

ANALISIS KINERJA UPS (UNINTERRUPTIBLE POWER SUPPLY) BEBAN GEDUNG TERMINAL DENGAN BEBAN AIRFIELD LIGHTING SYSTEM

Oki Elfrida Handayani¹, Edy Prasetyo Hidayat², Urip Mudjiono²

Program Studi Teknik Kelitrikan Kapal

Jurusan Teknik Kelistrikan Kapal

Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya

E-mail: oki.elfrida@gmail.com

ABSTRAK

UPS (Uninterruptible Power Supply) memberi daya sementara ketika daya utama mengalami kegagalan sehingga beban tidak mengalami pemadaman. UPS sangat dibutuhkan pada perusahaan agar ketika terjadi pemadaman, beban esensial dapat terus teraliri listrik. UPS dipasang pada beberapa peralatan listrik untuk aplikasi gedung dan AFL (AirField Lighting System). Setiap UPS yang dipasang pada keduanya sangat berbeda karakteristiknya. Diperlukan pendataan terlebih dahulu sebelum memutuskan pemasangan UPS, agar UPS yang digunakan sesuai dengan standart yang diperlukan untuk menjadi supply catu daya cadangan sementara. Kapasitas Suplai UPS pada Gedung Terminal diketahui lebih kecil dibandingkan dengan Airfield Lighting System, dimana kapasitas Suplai UPS pada Gedung Terminal sebesar 32.988VA, sedangkan kapasitas suplai UPS pada Airfield Lighting System sebesar 65.913VA. Nilai %THDi yang dihasilkan pada Airfield Lighting System sangatlah besar hingga mencapai 34,08%, sedangkan pada Gedung Terminal %THDi nya hanya mencapai 10,75% saja. Hal ini dapat menjadi pertimbangan dalam menentukan UPS yang sesuai dengan karakteristik bebannya masing-masing.

Kata Kunci: *AFL (AirField Lighting System), Beban Esensial, Catu daya cangan, UPS (Uninterruptible Power Supply)*

PENDAHULUAN

Listrik merupakan suatu energi yang wajib dipenuhi pada setiap penyedia jasa, termasuk jasa penerbangan di PT. Angkasa Pura I (Persero) Juanda. Setiap komponen pendukung penerbangan hampir seluruhnya menggunakan energi listrik seperti pada beban penerangan, pompa, chiller dan beban lainnya. Selain supply dari PLN, pada keadaan tertentu untuk terjaganya kontinuitas operasi didukung dengan diesel generator set dimana keduanya bersifat independent. Sedangkan catu daya sekunder merupakan sumber cadangan listrik yang diperoleh dari catu daya cadangan, atau

dapat disebut dengan standby power unit. Ada beberapa beban yang harus tersupply oleh listrik, generator set dapat menggantikan supply daya ketika PLN mengalami pemadaman, tetapi generator set dapat bekerja pada detik ke 17 pada saat PLN padam. Demi kelancaran supply listrik saat PLN padam dan generator set belum bekerja, perlu adanya unit yang disebut dengan UPS (*Uninterruptible Power Supply*) untuk catu daya cadangan sementara. Dalam sistim jaringan listrik bandara dapat dikelompokkan menjadi 2 yaitu kelompok esensial dan kelompok non esensial. Dimana kelompok esensial hanya mensuplai beban-beban utama, yang berada

pada AFL (*Airfield Lighting System*) meliputi lampu *runway*, lampu *taxiway*, lampu PAPI (*Precision Approach Path Indicator*), lampu *Approach* dan lampu RGL. Pada saat UPS bekerja, hanya beban Utama pada *Airfield Lighting System* (AFL) yang dialiri listrik, dikarenakan beban utama harus selalu menyala demi kelancaran penerbangan. Sedangkan untuk kelompok non esensial hanya dapat mensuplai pada beban gedung terminal yang meliputi penerangan gedung, pendingin, *baggage conveyor* dan lain sebagainya. UPS menghasilkan keluaran tegangan yang berkualitas karena dapat meminimalisir distorsi tegangan. UPS dipasang diantara sumber listrik utama dan beban yang disuplai. Saat ini, *Uninterruptible Power Supply* (UPS) sudah sangat luas digunakan. Sebagian besar industri yang memanfaatkan UPS tidak mengetahui bahwa UPS dapat menurunkan *power factor* dan menimbulkan harmonisa pada system kelistrikan. Di PT. Angkasa Pura (Persero) Juanda terdapat peralatan yang harus bekerja secara kontinuitas dan tidak boleh mati. Oleh karena itu, dalam penelitian ini akan dilakukan analisa untuk mengetahui perbandingan beban suplai pada gedung terminal dengan beban suplai *Airfield Lightning System*. Maka dalam penulisan tugas akhir ini penulis mengambil judul “ANALISA PERBANDINGAN UPS (*UNINTERRUPTIBLE POWER SUPPLY*) PADA BEBAN GEDUNG TERMINAL DENGAN BEBAN *AIRFIELD LIGHTING SYSTEM* DI PT. ANGKASA PURA I (PERSERO) JUANDA”.

