EVALUASI KEANDALAN SISTEM *EMERGENCY POWER SUPPLY* (EPS) PADA GEDUNG OPERASIONAL TVRI JAWA TENGAH

Muhammad Taufiqurrohman[1)], dan Dedi Nugroho[2)]
[1,2)]Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Sultan Agung
Jl. Kaligawe Raya No 4, Terboyo Kulon, Kec. Genuk, Kota Semarang, Jawa Tengah 50112
e-mail: muhammadtaufiqcr96@gmail.com[1)], dan dedi.nugroho@unissula.ac.id[2)]

ABSTRACT

The Emergency Power Supply (EPS) system plays an important role in maintaining the operational continuity of television broadcasting facilities, particularly the Operational Building of TVRI Central Java. This study aims to evaluate the operational condition of the EPS system, the loading level of each UPS unit, and component reliability based on failure and maintenance history. An evaluative case study with a quantitative-descriptive approach was applied, using primary data (observation and interviews) and secondary data (operational, failure, and maintenance history for May 2023-May 2026), analyzed through UPS loading percentage and the reliability parameters Mean Time Between Failure (MTBF), Mean Time To Repair (MTTR), Availability, and Reliability. The results show that the EPS system, comprising four distributed online UPS units, one main generator set, and one redundant generator set, is generally able to maintain continuous power supply to critical loads. UPS 1 experienced an overload condition (111.41% loading) during peak load with the highest failure history, while UPS 2,3, and 4 remained within capacity limits with availability above 99.99%. Both generator sets showed high reliability, although switchover to the redundant unit still requires operator intervention. Overall, the EPS configuration is assessed as reliable, although additional UPS 1 capacity and expanded UPS protection coverage are recommended to further improve system reliability.

Keywords: *Availability, Emergency Power Supply, Generator Set, Reliability, UPS*

ABSTRAK

Sistem Emergency Power Supply (EPS) berperan penting dalam menjaga kontinuitas operasional gedung penyiaran televisi, khususnya Gedung Operasional TVRI Jawa Tengah. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi kondisi operasional sistem EPS, tingkat pembebanan tiap unit UPS, serta keandalan komponen berdasarkan histori gangguan dan pemeliharaan. Penelitian dilakukan dengan pendekatan studi kasus kuantitatif deskriptif menggunakan data primer (observasi dan wawancara) serta data sekunder (data operasional, histori gangguan dan pemeliharaan periode Mei 2023-Mei 2026), yang dianalisis melalui persentase pembebanan UPS dan parameter keandalan Mean Time Between Failure (MTBF), Mean Time To Repair (MTTR), Availability, dan Reliability. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem EPS yang terdiri atas empat unit UPS online terdistribusi, satu genset utama, dan satu genset redundan secara umum mampu mempertahankan kontinuitas suplai daya pada beban kritis. UPS 1 mengalami kondisi overload (111,41%) saat beban puncak dengan histori gangguan terbanyak, sedangkan UPS 2,3, dan 4 masih berada dalam batas kapasitas dengan availability di atas 99,99%. Genset utama dan genset redundan juga menunjukkan keandalan tinggi, meskipun perpindahan ke genset redundan masih memerlukan intervensi operator. Secara keseluruhan, konfigurasi sistem EPS dinilai andal, namun penambahan kapasitas UPS 1 dan perluasan cakupan perlindungan UPS diperlukan untuk meningkatkan keandalan sistem.

Kata Kunci: *Availability, Emergency Power Supply, Genset, Keandalan, UPS*

I. PENDAHULUAN

KEANDALAN *(reliability)* suatu sistem penyediaan daya cadangan (*Emergency Power Supply*/EPS) merupakan faktor penting dalam menjamin kontinuitas operasional fasilitas kritis, termasuk gedung penyiaran televisi. Tingkat keandalan yang tinggi pada sistem EPS dapat mengurangi kemungkinan terjadinya gangguan pasokan daya yang berpotensi menghambat proses siaran dan kontinuitas layanan informasi publik.

Pada Gedung Operasional TVRI Jawa Tengah, sistem EPS terdiri atas empat unit UPS *online* yang bekerja secara terdistribusi, serta satu genset utama dan satu genset redundan sebagai sumber daya cadangan [8]. Konfigurasi UPS yang terdistribusi menyebabkan tingkat pembebanan pada masing-masing unit berbeda-beda. Kondisi tersebut dapat menyebabkan sebagian unit memiliki tingkat pembebanan yang relatif tinggi dan berpotensi mengalami *overload* apabila seluruh beban mencapai kondisi maksimum secara bersamaan, sementara unit lainnya masih memiliki kapasitas cadangan. Oleh karena itu, evaluasi terhadap tingkat pembebanan dan keandalan masing-masing unit UPS diperlukan untuk mengetahui kondisi operasional sistem EPS serta mengidentifikasi bagian yang memerlukan perhatian lebih lanjut.

