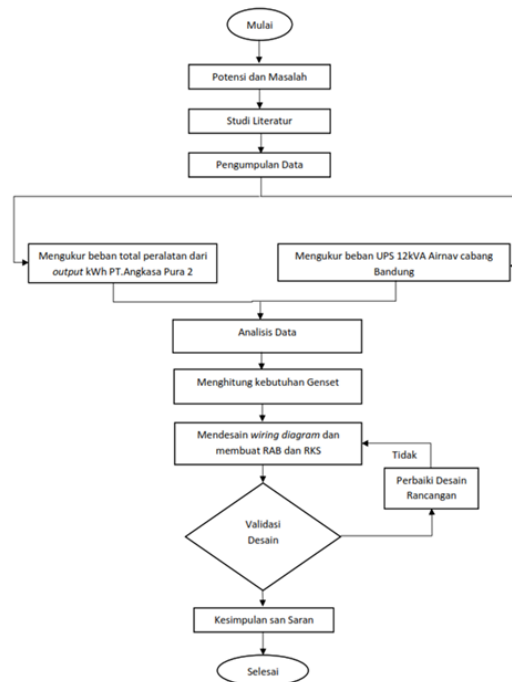
Gambar 2. Table C-9 Anex 10 vol 1

Pada Anex 10 vol 1 Aeronautical Telecommunication edisi 6 tahun 2023 chapter 8 dijelaskan bahwa waktu peralihan catu daya pada instrument approach untuk D/F facility (Direction Finding Facility) adalah 15 detik. Sedangkan pada laporan logbook tidak terjadi peralihan catu daya listrik dari PLN ke genset PT API selama 3 jam yang mengakibatkan UPS Airnav Cabang Bandung mati total. Dikarenakan backup UPS mati total peralatan komunikasi dan navigasi ikut mati yang menyebabkan seluruh sistem terganggu. Dimana peralatan radio dan navigasi penerbangan Airnav Cabang Bandung harus memancar secara terus menerus (24

jam) seperti AMSC (Automatic Message Switching Center), ATIS (Aeronautical Terminal Information System). Hal tersebut tertuang pada KP 103 tahun 2015 dan pada KP 35 tahun 2019 pasal 3 poin e yang berbunyi “mencegah terjadinya kegagalan operasi” (KP 35, 2019).

## METODE

Pada perancangan ini penulis menggunakan metode R&D (Research & Development) yang merupakan tahapan uji ke efektifitas suatu produk yang dapat berfungsi untuk kegiatan perencanaan, penggambaran, menghasilkan sebuah produk yang belum ada, atau pengembangan dari produk sebelumnya menjadi satu kesatuan yang akan menghasilkan nilai guna. Dalam hal ini penulis akan menggunakan metode level 1 yang mana penulis melakukan penelitian untuk menghasilkan rancangan, tetapi tidak dilanjutkan dengan membuat produk dan mengujinya (Sugiyono, 2020).



Gambar 3. Flow Chart

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Wawancara

Wawancara dilakukan dengan narasumber yaitu Teknisi lapangan PT.API yang berpengalaman dibidangnya, peninjauan ke lokasi peralatan distribusi, serta menanyakan permasalahan apa saja yang sering dialami dalam kegagalan catu daya di PT API Cabang Bandung.

### 2. Observasi

Observasi dilakukan dengan melakukan pengukuran arus dan tegangan dari PT API, Outgoing UPS pada siang dan malam hari, kemudian data beban peralatan terpasang.

Tabel 1. Arus dan Tegangan dari PT API Cabang Bandung

Phase	Voltage	Ampere
<b>Pengukuran Siang Hari</b>		
R	-	5,2 A
S	-	11,9 A
T	-	15 A
R-S	406,7 V	-
R-T	405,7 V	-
S-T	400,1 V	-
R-N	236,5 V	-
S-N	232,7 V	-
T-N	230,2 V	-
<b>Pengukuran Malam Hari</b>		
R	-	0,9 A
S	-	8 A
T	-	2,3 A
R-S	409,8 V	-
R-T	409,4 V	-
S-T	403,6 V	-
R-N	237,9 V	-
S-N	234,1 V	-
T-N	233,5 V	-