Tujuan yang diperoleh dari tugas akhir ini adalah Mengetahui bagaimana cara kerja UPS sebagai *catu daya cadangan* ketika PLN padam, mengetahui beban apa saja yang disuplai UPS ketika dalam keadaan darurat, mengetahui pemilihan UPS yang sesuai dengan karakteristik beban pada Gedung Terminal dan *Airfield Lighting System* (AFL).

Berdasarkan tujuan penelitian ini

memiliki beberapa manfaat, bagi mahasiswa penyusun tugas akhir, menambah wawasan tentang cara kerja UPS dan pemilihan UPS yang tepat sebagai *catu daya cadangan* di PT. Angkasa Pura I (Persero) Juanda. Selain itu juga dapat membedakan beban-beban apa saja yang harus disuplai oleh UPS dalam keadaan darurat, bagi perusahaan, dapat memfokuskan pemilihan UPS yang tepat sesuai dengan karakteristiknya dan dapat diaplikasikan pada beban yang akan disuplai. Serta dapat melakukan inovasi dalam menciptakan teknologi terbaru yang lebih efisien, dan untuk menjadi acuan dari peneliti pengembangan system UPS yang sebelumnya, bagi PPNS, dapat menjadi referensi pembelajaran dan pengembangan ilmu pengetahuan mata kuliah UPS yang akan diajarkan untuk Jurusan Teknik Kelistrikan Kapal.

Dalam sebuah penelitian hendaknya memiliki sebuah batasan penelitian. Agar permasalahan tidak meluas, maka untuk menghindari batasan masalah yang meluas pada penelitian ini maka perlu diberikan batasan-batasan masalah sebagai berikut yaitu hanya membahas pemilihan UPS yang efisien untuk dipergunakan sebagai *catu daya cadangan* yang dimiliki PT. Angkasa Pura I Juanda.

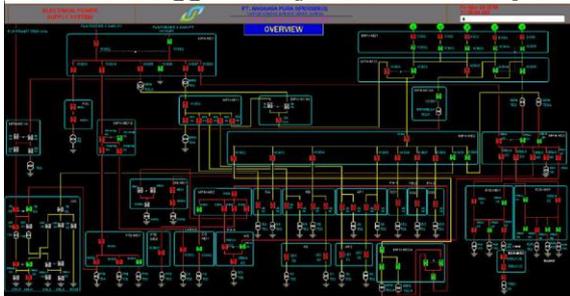
Perbedaan UPS yang digunakan menurut beban – beban yang akan dialirkan listrik cadangan pada PT. Angkasa Pura I Juanda, tidak menyangkut perhitungan biaya-biaya perihal UPS yang akan digunakan, tidak membahas rangkaian UPS dan perhitungan inverter pada UPS yang dipakai.

Kajian Pustaka

a. Sistem Jaringan dan Distribusi Tenaga Listrik

Sistem distribusi adalah penyaluran energi listrik dari pembangkitan tenaga listrik (*power station*) hingga sampai kepada konsumen (pemakai) pada tingkat tegangan yang diperlukan. Pembagian jaringan distribusi dapat dibedakan menjadi 2

kelompok yaitu kelompok esensial dan kelompok non esensial. Distribusi tenaga listrik digunakan untuk menyalurkan tenaga listrik dari pusat beban ke masing-masing pemakai tenaga listrik. Pada Gambar 1 ditampilkan Sistem Distribusi yang berasal dari PLN hingga menuju beban-bebannya.



Gambar 1. Sistem distribusi PLN (PT. Angkasa Pura 1 Juanda, 2017)

b. Airfield Lighting System (AFL)

Airfield Lighting System (AFL) merupakan istilah yang digunakan pada bandara yang bertugas untuk membantu dan melayani pilot secara visual menggunakan berbagai jenis lampu pada saat pesawat melakukan proses tinggal landas, mendarat, dan melakukan taxi agar dapat bergerak secara efisien dan aman. Secara umum lampu AFL yang terdapat pada wilayah bandara (landing movement) dikelompokkan menjadi tiga jenis lampu yaitu lampu *Runway*, lampu *Taxiway* dan *Apron*. Setiap jenis lampu AFL memiliki nama lampu rambu yang berbeda sesuai dengan lokasi penempatannya. Pada area *Airfield Lighting System* terdapat sebuah landasan pacu, dimana pada setiap ujung landasannya terdapat kode angka dan huruf. Pada dasarnya kode angka dan huruf tersebut menunjukkan *azimuth*/sudut dari ujung *Runway* terhadap arah utara pada peta. Khususnya di Bandara Juanda memiliki kode landasan yang berbeda pada sisi Barat dan sisi Utara. Pada sisi barat kode landasannya yaitu R10, sedangkan pada sisi Utara kode landasannya yaitu R28. Detail Gambar Area *Airfield Lighting System* pada Bandar Udara Juanda dapat dilihat pada Gambar 2 di bawah ini.