Salah satu pendekatan untuk mengevaluasi keandalan sistem EPS adalah melalui analisis histori gangguan dan

Jurnal Elektrika Vol. 18 No. 2 2026 P-ISSN 2085-0565 | E-ISSN 2580-8486
Received 9 Sep 2026, Revised 31 Oct 2026, Accepted 31 Oct 2026
DOI 10.26623/elektrika.v18i2.16062

pemeliharaan menggunakan parameter *Mean Time Between Failure* (MTBF), *Mean Time To Repair* (MTTR), *Availability*, dan *Reliability*. Analisis tersebut dapat digunakan untuk mengevaluasi kondisi operasional peralatan, menilai karakteristik kegagalan dan waktu pemulihan, serta menjadi bahan pertimbangan dalam evaluasi pemeliharaan dan peningkatan keandalan sistem kelistrikan penyiaran. Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kondisi operasional sistem EPS, menganalisis tingkat pembebanan masing-masing unit UPS, serta menghitung parameter keandalan UPS dan genset pada Gedung Operasional TVRI Jawa Tengah.

II. KAJIAN PUSTAKA

Uninterruptible Power Supply (UPS) merupakan perangkat yang menyediakan suplai daya sementara secara kontinu tanpa jeda ketika terjadi gangguan pada sumber utama, dengan menyimpan energi listrik pada baterai yang digunakan sebagai sumber cadangan [2], [9]. Berdasarkan prinsip kerjanya, UPS dibedakan menjadi tiga jenis, yaitu UPS *offline (standby)* yang menyalurkan sumber utama langsung ke beban dan baru berpindah ke baterai saat terjadi gangguan, UPS *line interactive* yang dilengkapi *Automatic Voltage Regulator* untuk memperbaiki fluktuasi tegangan, dan UPS *online double conversion* yang selalu menyuplai beban melalui *inverter* sehingga tidak memiliki waktu perpindahan *(zero transfer time)* dan kualitas tegangan keluaran lebih stabil [2]. UPS tipe *online* umumnya digunakan pada fasilitas penyiaran televisi karena tingkat kontinuitas daya yang lebih tinggi dibandingkan dua jenis lainnya.

Konfigurasi UPS dapat dibedakan menjadi konfigurasi terpusat *(centralized UPS)* dan konfigurasi terdistribusi *(distributed UPS)* [8], [9]. Pada konfigurasi terpusat, satu unit UPS berkapasitas besar menyuplai beberapa kelompok beban kritis secara bersama-sama, sehingga kegagalan pada UPS tersebut berpotensi mengganggu seluruh beban yang dilayani *(single point of failure)*. Sebaliknya, pada konfigurasi terdistribusi, setiap unit UPS ditempatkan dekat dengan kelompok beban tertentu sehingga gangguan pada satu unit UPS umumnya hanya memengaruhi sebagian beban tanpa menghentikan keseluruhan sistem [8], [12]. Dalam sistem EPS, UPS juga berperan sebagai *bridging system*, yaitu penyangga sementara yang menjaga beban kritis tetap aktif selama jeda waktu antara padamnya sumber utama dan siap beroperasinya genset, sebelum beban dipindahkan melalui panel *Automatic Transfer Switch* (ATS) dan *Automatic Mains Failure* (AMF) [1], [2], [4], [13].

Sebagai pertimbangan operasional dan perencanaan kapasitas, tingkat pembebanan UPS perlu dievaluasi agar tersedia kapasitas cadangan yang memadai serta tidak terjadi pembebanan berlebih. Pembebanan yang terlalu tinggi akan menurunkan *runtime* dan mempercepat penurunan performa baterai, sedangkan pembebanan yang terlalu rendah menyebabkan kapasitas tidak termanfaatkan secara optimal [10], [11]. Penelitian terdahulu mengenai UPS 200 kVA pada terminal bandara menunjukkan bahwa tingkat pembebanan sangat memengaruhi *runtime* dan kemampuan UPS menjaga kontinuitas suplai daya pada beban kritis [16]. Sedangkan kajian pada UPS 400 kVA di fasilitas industri menunjukkan bahwa besar pembebanan berpengaruh terhadap lama waktu *backup* dan performa operasional UPS [17]. Beban yang disuplai UPS umumnya dikelompokkan menjadi beban kritis, yaitu beban yang harus tetap beroperasi tanpa terputus dan beban non-kritis yang masih dapat mentoleransi gangguan sesaat [9].