Tabel 2. Arus dan Tegangan Outgoing UPS 12kVA Airnav Cabang Bandung

Phase	Voltage	Ampere
<u>Pengukuran Siang Hari</u>		
R	-	2,5 A
S	-	7,7 A
T	-	4,5 A
R-S	382,3 V	-
R-T	383,9 V	-
S-T	382,8 V	-
R-N	221,4 V	-
S-N	220,1 V	-
T-N	221,5 V	-
<u>Pengukuran Malam Hari</u>		
R	-	2,3 A
S	-	7,5 A
T	-	4,4 A
R-S	381,8 V	-
R-T	383,5 V	-
S-T	382,7 V	-
R-N	221,3 V	-
S-N	220,0 V	-
T-N	221,3 V	-

Tabel 3. Data Beban Peralatan Terpasang

No.	Nama Beban Terpasang	Jumlah	Kapasitas Daya	Total Daya
1	VHF A/G APP Primary – 121.0 MHz	1	50 W	50 W
2	VHF A/G APP Secondary – 119.65 MHz	1	50 W	50 W
3	VHF Portable Transceiver APP	1	5 W	5 W
4	VHF Portable Transceiver Teknik	1	5 W	5 W
5	VHF A/G ATIS – 128.4 MHz	1	35 W	35 W
6	Desktop Personal Computer	14	128 W	1.792 W
7	Teleprinter Personal Computer	4	365 W	1.460 W
8	Office Personal Computer	2	250 W	500 W
9	Automatic Dependent Surveillance-Broadcast Personal Computer	1	365 W	365 W
10	Monitor Personal Computer	7	30 W	210 W
11	Server Automatic Message Switching Center	2	365 W	730 W
12	Monitor Automatic Message Switching Center	2	30 W	60 W
13	Server Voice Switching Communication System	1	500 W	500 W
14	Server Recorder	2	365 W	730 W
15	Monitor Server Recorder	2	30 W	60 W
16	AC Split ¼ PK	1	600 W	600 W
17	AC Split 1 PK	1	840 W	840 W
18	AC Split 2 PK	6	1.920 W	11.520 W
<u>Jumlah Keseluruhan Beban Daya</u>				19.512 W

## Tahapan Pembuatan Rancangan

## a. Analisis Pembebanan UPS

Diketahui:

Kapasitas UPS = 12kVA  
= 12.000VA

Voltase = 380V

Arus terukur = Tabel 2

- I full load ( $I_{FL}$ ):

$$I_{FL} = \frac{S}{\sqrt{3} \times V} = \frac{12.000}{\sqrt{3} \times 380} = \frac{12.000}{658,17} = 18,23 \text{ A}$$

- I rata-rata siang hari:

$$I = \frac{IR + IS + IT}{3} = \frac{2,5 + 7,7 + 4,5}{3} = \frac{14,7}{3} = 4,9 \text{ A}$$

- I rata-rata malam hari:

$$I = \frac{IR + IS + IT}{3} = \frac{2,3 + 7,5 + 4,4}{3} = \frac{14,2}{3} = 4,7 \text{ A}$$

Persentase pembebanan UPS:

- Persentase beban siang hari:

$$\% = \frac{I \text{ rata siang}}{I \text{ full load}} \times 100\% = \frac{4,9 \text{ A}}{18,23} \times 100\% = 26,87\%$$

- Persentase beban malam hari:

$$\% = \frac{I \text{ rata malam}}{I \text{ full load}} \times 100\% = \frac{4,7 \text{ A}}{18,23} \times 100\% = 25,78\%$$

## b. Analisis Ketidakseimbangan Beban UPS

- Analisis Pada Siang Hari:

$$I_R = a \times I \text{ rata-rata} \rightarrow a = \frac{I_R}{I \text{ rata}} =$$

$$I_S = b \times I \text{ rata-rata} \rightarrow b = \frac{I_S}{I \text{ rata}} = \dots\dots\dots (1)$$

$$I_T = c \times I \text{ rata-rata} \rightarrow c = \frac{I_T}{I \text{ rata}} =$$