Gambar 2. Gambar bagian-bagian Airfield Lighting System (PT. Angkasa Pura 1 Juanda,2017)

c. Uninterruption Power Supply (UPS)

UPS adalah sumber tenaga alternative sementara yang menggantikan n suplai tenaga listrik utama (PLN) dan bekerja ketika PLN padam dan sebelum genset menyala, agar beban-beban utama (esensial) tidak mengalami pemadaman. UPS merupakan sistem yang berdiri sendiri terhadap sistem suplai tenaga listrik, serta dapat menangani permasalahan gangguan listrik seperti gangguan spike, tegangan tersien maupun distorsi harmonisa/noise. UPS yang dipasang pada gedung terminal dengan AFL berbeda tipe. Pada Aplikasi gedung Terminal UPS dipasang parallel, sedangkan UPS untuk AFL dipasang dengan tipe *Standing Alone* (berdiri sendiri). Contoh pemasangan UPS dengan tipe parallel dapat dilihat pada Gambar 2.12 di bawah ini.



Gambar 3. Uninterruption Power Suplly (PT. Angkasa Pura 1 Juanda, 2017)

Fungsi dari UPS adalah sebagai berikut:

Menjamin suplai daya pada saat gangguan (gagal) catu daya utama, maka baterai segera menggantikan suplai ke beban selama waktu cadangan (back up) dan memberikan kesempatan waktu yang cukup untuk menghidupkan genset (generator set); Menetralisasi perubahan

frekuensi dan saluran tegangan; UPS secara otomatis dapat melakukan stabilisasi tegangan. Ketika terjadi perubahan tegangan pada input sehingga output yang digunakan sistem berupa tegangan yang stabil; Menghindarkan beban dari gangguan distorsi dan *noise* lonjakan tegangan pada tegangan catu daya utama yang akan mengenai beban; *User friendly* dan mudah dalam instalasi.

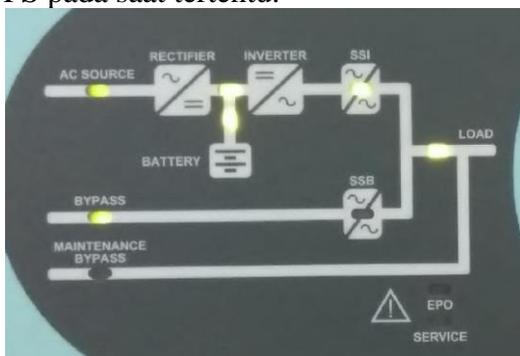


UPS selain mempunyai fungsi penting juga mempunyai beberapa jenis. Jenis-jenis UPS

dapat dibedakan menjadi 3, diantaranya yaitu:

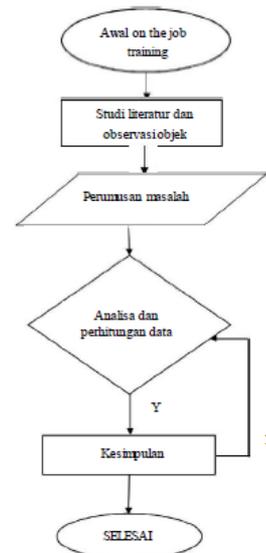
1. *On line UPS*
2. *Off line UPS*
3. *Line-Interactive UPS*

Di dalam UPS terdapat beberapa komponen penunjang seperti *Rectifier*, *Inverter*, *Static Switch* dan Baterai. Masing-masing komponen mempunyai kegunaan dan fungsi yang berbeda. Umumnya, pada setiap UPS terdapat display jalur UPS nya. Contoh dari display komponen UPS dapat dilihat pada Gambar 4. Selain itu fungsi dari display komponen UPS sendiri ditujukan untuk mengetahui/memonitoring keadaan UPS pada saat tertentu.



Gambar 4. Display Komponen pada UPS (PT. Angkasa Pura 1 Juanda)

Dalam penyusunan tugas akhir ini diperlukan adanya suatu penulisan yang sistematis dengan tujuan memudahkan penulis agar maksimal dan dapat selesai tepat waktu. Tahapan penelitian dalam menyelesaikan penelitian ini dapat juga digambarkan dengan diagram alir pelaksanaan, lihat Gambar 5 berikut ini:



Gambar 5. Diagram Alir Pelaksanaan

a. Sumber Energi Listrik pada Bandar Udara

Sumber energi listrik pada Bandara Juanda berasal dari PLN dan *generator set* (*genset*). Bandara Udara Juanda mendapatkan suplai PLN melalui dua gardu, yaitu gardu penyulang Sedati dan gardu penyulang Pranti. PT Angkasa Pura I Juanda sendiri berlangganan PLN dengan kapasitas tegangan 20kV, frekuensi 50Hz, 3 fase dengan daya listrik masing-masing gardu berbeda. Gardu penyulang Sedati menyuplai dengan kapasitas daya 13MVA dan kapasitas daya sebesar 3,5MVA berasal dari gardu penyulang Pranti. Pada Gambar 4.1 di bawah ini akan ditampilkan Panel Suplai Utama yang berasal dari PLN.