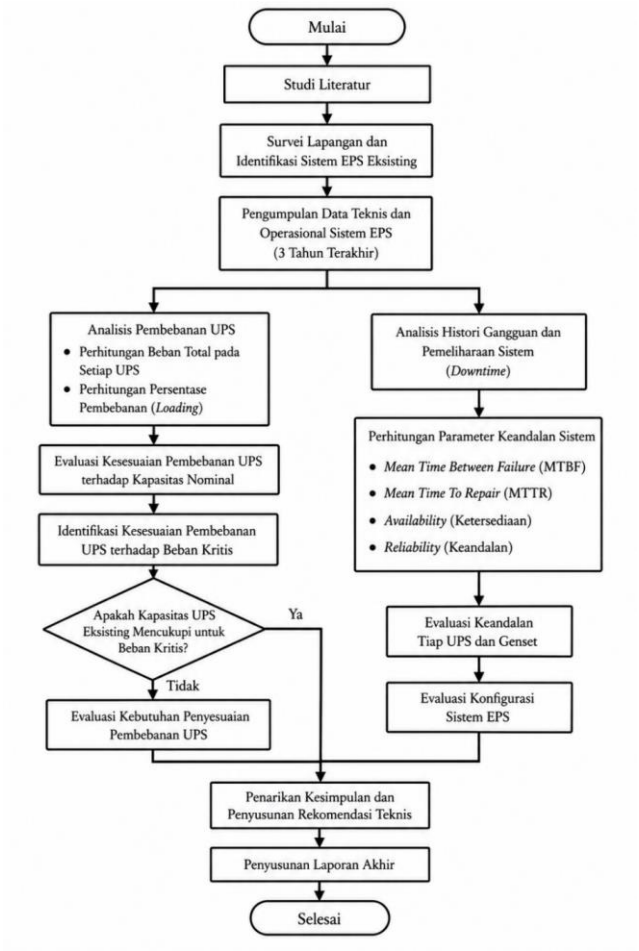
Generator set (genset) merupakan sumber daya listrik cadangan yang digunakan ketika sumber utama PLN mengalami gangguan dalam waktu yang lebih lama, terdiri dari mesin penggerak dan generator listrik yang mengubah energi mekanik menjadi energi listrik. Pada sistem dengan kebutuhan kontinuitas tinggi, genset umumnya dilengkapi unit cadangan (*backup* genset) untuk meningkatkan keandalan operasional melalui mekanisme *standby redundancy* [13]. Beberapa penelitian terdahulu mengkaji keandalan genset menggunakan parameter MTBF, MTTR, *Availability*, dan *Reliability*, dan menunjukkan tingkat keandalan yang baik pada genset yang diteliti [14], [15]. Keandalan sistem secara umum juga dapat ditingkatkan melalui redundansi komponen, seperti distribusi baterai pada UPS, guna mengurangi risiko *single point of failure* pada infrastruktur kritis [12], [18].

Parameter keandalan yang digunakan pada penelitian ini mengacu pada teori *reliability engineering* [5], [6], yaitu *Mean Time Between Failure* (MTBF) yang menyatakan rata-rata waktu operasi antar kegagalan, *Mean Time To Repair* (MTTR) yang menyatakan rata-rata waktu yang dibutuhkan untuk memperbaiki komponen yang mengalami gangguan, *Availability* yang menyatakan probabilitas komponen dalam kondisi siap beroperasi pada waktu tertentu, dan *Reliability* yang menyatakan probabilitas komponen beroperasi tanpa kegagalan selama periode waktu tertentu *(mission time)* [1], [3].

III. METODE PENGUMPULAN DATA

Penelitian ini merupakan studi kasus evaluatif dengan pendekatan kuantitatif deskriptif pada sistem *Emergency Power Supply* (EPS) Gedung Operasional TVRI Jawa Tengah. Data yang digunakan terdiri dari data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui observasi dan wawancara dengan teknisi/operator, meliputi kondisi eksisting UPS dan genset. Data sekunder berupa data spesifikasi UPS dan genset, data kapasitas dan pembebanan UPS, serta

histori gangguan dan pemeliharaan sistem EPS selama periode Mei 2023-Mei 2026 (26.280 jam pengamatan). Diagram alir evaluasi keandalan sistem EPS dalam penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Evaluasi Keandalan Sistem EPS

A. Lokasi dan Objek Penelitian



Gambar 2. Lokasi Gedung Operasional TVRI Jawa Tengah

Penelitian ini dilaksanakan di Gedung Operasional TVRI Jawa Tengah dengan objek penelitian berupa sistem *Emergency Power Supply* (EPS), yang terdiri dari empat unit UPS bekerja secara terdistribusi, satu genset utama, satu genset redundan, serta panel ATS/AMF yang mengatur perpindahan sumber daya utama (PLN) menuju genset utama secara otomatis. Unit sistem EPS di Gedung Operasional TVRI Jawa Tengah ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Unit sistem EPS (UPS dan Genset) di Gedung Operasional TVRI Jawa Tengah

Setiap unit UPS ditempatkan dan difungsikan untuk melayani kelompok beban kritis tertentu sesuai kebutuhan ruang operasional siaran, yaitu Ruang *Control*, Studio 1, Studio 2, dan Ruang STL, sehingga gangguan pada satu unit UPS tidak serta-merta memengaruhi unit UPS lainnya. Beban kritis operasional siaran ditunjukkan pada Gambar 4.