Rata – rata ketidakseimbangan beban dalam % yaitu:

$$\begin{aligned} \%_{UL} &= \frac{\{|a-1|+|b-1|+|c-1|\}}{3} \times 100\% = \dots\dots\dots (2) \\ &= \frac{1,15}{3} \times 100\% = 38,33\% \end{aligned}$$

• Analisis Padaa Malam Hari

$$\begin{aligned} I_R &= a \times I \text{ rata-rata} \rightarrow a = \frac{IR}{I \text{ rata}} = \dots\dots\dots (3) \\ I_S &= b \times I \text{ rata-rata} \rightarrow b = \frac{IR}{I \text{ rata}} = \dots\dots\dots \\ I_T &= c \times I \text{ rata-rata} \rightarrow c = \frac{IR}{I \text{ rata}} = \dots\dots\dots \end{aligned}$$

Rata – rata ketidakseimbangan beban dalam % yaitu:

$$\begin{aligned} \%_{UL} &= \frac{\{|a-1|+|b-1|+|c-1|\}}{3} \times 100\% = \dots\dots\dots (4) \\ &= \frac{1,18}{3} \times 100\% = 39,33\% \end{aligned}$$

Dari perhitungan di analisis ketidak seimbangan beban UPS terlihat bahwa baik pada siang hari maupun malam hari, ketidakseimbangan beban cukup tinggi yaitu lebih dari 30%, hal ini disebabkan karena penggunaan beban yang tidak merata di antara phase nya. Persentase ketidakseimbangan beban yang diizinkan yaitu sebesar 5% berdasarkan IEC dan sebesar 5% - 20% berdasarkan IEEE - 1995. Sedangkan berdasarkan SPLN - 2012, standar persentase ketidakseimbangan beban sebesar 2% (Prayoga & Suprianto, 2023).

c. Perhitungan Kebutuhan Genset

Pada Tabel 3 telah diketahui total keseluruhan beban daya sebesar 19.512 Watt, kemudian akan dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned} I_{\text{Terpasang}} &= \frac{P}{V \times \sqrt{3} \times \cos \phi} = \dots\dots\dots (5) \\ &= \frac{19.512}{380 \times \sqrt{3} \times 0,8} = \frac{19.512}{526,54} = 37,05 \text{ A} \end{aligned}$$

Maka untuk menentukan kapasitas genset yang dibutuhkan dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\begin{aligned} S &= \sqrt{3} \cdot V \cdot I = \dots\dots\dots (6) \\ &= 1,73 \times 380 \times 37,05 = 24.356,67 \text{ VA} \rightarrow 24,356\text{kVA} \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan diatas didapat hasil 24,356kVA, maka untuk pemilihan kapasitas genset yang mendekati dapat memilih kapasitas 30kVA atau 40kVA. Tinggal menghitung 80% pemakaian maksimal dari kapasitas genset mana yang lebih cocok.

- Jika memilih kapasitas genset 30kVA, maka perhitungan pemakaian maksimalnya yaitu:  
= 30kVA × 80% pemakaian maksimal = 24kVA
- Jika memilih kapasitas genset 40kVA, maka perhitungan pemakaian maksimalnya yaitu:  
= 40kVA × 80% pemakaian maksimal = 32kVA

Dari hasil perhitungan perbandingan 80% pemakaian maksimal dari kapasitas genset 30kVA dan 40kVA maka akan dipilih genset dengan kapasitas 40kVA. Genset 30kVA apabila bebannya dipakai mencapai 80% maka kapasitas yang terpakai sebesar 24kVA, hal itu sudah menunjukkan bahwa beban pemakaian maksimal sudah mencapai batas.

d. Perhitungan Pemilihan Kabel Penyulang Genset

$$\begin{aligned} I_{\text{nominal}} \text{ Genset} &= \frac{kVA \text{ Genset}}{\sqrt{3} \times 380} = \dots\dots\dots (7) \\ &= \frac{40.000VA}{657,4} = 60,87 \text{ A} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{KHA} &= 125\% \times I_{\text{nominal}} \text{ Genset} = \dots\dots\dots (8) \\ &= 125\% \times 60,87 \text{ A} \\ &= 76,08 \text{ A} \rightarrow 98 \text{ A (dibulatkan ke angka di atasnya pada gambar tabel luas penampang} \\ &\quad \text{kabel PUIL 2011)} \end{aligned}$$