PEMBAHASAN

METODE PENELITIAN



Gambar 6. Panel Suplai PLN (PT. Angkasa Pura 1 Juanda, 2017)

Sedangkan sumber energi listrik cadangan berasal dari *generator set* (genset) yang berlokasi di *Main Power House* (MPH), terdapat 9 unit genset dimana 5 unit genset untuk menyuplai Terminal 1 dengan kapasitas 1500kVA dan 4 unit genset lainnya untuk menyuplai Terminal 2 dengan kapasitas masing-masing 2030 kVA. Berikut Gambar 7 adalah Generator Set pada terminal 1 dan spesifikasi genset dapat dilihat pada tabel 4.1 berikut ini.



Gambar 7. Generator Set Terminal 1 (PT. Angkasa Pura 1 Juanda, 2017)

Tabel 2. Data Spesifikasi Genset PT. Angkasa Pura 1 Juanda)

	Terminal 1	Terminal 2
Model	S16R-PTA	MGS2000B
Gen. Output	1500kVA/1200kW	2030kVA/1624kW
Tegangan	6600Volt	380Volt
Frekuensi	50Hz	50Hz
Power Factor	0.8	0.8
Speed	1500rpm	1500rpm
Overload	10%	-
Current	-	3084A

(Sumber: PT. Angkasa Pura I Juanda, 2017)

Tidak hanya genset, PT. Angkasa Pura I Juanda mempunyai suatu catu daya cadangan sementara yang menyalurkan tenaga listrik secara terus menerus (kontinyu) dalam waktu tertentu (saat suplai

PLN mengalami pemadaman/gangguan dan genset belum menyala). Catu daya cadangan sementara tersebut adalah *Uninterruptible Power Supply* (UPS). Pemadaman yang diakibatkan oleh PLN biasanya terjadi karena pemeriksaan rutin setiap bulannya untuk menjaga kualitas dan menyempurnakan suplai cadangan di PT. Angkasa Pura I Juanda. Selain itu pemadaman terjadi ketika adanya gangguan pentanahan (*Grounding*) yang diakibatkan oleh faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal terjadinya gangguan pentanahan biasanya terjadi akibat kesalahan/keteledoran dari pegawai, sedangkan untuk faktor eksternal biasanya diakibatkan oleh faktor alam yang meliputi cuaca (hujan, petir, angin) serta gangguan-gangguan alam lainnya.

b. Cara Kerja UPS

Suplai daya utama PT. Angkasa Pura I Juanda diperoleh dari PLN, sedangkan jika terjadi gangguan atau pemadaman maka suplai daya cadangan akan bekerja. Beberapa perangkat tidak boleh ikut padam, maka tugas UPS lah yang akan menggantikan posisi suplai cadangan sebelum genset bekerja. UPS memiliki dua sumber daya listrik, *Primary Power Source* (yang berasal dari PLN) dan *Secondary Power Source* (berasal dari baterai UPS). Jika *Primary Power Source* tidak berfungsi maka saklar pemindah akan mengaktifkan *Secondary Power Source* secara otomatis.

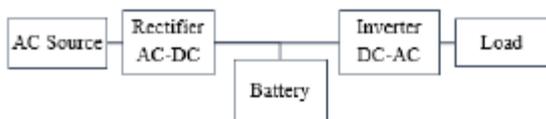
UPS dipasang diantara suplai daya utama dengan suplai daya cadangan generator set (genset). Pada Gambar 4.3 di bawah ini adalah gambar Diagram Alir Suplai Daya Cadangan. Sertifikasi Main Switch Board adalah pengujian yang dilakukan di pabrik pembuat sebelum Main Switch Board dibawa ke kapal untuk dipasang. Pada sertifikasi Main Switch Board dilakukan bermacam-macam pengujian dan hasil pengujian di catat. Berikut ini adalah penjelasan tahapan pengujian panel Main Switch Board

berdasarkan Biro Klasifikasi Indonesia (BKI).

mensuplai UPS 1 dan UPS 2 fungsinya untuk mencharger masing-masing UPS. Pada saat PLN mengalami pemadaman, secara otomatis MCCB akan terputus. UPS akan menggantikan posisi suplai listrik ke beban sementara sebelum genset menyala. Sehingga pada saat peralihan dari PLN menuju genset tidak akan terjadi kedipan, beban akan menyala terus menerus (kontinyu) sehingga dapat digunakan secara efisien. Untuk mengetahui bagaimana UPS pada gedung terminal dapat bekerja, maka dapat dilihat single line diagramnya pada Gambar 10 di bawah ini.