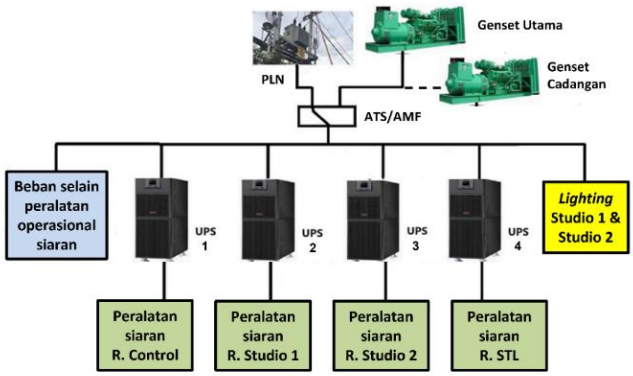


Gambar 4. Beban Kritis di Beberapa Ruangan Operasional Siaran

B. Pengambilan Data

Sebelum dilakukan analisis, terlebih dahulu dilakukan identifikasi konfigurasi sistem EPS eksisting, yaitu terdiri dari empat unit UPS *online* dengan konfigurasi terdistribusi *(distributed UPS)* yang masing-masing menyuplai kelompok beban berbeda (Ruang *Control*, Studio 1, Studio 2, dan Ruang STL), serta dua unit genset (genset utama dan genset redundan) yang menerapkan mekanisme *standby redundancy*. Konfigurasi sistem EPS di Gedung Operasional TVRI Jawa Tengah ditunjukkan pada Gambar 5.

Jurnal Elektrika Vol. 18 No. 2 2026 P-ISSN 2085-0565 | E-ISSN 2580-8486
Received 9 Sep 2026, Revised 31 Oct 2026, Accepted 31 Oct 2026
DOI 10.26623/elektrika.v18i2.16062



Gambar 5. Konfigurasi sistem EPS di Gedung Operasional TVRI Jawa Tengah

Data teknis berupa merk, tipe, kapasitas, dan fungsi masing-masing unit UPS serta genset ditunjukkan pada Tabel I.

TABEL I
DATA TEKNIS DAN FUNGSI UNIT UPS DAN GENSET

Komponen	Merk/ Tipe	Kapasitas	Fungsi
UPS 1	ICA SIN7501C3	10 kVA	*Backup* Ruang *Control*
UPS 2	APC SRT5KXLI	5 kVA	*Backup* Studio 1
UPS 3	Prolink PRO903ES	3 kVA	*Backup* Studio 2
UPS 4	ICA CT1682B	3,2 kVA	*Backup* Ruang STL
Genset Utama	Cummins 310DFCC	388 kVA	Cadangan utama
Genset Redundan	Cummins 310DFCC	388 kVA	Cadangan saat genset utama *trouble*

Untuk mengetahui estimasi beban maksimum (puncak) pada masing-masing unit UPS, dilakukan pendataan terhadap total daya seluruh perangkat siaran (beban) yang ditopang oleh masing-masing unit UPS [20]. Data kapasitas dan estimasi beban maksimum tiap UPS ditunjukkan pada Tabel II.

TABEL II
DATA KAPASITAS DAN BEBAN MAKSIMUM UPS

Unit UPS	Kapasitas (W)	Beban Maksimum (W)
UPS 1	9000	10027
UPS 2	4500	3683
UPS 3	2700	1272
UPS 4	1600	838

Data histori gangguan dan pemeliharaan masing-masing unit UPS dan genset selama periode pengamatan digunakan untuk menghitung parameter keandalan [7]. Histori gangguan tiap unit sistem EPS selama periode pengamatan tiga tahun direkap pada Tabel III, mencakup jumlah gangguan, *downtime* siaran, durasi perbaikan, serta keterangan jenis gangguan yang tercatat.