Luas

penampang kabel yang digunakan adalah kabel tegangan rendah NYY 4x16 mm<sup>2</sup>.

e. Perhitungan Pemilihan Pengaman UPS dan Genset

- Pengaman UPS

$$12\text{kVA} \times 0,8 \text{ (PF)} = 9,6\text{kW} \rightarrow 9.600 \text{ Watt}$$

$$\begin{aligned} I_{\text{nominal}} &= \frac{P}{V \times \sqrt{3} \times \text{PF}} = \dots\dots\dots (9) \\ &= \frac{9.600}{380 \times 1,73 \times 0,8} = \frac{9.600}{525,92} = 18,25 \text{ A} \end{aligned}$$

Rating arus tribo nya:

$$\text{IMCCB} = 125\% \times I_{\text{nominal}} = \dots\dots\dots (10)$$

adalah  $= 125\% \times 18,25 = 22,81 \text{ A} \rightarrow 25 \text{ A}$  Pengaman yang digunakan untuk UPS 12kVA  
MCCB 3P 25 A

- Pengaman Genset

$$40\text{kVA} \times 0,8 \text{ (PF)} = 32\text{kW} \rightarrow 32.000 \text{ Watt}$$

$$\begin{aligned} I_{\text{nominal}} &= \frac{P}{V \times \sqrt{3} \times \text{PF}} = \dots\dots\dots (11) \\ &= \frac{32.000}{380 \times 1,73 \times 0,8} = \frac{32.000}{525,92} = 60,84 \text{ A} \end{aligned}$$

Rating arus tribo nya:

$$\text{IMCCB} = 125\% \times I_{\text{nominal}} = \dots\dots\dots (12)$$

$$= 125\% \times 60,84 = 76,05 \text{ A} \rightarrow 80 \text{ A}$$

Pengaman yang digunakan untuk genset 40kVA adalah MCCB 80 A.

f. Perhitungan Kebutuhan Bahan Bakar Untuk Penggunaan Genset

$$Q = k \times P \times t = \dots\dots\dots (13)$$

$$Q = \text{laju bahan bakar (liter/jam)}$$

$$k = 0,21 \text{ (faktor ketetapan)}$$

$$P = \text{daya genset}$$

$$t = \text{waktu (jam)}$$

$$Q = 0,21 \times 40\text{kVA} \times 1 \text{ jam}$$

$$= 8,4 \text{ L (dalam satu jam)}$$

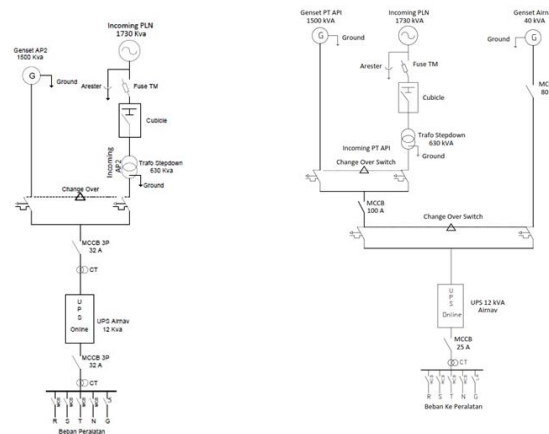
$$1 \text{ jam} = 8,4 \text{ L (beban penuh)}$$