Gambar 8. Diagram Alir Suplai Daya Cadangan

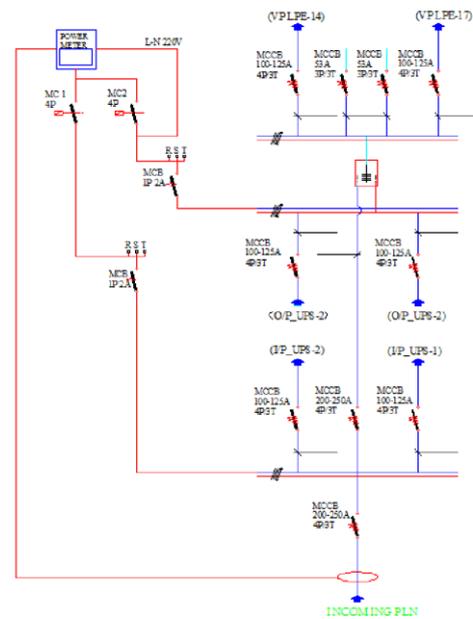
Pada saat UPS menjadi suplai daya cadangan, *Generator set* (Genset) mulai bekerja. Setelah genset siap mengalirkan arus listrik, maka UPS memutuskan suplai ke beban dan digantikan oleh *Generator set* (Genset). Sedangkan pada Gambar 9 di bawah ini menjelaskan tentang Diagram Alir Cara Kerja UPS.



Gambar 9. Diagram Alir Cara Kerja UPS

Output UPS membutuhkan arus listrik AC (bolak-balik), sedangkan arus listrik dari hasil baterai berupa arus DC. Maka dari itu di dalam UPS terdapat inverter untuk mengubah arus DC menjadi arus AC. Dan di dalam UPS terdapat pula rectifier untuk mengubah arus AC menjadi arus DC untuk disimpan di dalam baterai. Aplikasi UPS mempunyai cara kerja yang berbeda.

Setelah mengetahui garis besar cara kerja UPS, dapat juga mengetahui bagaimana cara kerja UPS pada Gedung Terminal. Secara umum, ketika PLN menyala akan



Gambar 10. Single Line diagram UPS Gedung Terminal

Ketika generator set mulai bekerja dan mengalirkan listrik, secara otomatis UPS akan memutuskan suplai cadangan ke beban (area *Check-In*) dan digantikan oleh suplai dari generator set. Pada saat generator set bekerja, tidak ada aliran listrik yang mengalir untuk mencharger/mengisi UPS.

UPS hanya akan *dicharger*/diisi pada saat suplai dari PLN normal kembali. Sistem ring dari suplai PLN dapat *mencharger* UPS dan langsung dialirkan menuju beban-bebannya. Pada saat kondisi suplai utama normal, maka beban yang disuplai oleh PLN sebesar 100% yang meliputi beban penerangan, unit komputer serta *neon sign* yang ada pada gedung terminal. Ketika suplai utama mengalami pemadaman, maka UPS akan menunjang suplai cadangan sementara pada area check-in yang terdiri dari seluruh *power outlet* (unit komputer) dan sebagian penerangan sebesar 35,65% saja yang dapat disuplai oleh UPS pada keadaan darurat. Pada Tabel 3 akan dijabarkan list beban suplai pada gedung terminal dan pada Tabel 4 tentang perhitungan beban suplai UPS pada gedung terminal 1.

Tabel 3. List Beban Terminal 1

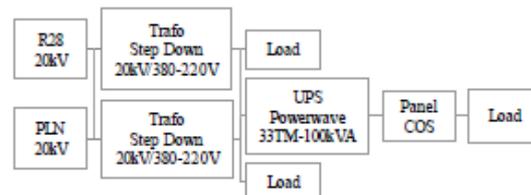
Nama Beban	Load (W)			Total Daya (W)	Total Daya (VA)
	R	S	T		
Lighting	13833,6	13.204	13.224	40.261,6	50.327
Power Outlet	9.300	10.280	9.860	29.440	36.800
Neon Sign	900	1.620	1.800	4.320	5.400
Total	24.033	25.104	24.884	74.021,6	92.527

Tabel 4. Presentase Beban Suplai UPS pada Area Check-In

Nama Beban	Load (W)			Total Daya (W)	Total Daya (VA)	Arus (A)	Tegangan (V)
	R	S	T				
Lighting	6.377,6	4.464	1.704	12.545,6	15.682	71,28	220
Power Outlet	1.920	3.684,8	8.240	13.844,8	17.306	78,66	220
Total	8.297,6	8.148,8	9.944	26.390,4	32.988		
Total Beban Seluruhnya				74.021,6	92.527		
Persentase				35,65%	35,65%		

UPS pada R10 disuplai oleh PLN melalui panel distribusi yang berada pada gedung MPH. Sistem suplai UPS pada R10 dengan R28 dihubungkan dengan sistem ring. Tipe UPS pada R10 ini berbeda dengan tipe UPS pada gedung terminal yang dipasang secara parallel, tetapi UPS yang dipakai pada R10 ini adalah tipe *standing alone* (berdiri sendiri). Jika PLN dalam kondisi menyala, akan dialirkan menuju Trafo step down untuk diturunkan tegangannya. Setelah tegangannya menjadi 380/220V akan dialirkan menuju beban *Airfield Lighting System* yang meliputi

Runway, Taxiway, RGL (Runway Ground Light), PAPI (Precision Approach Path Indicator), AFL control, TX Station dan standby unit. Output dari Trafo tidak hanya mensuplai beban AFL tetapi juga untuk *mencharger* UPS. Dapat dilihat pada Gambar 11 tentang blok diagram UPS pada *Airfield Lighting System (AFL)*.