TABEL III
REKAP HISTORI GANGGUAN PER UNIT SISTEM EPS

Unit	Jml. Ggn	*Down time* Siaran	Durasi Perbaikan	Keterangan
UPS 1	10	150 detik	75 menit	Gagal *backup*, alarm *overload*, penggantian unit
UPS 2	1	0 detik	5 menit	Alarm *overload*
UPS 3	0	0 detik	0 menit	Tidak ada gangguan
UPS 4	1	15 detik	30 menit	Gagal *backup*, baterai rusak
Genset Utama	1	0 detik	60 menit	Gagal *start* otomatis
Genset Redundan	0	0 detik	0 menit	Gagal *starting* sesaat saat uji tanpa beban
Sistem EPS lainnya	2	30 detik	0 menit	Gangguan PLN berdampak *lighting* Studio 2

C. Pengolahan Data

Analisis pembebanan UPS dilakukan dengan membandingkan estimasi beban maksimum (puncak) terhadap kapasitas daya nominal, menggunakan persamaan berikut:

$$Pembebanan\ UPS\ (\%) = \frac{P\ beban\ (Watt)}{P\ UPS\ (Watt)} \times 100\% \quad (1)$$

Selanjutnya, parameter keandalan dihitung berdasarkan histori gangguan dan pemeliharaan menggunakan persamaan *Mean Time Between Failure*, *Mean Time To Repair*, *Availability*, dan *Reliability* berikut: [3], [6]

$$MTBF = \frac{Total\ waktu\ operasi\ (jam)}{Jumlah\ gangguan} \quad (2)$$

Total waktu operasi dihitung sebagai total periode pengamatan dikurangi total *downtime* siaran.

$$MTTR = \frac{Total\ waktu\ perbaikan\ (jam)}{Jumlah\ gangguan} \quad (3)$$

$$Availability = \frac{MTBF}{(MTBF + MTTR)} \quad (4)$$

Reliability untuk *mission time* t dihitung menggunakan persamaan:

$$R(t) = e^{(-\lambda t)} \quad (5)$$

dengan

$$\lambda = \frac{1}{MTBF} \quad (6)$$

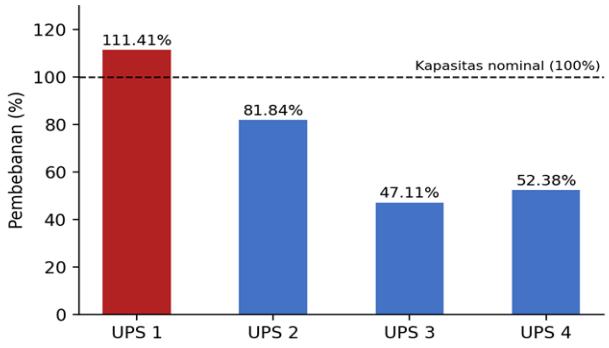
Reliability dihitung dengan *mission time* 24 jam untuk merepresentasikan kesiapan harian sistem [5], [6]. Perhitungan dilakukan pada masing-masing UPS dan genset, kemudian hasilnya digunakan sebagai dasar evaluasi konfigurasi sistem EPS secara keseluruhan.

IV. HASIL DAN ANALISA

Pada bagian ini dijelaskan hasil analisis pembebanan UPS, perhitungan parameter keandalan UPS dan genset, serta evaluasi konfigurasi sistem EPS keseluruhan pada Gedung Operasional TVRI Jawa Tengah.

A. Analisis Pembebanan

Berdasarkan data pada Tabel II, dilakukan perhitungan persentase pembebanan menggunakan persamaan (1) untuk mengetahui kondisi tiap unit UPS terhadap kapasitas nominalnya. Hasil pembebanan ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Persentase pembebanan masing-masing UPS

Gambar 6 menunjukkan bahwa berdasarkan estimasi beban maksimum (puncak), UPS 1 memiliki persentase tingkat pembebanan sebesar 111,41%, yang menunjukkan adanya potensi *overload*. UPS 2 berada pada kategori pembebanan tinggi sebesar 81,84%, sedangkan UPS 3 dan UPS 4 masih memiliki cadangan kapasitas yang cukup besar. Pola pembebanan tersebut menunjukkan adanya perbedaan tingkat pemanfaatan kapasitas antarunit, sehingga UPS 1 menjadi unit yang memerlukan perhatian utama dalam evaluasi.

B. Analisis Histori Gangguan dan Pemeliharaan

Parameter keandalan MTBF, MTTR, *Availability*, dan *Reliability* dihitung menggunakan persamaan (2)-(6) berdasarkan histori gangguan dan pemeliharaan masing-masing unit pada Tabel III selama periode pengamatan yaitu 26.280 jam. Sebagai contoh, UPS 1 mengalami 10 kali gangguan; *downtime* siaran 150 detik (0,04167 jam), durasi perbaikan 75 menit (1,25 jam), sehingga diperoleh MTBF = 2.627,99 jam; MTTR = 0,1250 jam; *Availability* = 99,995%; dan *Reliability* R(24) = 99,091%. Perhitungan yang sama dilakukan pada unit lainnya, dengan hasil rekap ditunjukkan pada Tabel IV untuk UPS dan Tabel V untuk genset.