$$1 \text{ hari} = 24 \text{ jam} \times 8,4 \text{ L}$$

$$= 201,6 \text{ L (beban penuh)}$$

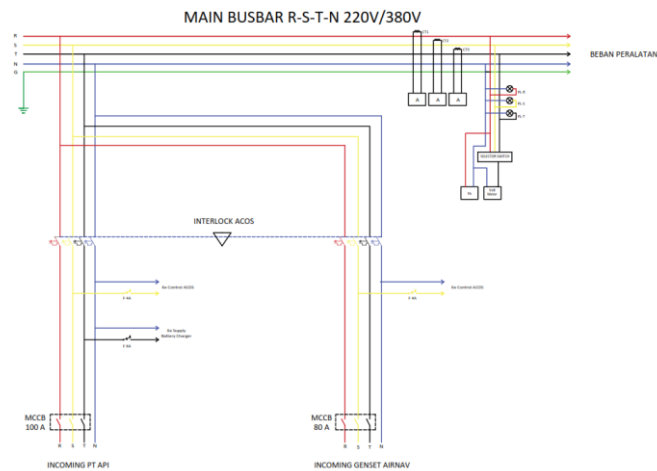
Maka kapasitas tangki tambahan yang perlu digunakan dalam pemakaian harian dengan beban penuh adalah sebesar 201,6 L.