Gambar 11. Blok Diagram UPS pada Airfield Lighting System (AFL)

c. Pemilihan UPS

Pemilihan UPS untuk beban Gedung Terminal dengan beban *Airfield Lighting System* sangatlah berbeda. Perbedaan tersebut berada pada jumlah kapasitas suplai beban serta timbulnya harmonisa pada beban elektroniknya. Sebelum menentukan merk dan tipe UPS apa yang akan dipakai, alangkah baiknya melihat spesifikasi teknis dari masing-masing UPS. Selanjutnya pada point 4.4.1 akan dijelaskan mengenai pemilihan UPS pada Gedung Terminal, dan point 4.4.2 dijelaskan mengenai pemilihan UPS pada *Airfield Lighting System*.

Pada umumnya, jika ingin menghitung kapasitas beban yang akan disuplai maka akan menghitung keseluruhan beban yang akan disuplai dan dikalikan dengan power factornya. Tidak jauh dari hal tersebut, pemilihan UPS untuk beban Gedung Terminal hanya menghitung jumlah keseluruhan beban yang akan disuplai. Total beban yang tersuplai oleh UPS sebesar 32.988VA atau 35,63% dari total keseluruhan beban suplai utama dari PLN sebesar 92.597VA. Untuk menentukan kapasitas UPS yang akan digunakan harus lebih besar 20%-25% dari kapasitas suplai bebannya.

Berdasarkan rumus (2.7) pada Bab II

poin 2.3.6,

Diketahui:

Pbeban = 32.988VA

Efisiensi = 25%

Maka:

Kapasitas UPS = Pbeban + (Efisiensi X Pbeban)

$$= 32.988 + (25\% \times 32.988)$$

$$= 41.235VA$$

Dengan didapatkan jumlah kapasitas UPS sebesar 41.275VA atau sebesar 41kVA, maka UPS yang dipilih kapasitasnya boleh melebihi dari 70 hasil perhitungan. Current Total Harmonic Distortion (THDI) pada gedung terminal mencapai 10,75%. Sedangkan Voltage Total Harmonic Distortion (THDV) pada gedung terminal hanya mencapai 0,2% saja. Pada Gedung Terminal, UPS yang dipilih memakai kapasitas sebesar 60kVA, dan menggunakan UPS dengan type AECIST5. Tabel Spesifikasi UPS pada Gedung Terminal ini dapat dilihat pada Tabel 5 sebagai berikut.

Tabel 5. Data Utama UPS pada Gedung Terminal Type ABC ISTS-60kVA

General Data	Gedung Terminal AEC IST50-60kVA
Capacity	60kVA (IST50-60)
Input voltage	380V/400V 415V (line to line), 50/60HZ
Power factor	>0.99
Input current THD	<3%
Input voltage window	-20% - +25% full load 70% to 100% power derating between (-40-20%)
Frequency window	40-70Hz
Output voltage	380V/400V 415V (line to line)
Voltage THD	THD<1% (linier load), THD <5% (non linier load)
Frequency tracking range	50/60Hz = 3Hz adjustable
Overload capatibility	102% long time operation 110% transfer to bypass after 1 hour 125% transfer to bypass after 10 minutes 150% transfer to bypass after 1 minute > 150% transfer to bypass after 200 ms

Tidak jauh berbeda dengan Pemilihan pada Gedung Terminal, bahwa untuk memilih UPS pada beban *Airfield Lighting Sytem* juga harus menghitung beban yang akan disuplai, selain itu yang tidak kalah pentingnya yaitu menentukan Input Current THD dan voltage THD nya agar sesuai dengan keadaan di lapangan. Total beban yang tersuplai oleh UPS sebesar 65.913VA atau 35,37% dari total keseluruhan beban

suplai utama dari PLN sebesar 186.346VA. Untuk menentukan kapasitas UPS yang akan digunakan harus lebih besar 20%-25% dari kapasitas suplai bebannya.

Berdasarkan rumus (2.7) pada Bab II poin 2.3.6,

Diketahui:

Pbeban = 65.913VA

Efisiensi = 25%

Maka:

Kapasitas UPS = Pbeban + (Efisiensi X Pbeban)

$$= 65.913 + (25\% \times 65.913)$$

$$= 82.391VA$$

Dengan didapatkan jumlah kapasitas UPS sebesar 82.391VA atau sebesar 82kVA, maka UPS yang dipilih kapasitasnya boleh melebihi dari hasil perhitungan. Current Total Harmonic Distortion (THDI) pada Airfield Lighting Sytem sangatlah besar hingga mencapai 30,28%. Sedangkan untuk Voltage Total Harmonic Distortion (THDV) pada Airfield Lighting Sytem tidak begitu besar dan hanya mencapai 0,6% saja. Pada Airfield Lighting Sytem, UPS yang dipilih memakai kapasitas sebesar 100kVA, dan menggunakan UPS dengan type Newave Powerwave TM-33. Tabel Spesifikasi UPS pada Airfield Lighting Sytem ini dapat dilihat pada Tabel di bawah ini.