TABEL IV
REKAP PARAMETER KEANDALAN UPS

Unit	Jml Ggn	MTBF (jam)	MTTR (jam)	Avail. (%)	Rel. 24j (%)
UPS 1	10	2.627,99	0,1250	99,995	99,091
UPS 2	1	26.280,00	0,0833	99,9997	99,909
UPS 3	0	-	-	-	-
UPS 4	1	26.279,99	0,5000	99,998	99,909

TABEL V
REKAP PARAMETER KEANDALAN GENSET

Unit	Jml Ggn	MTBF (jam)	MTTR (jam)	Avail. (%)	Rel. 24j (%)
Genset Utama	1	26280	1,00	99,996	99,909
Genset Redundan	0	-	-	-	-

Tabel IV menunjukkan bahwa UPS 1 memiliki nilai MTBF paling rendah dibandingkan unit UPS lainnya, yaitu 2.627,99 jam, dengan jumlah gangguan terbanyak yaitu 10 kali selama periode pengamatan. Kondisi tersebut perlu menjadi perhatian karena UPS 1 juga memiliki tingkat pembebanan berdasarkan estimasi beban maksimum (puncak) sebesar 111,41%, yang menunjukkan adanya potensi *overload* apabila seluruh beban mencapai kondisi maksimum secara bersamaan. Sementara itu, UPS 3 tidak mengalami gangguan selama periode pengamatan sehingga nilai MTBF, MTTR, *Availability*, dan *Reliability* tidak dapat dihitung menggunakan metode yang diterapkan dalam penelitian ini karena tidak terdapat kejadian gangguan *(failure)* sebagai dasar perhitungan. Meskipun demikian, unit UPS yang memiliki data gangguan menunjukkan nilai *Availability* di atas 99,99%.

Tabel III menunjukkan bahwa UPS 1 merupakan unit dengan jumlah gangguan paling banyak dibandingkan unit lainnya, meliputi gagal *backup*, alarm *overload*, serta penggantian unit yang tercatat dalam histori pemeliharaan. UPS 2 hanya mengalami satu kali alarm *overload*, UPS 3 tidak tercatat mengalami gangguan, dan UPS 4 mengalami satu kali gagal *backup* karena baterai rusak. Genset utama mengalami satu kali gagal *start* otomatis, sedangkan genset redundan tidak tercatat mengalami gangguan operasional, meskipun pada uji *start* berkala tanpa beban pernah terjadi gagal *starting* sesaat yang langsung tertangani. Selain itu, tercatat dua kali gangguan PLN yang berdampak pada sistem *lighting* Studio 2 karena belum terlindungi UPS. Data tersebut menunjukkan bahwa gangguan pada sistem EPS tidak merata antarunit, sehingga analisis keandalan dilakukan secara individual per unit dan digunakan sebagai dasar perhitungan MTBF, MTTR, *Availability*, dan *Reliability* pada Tabel IV dan Tabel V. Konfigurasi sistem EPS tidak dapat dimodelkan sebagai sistem seri maupun paralel secara murni, karena masing-masing UPS melayani kelompok beban yang berbeda *(distributed UPS)*, sedangkan kedua genset menerapkan mekanisme *standby redundancy*.

Sebagian besar beban kritis alat siaran telah memperoleh perlindungan UPS sehingga kontinuitas suplai daya tanpa jeda dapat dipertahankan pada beban yang terlindungi UPS. Meskipun demikian, masih terdapat beban kritis berupa sistem *lighting* Studio 2 yang disuplai langsung dari sumber aktif (PLN/genset) tanpa melalui UPS. Keberadaan genset redundan

Jurnal Elektrika Vol. 18 No. 2 2026 P-ISSN 2085-0565 | E-ISSN 2580-8486
Received 9 Sep 2026, Revised 31 Oct 2026, Accepted 31 Oct 2026
DOI 10.26623/elektrika.v18i2.16062

memberikan lapisan perlindungan tambahan dalam penyediaan daya cadangan karena mengurangi ketergantungan pada satu unit genset. Namun, proses perpindahan menuju genset redundan saat ini masih memerlukan intervensi operator dan belum berlangsung secara otomatis. Secara keseluruhan, konfigurasi sistem EPS yang menggabungkan konfigurasi UPS terdistribusi dan mekanisme genset *standby redundancy* telah mampu mendukung kontinuitas suplai daya pada beban kritis, dengan aspek yang masih dapat ditingkatkan pada pembebanan UPS, cakupan perlindungan UPS, dan otomatisasi perpindahan sumber genset cadangan.