g. Desain Single Line Diagram

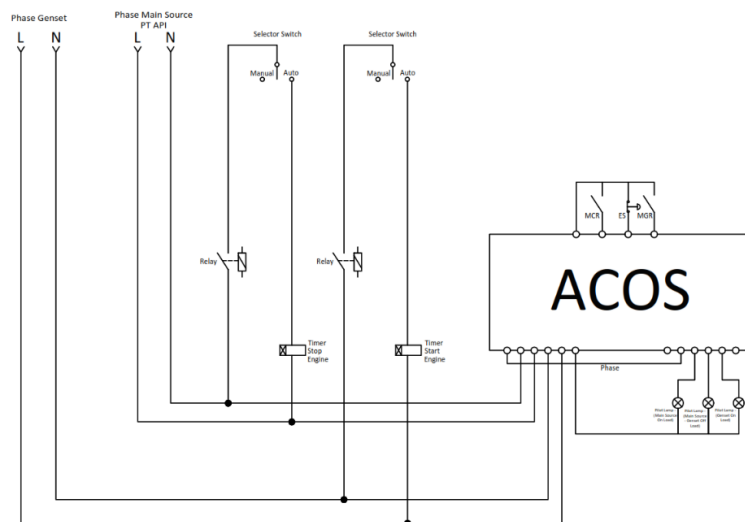


Gambar 4. Single Line Kondisi Saat Ini dan Single Line Kondisi Yang Diinginkan

h. Desain Wiring Sistem Perpindahan Genset



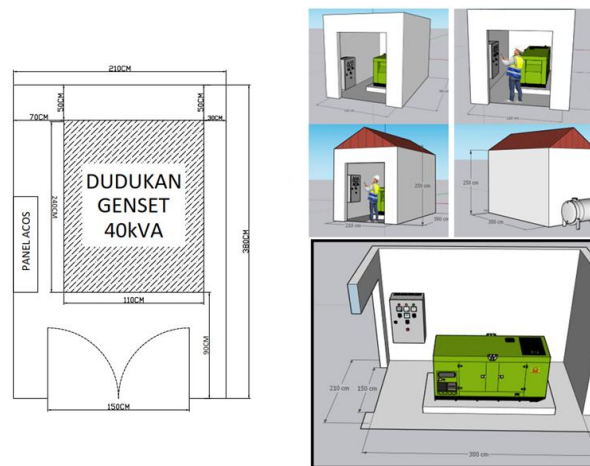
Gambar 5. Wiring 3 Phase ATS Genset



Gambar 6. Wiring ACOS Genset

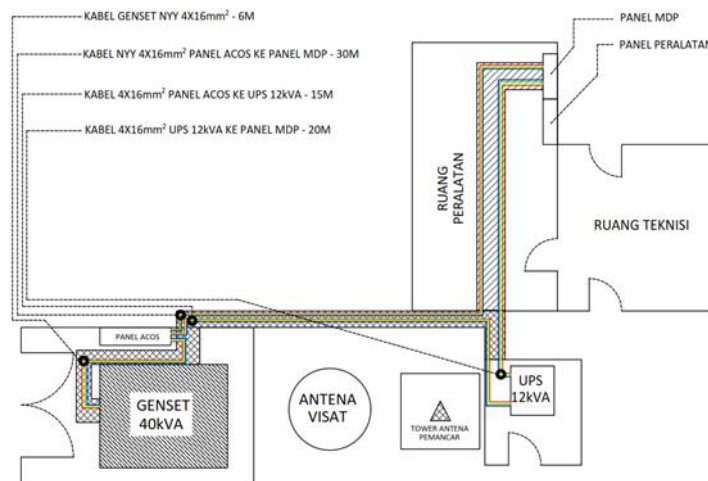
i. Desain Rencana Denah Ruang Genset





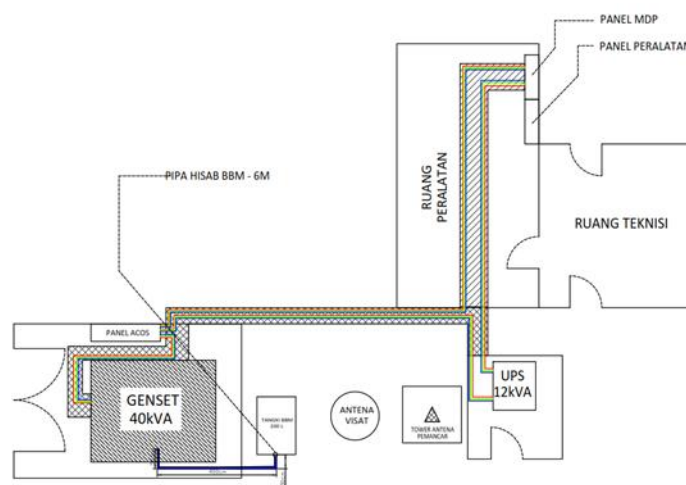
Gambar 7. Desain Rencana Ruang Genset Tampilan 3D Ruang Genset ACOS

#### j. Desain Denah Jalur Pengkabelan



Gambar 8. Desain Denah Jalur Pengkabelan

#### k. Desain Jalur Bahan Bakar Minyak Genset



Gambar 9. Desain Jalur Bahan Bakar Genset

#### l. Rencana Anggaran Biaya



No.	Uraian Pekerjaan/Barang/Material	Volume	Satuan	Harga Satuan	Harga Total
<b>A Pengadaan Suku Cadang/ Material</b>					
1	Genset 40kVA	1	Set	Rp 229.989.783,-	Rp 229.989.783,-
2	Tangki BBM Solar 200 L	1	Set	Rp 3.433.333,-	Rp 3.433.333,-
3	Pembuatan Panel AMF-ATS	1	Set	Rp 26.102.600,-	Rp 26.039.582,-
4	Kabel NYY 4x16 mm <sup>2</sup>	80	Meter	Rp 157.030,-	Rp 12.562.400,-
5	Kabel BC 50 mm <sup>2</sup>	45	Meter	Rp 109.333,-	Rp 4.919.985,-
6	Kabel NYHY 10x2,5 mm <sup>2</sup>	15	Meter	Rp 90.467,-	Rp 1.357.005,-
				<b>Jumlah A</b>	Rp 278.307.088,-
<b>B Pengadaan dan Pemasangan Instalasi</b>					
1	Pengadaan Pekerjaan Pembuatan, Pemasangan Dudukan, dan Knapot Genset	1	Lot	Rp 2.253.866,-	Rp 2.253.866,-
2	Pengadaan Pembuatan Jalur Bahan Bakar Genset	1	Lot	Rp 2.120.667,-	Rp 2.120.667,-
3	Instalasi dan Pemasangan Kabel Power Panel AMF ATS ke MDP & UPS + Grounding	1	Lot	Rp 2.540.000,-	Rp 2.540.000,-
4	Pembuatan Bangunan Ruang Genset & ACOS	1	Lot	Rp 11.311.563,-	Rp 11.311.563,-
5	Commissioning Test	1	Lot	Rp 10.600.000,-	Rp 10.600.000,-
				<b>Jumlah B</b>	Rp 28.826.096,-
<b>Total (A+B)</b>				<b>Jumlah</b>	Rp 335.954.280,-
<b>PPN 11%</b>				<b>Jumlah</b>	Rp 36.954.970,-
<b>Total Biaya RAB</b>				<b>Jumlah</b>	Rp 372.909.250,-

Tabel 4. Rencan Anggaran Biaya

## UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Instansi/perusahaan/lembaga yang telah memberi dukungan yang membantu pelaksanaan penelitian dan atau penulisan artikel.