Tabel 6. Data Utama UPS pada AFL type Newave Powerwave 33 TM

General Data	AFL Newave Powerwave 33 TM
Capacity	100kVA – standalone
Input voltage	3x380/220V+N, 3x400/230V+N, 3x415/240V+N
Power factor	0.99 at 100% load
Input current THD	<3,5% at 100%
Input voltage window	for load <100% (-23%+15%), <80% (-30%+15%), <60% (-40%+15%)
Frequency window	35-70Hz
Output voltage	3x380V/220V+N, 3x400/230V+N, 3x415/240V+N
Voltage THD	<2%
Frequency tracking range	50/60Hz
Overload capatibility	125% up to 10 minutes 150% up to 1 minute

d. Perbandingan UPS

UPS yang dipergunakan pada Gedung Terminal dan *Airfield Lighting System* sangatlah berbeda. Terdapat beberapa perbedaan, selain kapasitas yang berbeda

ada pula dari segi efisiensi, output dan input windownya. Pada Newave Powerwave TM-33 memiliki beberapa kelebihan yaitu:

Sege Efisiensi, Newave Powerwave TM-33 ini mempunyai desain yang transformerless dan *Energy Saving Inverter Switching* (ESIS). Powerwave TM-33 memberikan efisiensi tinggi secara parsial dan beban penuh hingga 96%. Tingkat efisiensi ini umumnya dapat mengurangi biaya perawatan UPS selama bekerja dan dapat memperpanjang umur komponen.

Sege Faktor Daya, Powerwave TM-33 ini faktor dayanya mendekati 99% pada beban Parsial. Dengan demikian dapat mengurangi biaya instalasi input menggunakan kabel yang lebih kecil dan menghindari penggunaan yang tidak diperlukan dari komponen fase tambahan yang mengakibatkan efisiensi menjadi tinggi.

Sege *Total Harmonic Distortion* (THD), Powerwave TM-33 secara aktif mengelola total arus masukan ke tingkat yang lebih rendah yaitu <3,5% pada beban 100%. Teknologi unik Powerwave menetralkan emisi harmonisa pada masukan sistem UPS. Memberikan keandalan yang lebih besar dan memperpanjang masa kerja dari keseluruhan peralatan, dengan cara menghindarkan seluruh komponen dari panas yang berlebihan akibat harmonisa yang tinggi.

Sedangkan Pada UPS dengan merk AEC IST5 mempunyai kelebihan sebagai berikut:

Sege Efisiensi, AEC IST5 ini mempunyai efisiensi hingga mencapai 95% pada beban penuh. Perancangan modular subsistem, untuk memudahkan perawatan. Serta perlindungan self-diagnostik elektronik yang baik.

Sege Faktor Daya, UPS tipe ini mempunyai faktor daya input mendekati 1 yang artinya dapat mencapai sampai dengan 99%. Dilengkapi dengan perlindungan terhadap pencahayaan.

Sege *Total Harmonic Distortion*

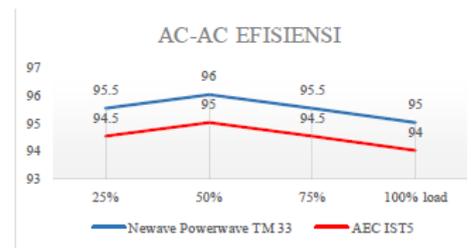
(THD), AEC IST5 secara aktif mengelola total arus masukan ke tingkat yang lebih rendah yaitu <3% pada beban 100% dan menetralkan harmonisa pada msukan UPS nya. Performa dan kehandalan tinggi, dirancang untuk melindungi peralatan secara baik.

Perbedaan-perbedaan tersebut dapat ditarik kesimpulan menjadi perbandingan tiap UPS nya seperti dalam Tabel 7 di bawah ini.

Tabel 7. Perbandingan UPS

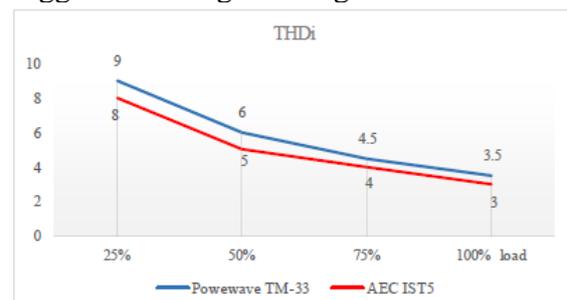
No	Parameter	Newave Powerwave TM-33 Airfield Lighting System	Terminal 2 Gedung Terminal
1	Input Current THD	<3,5%	<3%
2	Voltage THD	<2%	<1%
3	Voltage Unbalance	100% Possible	1%
4	Input Voltage	Beban 100% (-23%, 15%)	Beban Penuh (-20%, 25%)
5	Efisiensi Sistem	96%	95%

Berikut ini akan diampilkkan grafik perbedaan UPS dengan tipe AEC IST5 dan Newave Powerwave TM-33. Dapat dilihat pada Gambar 12 dan 13 dibawah ini.