C. Pembahasan

Temuan penelitian menunjukkan bahwa tingkat pembebanan merupakan salah satu aspek yang perlu diperhatikan dalam evaluasi operasional UPS. Penelitian terdahulu mengenai UPS pada fasilitas rumah sakit dan industri [17], [19] menunjukkan bahwa pembebanan berlebih dapat memengaruhi performa operasional UPS. Pada penelitian ini, UPS 1 memiliki estimasi pembebanan maksimum sebesar 111,41% *(overload)*, jumlah gangguan tertinggi dibandingkan unit lain (10 kejadian), dan nilai MTBF terendah dibandingkan unit UPS lainnya. Namun, hubungan sebab-akibat antara tingkat pembebanan dan frekuensi gangguan tidak dapat ditetapkan secara langsung karena penelitian ini tidak melakukan analisis kausalitas. UPS 3 memiliki pembebanan paling rendah sebesar 47,11% dan tidak mengalami gangguan selama periode pengamatan, tetapi kondisi tersebut tidak secara langsung membuktikan bahwa pembebanan rendah menjadi penyebab tidak terjadinya gangguan.

Dari sisi konfigurasi genset, keberadaan unit redundan memberikan lapisan perlindungan tambahan terhadap kegagalan genset utama dan mengurangi ketergantungan pada satu sumber daya cadangan. Genset redundan tidak tercatat mengalami gangguan operasional selama periode pengamatan, tetapi hal tersebut belum menjadi dasar untuk menyatakan nilai keandalannya secara kuantitatif karena parameter MTBF, MTTR, *Availability*, dan *Reliability* tidak dihitung untuk unit tanpa *failure*. Selain itu, proses perpindahan dari genset utama ke genset redundan masih memerlukan intervensi operator. Kondisi ini menunjukkan adanya aspek operasional yang dapat ditingkatkan melalui mekanisme perpindahan yang lebih otomatis. Penerapan *Automatic Transfer Switch* (ATS) yang sesuai secara teoretis dapat mempercepat proses pemulihan sumber daya dan mendukung peningkatan *Availability* sistem [1], [13].

Secara praktis, temuan pembebanan yang tidak merata pada sistem EPS Gedung Operasional TVRI Jawa Tengah menunjukkan perlunya evaluasi terhadap alokasi beban pada tiap UPS. Alternatif yang dapat dipertimbangkan meliputi penambahan kapasitas UPS 1, redistribusi sebagian beban dari UPS 1 ke unit yang masih memiliki cadangan kapasitas, atau penambahan unit UPS baru untuk beban kritis yang saat ini belum terlindungi, seperti sistem *lighting* Studio 2. Setiap alternatif memiliki konsekuensi biaya dan kompleksitas instalasi yang berbeda sehingga pemilihannya perlu mempertimbangkan anggaran, karakteristik instalasi, dan tingkat kekritisan masing-masing beban.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil evaluasi terhadap sistem *Emergency Power Supply* (EPS) pada Gedung Operasional TVRI Jawa Tengah, dapat disimpulkan bahwa sistem menggunakan konfigurasi UPS terdistribusi bersama genset utama dan genset redundan *(standby redundancy)* dan secara umum mampu mendukung kontinuitas suplai daya pada beban kritis operasional siaran. Tingkat pembebanan pada empat unit UPS tidak merata, dengan UPS 1 menjadi unit yang paling perlu mendapat perhatian karena memiliki estimasi pembebanan maksimum sebesar 111,41% dan histori gangguan terbanyak. Sementara itu, UPS 2, UPS 3, dan UPS 4 memiliki estimasi pembebanan maksimum masing-masing sebesar 81,84%, 47,11%, dan 52,38% dari kapasitas nominalnya.

Perhitungan parameter keandalan menunjukkan bahwa unit UPS yang pernah mengalami gangguan memiliki nilai *Availability* di atas 99,99%, sedangkan UPS 3 tidak dihitung dengan metode *failure-based* karena tidak mengalami gangguan selama periode pengamatan. *Reliability* dengan *mission time* 24 jam pada unit yang dapat dihitung berada pada kisaran 99,09%–99,91%. Genset utama memiliki *Availability* sebesar 99,996% dan *Reliability* 24 jam sebesar 99,909%, sedangkan genset redundan tidak dihitung secara kuantitatif karena tidak tercatat mengalami *failure* operasional selama periode pengamatan.

Penelitian ini merekomendasikan tindak lanjut terhadap pembebanan UPS 1 melalui penambahan kapasitas atau redistribusi beban yang memungkinkan. Selain itu, perlu dipertimbangkan perluasan cakupan perlindungan UPS pada beban kritis yang belum terlindungi serta kajian penerapan mekanisme perpindahan sumber yang lebih otomatis dari genset utama ke genset redundan untuk meningkatkan kesiapan dan kontinuitas suplai daya saat terjadi gangguan.

VI. PENGAKUAN

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada LPP TVRI Jawa Tengah atas izin dan dukungan selama penelitian berlangsung, khususnya dalam kegiatan observasi lapangan pada sistem *Emergency Power Supply* (EPS) di Gedung Operasional TVRI Jawa Tengah. Apresiasi juga ditujukan kepada teknisi dan operator di lapangan yang telah membantu proses pengumpulan data serta menyediakan informasi teknis yang dibutuhkan. Penulis juga menyampaikan

rasa terima kasih kepada institusi akademik atas fasilitas dan bimbingan ilmiah yang diberikan sehingga penelitian ini dapat diselesaikan. Penelitian ini tidak dibiayai oleh lembaga pendanaan publik, swasta, maupun nirlaba.