## SIMPULAN

- Hasil analisa ketidakseimbangan beban pada UPS 12kVA ditemukan hasil persentase pada siang hari sebesar 38,33% dan malam hari sebesar 39,33%, hasil tersebut menunjukkan ketidakseimbangan beban yang tinggi melebihi 30% batas toleransi.
- Untuk menentukan kapasitas genset yang akan dipasang di Airnav Cabang Bandung telah dihitung daya total keseluruhan peralatan terpasang sebesar 19.512 Watt dan I terpasang sebesar 37,05 A. Dari hasil pengukuran daya semu terhitung sebesar 24,356kVA, maka dipilihlah genset dengan kapasitas 40kVA.
- Dengan kapasitas genset 40kVA, maka dapat mensuplai dan backup catu daya cadangan ke seluruh peralatan telekomunikasi penerbangan dan penunjang lainnya. Selain itu apabila genset 1.500kVA PT API mengalami permasalahan atau terjadi kegagalan pada perpindahan sistem penyulang, maka genset 40kVA Airnav Cabang Bandung akan menggantikan untuk mensuplai catu daya cadangan ke peralatan telekomunikasi penerbangan.
- Rancangan ini tidak hanya berfungsi untuk mengetahui berapa kebutuhan backup catu daya cadangan yang diperlukan Airnav Cabang Bandung, namun juga berguna untuk mengetahui hasil analisis permasalahan selain masalah catu daya cadangan yang akan menjadi acuan perbaikan di masa yang akan datang.

## DAFTAR PUSTAKA

- 10, A. (2023). Annex 10: Vol. I (6th ed., Issue November). International Civil Aviation Organization.
- 14, A. (2022). Annex 14: Vol. I (Issue July). International Civil Aviation Organization.
- 2009, B. P. (n.d.). Current-Transformer (CT).
- 2015, K. 103. (2015). KP 103 Tahun 2015 Standar Teknis dan Operasi (Manual Of Standard CASR 171 - 02) tentang Spesifikasi Teknik Fasilitas Telekomunikasi Penerbangan. 175, 26.
- 2019, K. 35. (2019). Kementerian Perhubungan Direktorat Jenderal Perhubungan Udara-Kp 35 Tahun 2019. Peraturan Direktur Jenderal Perhubungan Udara.
- 2023, E. L. (n.d.). TEKNOLOGI ELEKTRO – MEDIS PROGRAM VOKASI UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA 2023. Erika Loniza, S.T., M.Eng.
- Adolph, R. (2017). Buku Informasi Pemeriksaan Kelaikan Fungsi Sistem Pembangkit Listrik Cadangan (Genset). 1–23.
- Ikatan Nasional Konsultan Indonesia. (2023). Pedoman Standar Minimal 2023. Inkindo,
- Lobo, P. (2007). Analisis Selisih Sebagai Bagian Dari Pengendalian Biaya Produksi. Universitas.
- Prayoga, A. B., & Suprianto, B. (2023). Analisis Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Pada Transformator Distribusi Terhadap Rugi Daya (Losses) Dengan Digsilent Power Factory di PT.PLN (Persero) ULP Ngunut. Jurnal Teknik Elektro,

- PUIL. (2011). Puil 2011. DirJen Ketenagalistrikan, 2011(Puil), 1–683.
- Ralinas, D. W. (2012). Analisis Selisih Biaya Produksi untuk Mengukur Efisiensi Biaya (Studi kasus pada CV. Bintang Niaga Jombang-Jember).
- Sentosa Setiadji, J., Machmudsyah, T., & Isnanto, Y. (2008). Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Terhadap Arus Netral dan Losses pada Trafo Distribusi. *Jurnal Teknik Elektro*, 7(2), 58–67.