Gambar 12. Grafik Perbedaan Efisiensi Powerwave TM-33 dan AEC IST5

Dari Grafik di atas dapat ditarik kesimpulan bahwa ntuk UPS dengan merk Newave type Powerwave TM-33 efisiensinya lebih tinggi hingga mencapai 96%, sedangkan UPS dengan merk AEC tipe IST5 efisiensinya dibawah 96%. Dari segi efisiensi, Newave Powerwave TM-33 lebih unggul dibandingkan dengan AEC IST5.



Gambar 13. Grafik THDi

Dari Grafik di atas dapat ditarik kesimpulan bahwa UPS dengan merk AEC tipe IST5 input %THDi lebih kecil yaitu sebesar <3%, sedangkan pada UPS dengan merk Newave tipe Powerwave TM-33 selisihnya hanya 0.5% dari UPS dengan merk AEC tipe IST5 yaitu input %THDi mencapai <3.5%.

KESIMPULAN

Berdasarkan Hasil dari Analisa yang dilakukan terhadap masalah yang menjadi bahan Tugas Akhir ini, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

Terdapat perbedaan hasil Perhitungan Kapasitas Suplai UPS antara Gedung Terminal dengan Airfield Lighting System. Dimana kapasitas Suplai UPS pada Gedung Terminal sebesar 32.988VA, sedangkan kapasitas suplai Airfield Lighting System sebesar 65.913VA. Kapasitas Suplai UPS pada Gedung Terminal diketahui lebih kecil dibandingkan pada Airfield Lighting System.

Pada beberapa beban pada Gedung Terminal dan Airfield Lighting Sytem dapat menimbulkan harmonisa. Perhitungan Current Total Harmonic Distortion (%THDI) pada Airfield Lighting Sytem hasilnya lebih tinggi hingga mencapai 34,08% dan pada Gedung Terminal juga menghasilkan hasil (%THDI) yang cukup tinggi yaitu sebesar 10,75%. Dimana Hasil dari kedua (%THDI) tersebut melampaui Standarisai yang tercantum dalam IEEE-519 yaitu sebesar 8%.

Pada Perhitungan Voltage Total Harmonic Distortion pada Gedung Terminal dan Airfield Lighting System hasilnya masih dalam keadaan aman, dimana pada standarisasi yang tercantum dalam IEEE-519 menyatakan bahwa (%THDV) maksimalnya adalah 5%. Pada Airfield Lighting System (%THDV) nya hanya mencapai 0,68% saja, dan untuk Gedung Terminal (%THDV) nya lebih kecil yaitu

0,2%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]N. Pothirasan and M. P. Rajasekaran, "Automatic vehicle to vehicle communication and vehicle to infrastructure communication using NRF24L01 module," *2016 Int. Conf. Control Instrum. Commun. Comput. Technol. ICCICCT 2016*, pp. 400–405, 2017.
- [2]S. Silvirianti, A. S. R. Krisna, A. Rusdinar, S. Yuwono, and R. Nugraha, "Speed control system design using fuzzy-pid for load variation of automated guided vehicle (agv)," *Proc. 2017 2nd Int. Conf. Front. Sensors Technol. ICFST 2017*, vol. 2017–Janua, pp. 426–430, 2017.
- [3]R. K. A. Sakir, A. Rusdinar, S. Yuwono, A. S. Wibowo, Silvirianti, and N. T. Jayanti, "Movement control algorithm of weighted automated guided vehicle using fuzzy inference system," *2017 2nd International Conference on Control and Robotics Engineering (ICCRE)*. IEEE, pp. 135–139, Apr-2017.
- [4]P. Ghosh, J. A. Tran, and B. Krishnamachari, "ARREST: A RSSI Based Approach for Mobile Sensing and Tracking of a Moving Object," 2017.
- [5]V. Jaiganesh, J. Dhileep Kumar, and J. Girijadevi, "Automated guided vehicle with robotic logistics system," *Procedia Eng.*, vol. 97, no. December, pp. 2011–2021, 2014.
- [6]S. Barai, D. Biswas, and B. Sau, *Estimate distance measurement using NodeMCU ESP8266 based on RSSI technique*, vol. 2018–Janua. 2018.
- [7]A. De Angelis *et al.*, "Design and Characterization of a Portable Ultrasonic Indoor 3-D Positioning System," *IEEE Trans. Instrum. Meas.*, vol. 64, no. 10, pp. 2616–2625, 2015.

Jurnal 7 Samudra
Politeknik Pelayaran Surabaya
Vol. 7, No.1, Bulan Juni 2022

p-ISSN: 2502-1621
e-ISSN: 2656-1611