DAFTAR PUSTAKA

[1] IEEE, *IEEE Std 493-2007: IEEE Recommended Practice for the Design of Reliable Industrial and Commercial Power Systems (Gold Book).* New York, NY, USA: IEEE, 2007.

[2] International Electrotechnical Commission (IEC), IEC 62040-3:2021, *Uninterruptible Power Systems (UPS) – Part 3: Method of Specifying the Performance and Test Requirements*. Geneva, Switzerland: IEC, 2021.

[3] International Electrotechnical Commission (IEC), IEC 61703:2016, *Mathematical Expressions for Reliability, Availability, Maintainability and Maintenance Support Terms.* Geneva, Switzerland: IEC, 2016.

[4] Badan Standardisasi Nasional, SNI 0225:2021 *Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL 2021).* Jakarta: BSN, 2021.

[5] R. Billinton and R. N. Allan, *Reliability Evaluation of Power Systems*, 2nd ed. New York, NY, USA: Plenum Press, 1996.

[6] E. A. Elsayed, *Reliability Engineering*, 3rd ed. Hoboken, NJ, USA: John Wiley & Sons, 2021.

[7] International Electrotechnical Commission (IEC), IEC 60300-3-10:2025, *Dependability Management – Part 3-10: Application Guide – Maintainability and Maintenance.* Geneva, Switzerland: IEC, 2025.

[8] Eaton, *Distributed UPS Architectures*, White Paper WP153016EN. Eaton, 2016.

[9] APC by Schneider Electric, *UPS System Design Guidelines*. West Kingston, RI, USA: APC by Schneider Electric, 2012.

[10] Schneider Electric, *White Paper 3: Avoiding Costs from Oversizing Data Center and Network Room Infrastructure*. Andover, MA, USA: Schneider Electric, 2014.

[11] APC by Schneider Electric, *White Paper 13: Battery Runtime—Top Ten Mistakes Made by End Users*. West Kingston, RI, USA: APC by Schneider Electric, 2012.

[12] Vertiv, *Enhancing UPS Reliability with the Advantages of Distributed Battery Systems,* White Paper. Columbus, OH, USA: Vertiv Co., 2024.

[13] J. M. Chiara, *Diesel Generator Handbook*. Oxford, UK: Butterworth-Heinemann, 2003.

[14] R. Bagas Firmansyah, "Analisis Kinerja Generator Set 1270 kVA untuk Backup Listrik PLN di Ramayana City Plaza Semarang," Skripsi, Program Studi Teknik Elektro, Universitas Semarang, Semarang, 2024.

[15] Musmuliadi, I. Mado, A. Budiman, S. Subarianto, dan A. Rantepadang, "Dampak Keandalan Generator Set 3 Fase terhadap Kontinuitas Suplai Listrik saat Terjadi Pemadaman," *Emitor: Jurnal Teknik Elektro,* vol. 23, no. 2, pp. 144–151, Sep. 2023.

[16] M. A. A. Azharry dan A. Lorenza, "Analisis Sistem Kerja Uninterruptible Power Supply (UPS) 200 kVA di Bandara PT Angkasa Pura II," *Jurnal Teknik Energi*, vol. 10, no. 1, hal. 33–40, 2021.

[17] T. Silaban, Abdullah, dan Trahman, "Studi Sistem Penggunaan Uninterruptible Power Supply (UPS) 400 kVA sebagai Catu Daya Back Up Plant Dove and Soap di PT Unilever Oleochemical Indonesia," *Jurnal Ilmiah Tenaga Listrik,* vol. 2, no. 2, 2023.

[18] H. Wu, B. Wu, dan Z. Wang, "Research on the overall reliability of data centers," dalam *2023 4th International Conference on Big Data Economy and Information Management (BDEIM 2023)*, Zhengzhou, China, Dec. 2023

[19] B. Yulianto, "Analisa Pengaruh Pembebanan Terhadap UPS di Rumah Sakit Charlie Semarang," *Jurnal Elektro dan Teknologi Informasi,* vol. 2, no. 1, Apr. 2023.

[20] A. D. Aditiawarman, "Audit Energi pada Studio TVRI Jawa Tengah dengan Metode AHP (Analytical Hierarchy Process)," Tugas Akhir, Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Sultan Agung, Semarang, 2024.

Jurnal Elektrika Vol. 18 No. 2 2026 P-ISSN 2085-0565 | E-ISSN 2580-8486
Received 9 Sep 2026, Revised 31 Oct 2026, Accepted 31 Oct 2026
DOI 10.26623/elektrika.v18i2.16062