

Analisis Keandalan Sistem Distribusi Listrik pada Gardu 2 Politeknik Penerbangan Indonesia Curug

Muhammad Farhan Budiyanto¹ Iwan Koswara² Andika Hakim Putra³

Program Studi Diploma IV Teknik Listrik Bandara, Politeknik Penerbangan Indonesia Curug,
Tangerang, Indonesia^{1,2,3}

Email: farhananto86@gmail.com¹ Iwanatkp17@gmail.com² andikahakimputra@gmail.com³

Abstrak

Keandalan sistem distribusi tenaga listrik merupakan faktor penting dalam menjamin kontinuitas pasokan energi listrik pada fasilitas pendidikan. Gardu 2 Politeknik Penerbangan Indonesia Curug melayani berbagai fasilitas utama kampus. Namun, berdasarkan observasi lapangan ditemukan beberapa kondisi yang perlu menjadi perhatian, di antaranya pernah terjadi gangguan transformator pada tahun 2023, genset tidak beroperasi sejak tahun 2017, serta masih terdapat kejadian pemadaman pada jaringan Gardu 2. Kondisi tersebut menunjukkan perlunya evaluasi terhadap keandalan dan kinerja operasional sistem distribusi berdasarkan kondisi eksisting. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tingkat keandalan jaringan distribusi Gardu 2, mengevaluasi kinerja operasional sistem, serta mengidentifikasi komponen jaringan yang memerlukan perhatian teknis. Metode yang digunakan adalah deskriptif kuantitatif dengan pemodelan sistem menggunakan *Electrical Transient Analyzer Program* (ETAP) melalui modul *Reliability Assessment Index* dan *Load Flow*. Metode ini dipilih karena dapat memberikan evaluasi kuantitatif terhadap tingkat keandalan berdasarkan data gangguan sekaligus menggambarkan kondisi operasional sistem berdasarkan parameter aliran daya, pembebanan, dan tegangan. Hasil penelitian menunjukkan nilai SAIFI sebesar 3,0006 kali/tahun, SAIDI sebesar 9,96 jam/tahun, dan CAIDI sebesar 3,320 jam/gangguan yang memenuhi standar SPLN 68-2:1986. Hasil simulasi ETAP menunjukkan kesesuaian dengan perhitungan manual, sedangkan analisis *Load Flow* menunjukkan transformator 630 kVA memiliki tingkat pembebanan sebesar 75,3%. Evaluasi lebih lanjut menunjukkan adanya *drop voltage* sebesar 7,90% pada jalur MDP 3C yang melebihi batas PUIL 2020. Berdasarkan hasil tersebut, sistem Gardu 2 secara indeks keandalan masih memenuhi standar, tetapi terdapat aspek operasional yang memerlukan perhatian, terutama penghantar pada jalur MDP 3C, sistem proteksi untuk AC barak Delta hingga November, dan sumber daya cadangan. Penelitian selanjutnya disarankan melakukan evaluasi kondisi fisik peralatan, pengukuran parameter lapangan secara berkala, serta kajian teknis terhadap peningkatan kapasitas dan konfigurasi sistem distribusi.

Kata Kunci: Keandalan, Sistem Distribusi, ETAP, SAIFI, SAIDI



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

PENDAHULUAN

Keandalan sistem distribusi tenaga listrik merupakan salah satu aspek penting dalam menjamin kontinuitas dan kualitas pelayanan energi listrik, terutama pada fasilitas yang memiliki ketergantungan tinggi terhadap pasokan listrik. Politeknik Penerbangan Indonesia Curug sebagai institusi pendidikan vokasi di bidang penerbangan menggunakan energi listrik untuk mendukung kegiatan akademik dan operasional, termasuk ruang perkuliahan, laboratorium, simulator, asrama taruna, serta fasilitas pendukung lainnya. Salah satu bagian penting dalam sistem kelistrikan PPI Curug adalah Gardu 2 yang melayani berbagai fasilitas utama kampus dengan karakteristik beban yang beragam. Kondisi tersebut menjadikan keandalan Gardu 2 penting untuk dipertahankan agar kontinuitas pelayanan listrik tetap terjaga. Berdasarkan observasi lapangan dan data operasional, masih terdapat beberapa kondisi yang perlu diperhatikan pada sistem distribusi Gardu 2. Permasalahan tersebut meliputi gangguan pada transformator, belum beroperasinya genset sebagai sumber daya cadangan, serta beberapa kondisi teknis pada jaringan distribusi yang perlu dievaluasi. Selain

itu, hasil analisis kondisi eksisting menunjukkan adanya bagian jaringan yang memerlukan perhatian, seperti jalur MDP 3C yang mengalami *drop voltage* sebesar 7,90% dan pembebanan sistem proteksi pada salah satu *feeder* yang relatif tinggi. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa penilaian keandalan sistem tidak cukup hanya dilakukan berdasarkan riwayat gangguan, tetapi perlu dilengkapi dengan evaluasi kondisi operasional jaringan untuk memperoleh gambaran sistem yang lebih menyeluruh.

Dalam melakukan evaluasi tersebut, diperlukan acuan teknis yang sesuai untuk menilai kondisi keandalan dan operasional sistem distribusi. (Perusahaan Umum Listrik Negara, 1986) digunakan sebagai acuan dalam evaluasi keandalan sistem distribusi berdasarkan indeks SAIFI, SAIDI, dan CAIDI, sedangkan (PUIL, 2020) digunakan sebagai acuan dalam mengevaluasi aspek teknis instalasi listrik, termasuk kemampuan penghantar, sistem proteksi, dan kondisi jatuh tegangan. Penggunaan standar tersebut diperlukan agar hasil evaluasi kondisi eksisting Gardu 2 dapat dibandingkan dengan kriteria teknis yang berlaku dan menjadi dasar dalam menentukan bagian sistem yang memerlukan perhatian. Evaluasi keandalan sistem distribusi menggunakan indeks SAIFI, SAIDI, dan CAIDI telah banyak diterapkan dalam penelitian sebelumnya. (Zulkilpi, Usep, Haerul Pathoni, 2021) menganalisis keandalan sistem distribusi 20 kV PT PLN UP3 Jambi ULP Kotabaru menggunakan data jumlah dan durasi gangguan, kemudian mengevaluasinya berdasarkan indeks SAIDI, SAIFI, dan CAIDI. Hasil penelitian menunjukkan bahwa indeks tersebut dapat digunakan untuk menentukan tingkat keandalan sistem dan menjadi dasar evaluasi perbaikan jaringan. (Hidayat et al., 2022) menggunakan kombinasi *Section Technique* dan *Reliability Index Assessment* (RIA) untuk menganalisis keandalan penyulang 20 kV menggunakan indeks SAIFI dan SAIDI. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa RIA dapat digunakan untuk mengevaluasi performa keandalan jaringan distribusi berdasarkan karakteristik gangguan dan komponen jaringan. (Prasetya et al., 2024) juga mengevaluasi sistem distribusi 20 kV PT PLN menggunakan SAIDI dan SAIFI untuk mengetahui kondisi keandalan dan menentukan langkah perbaikan terhadap gangguan yang terjadi.

Selain analisis indeks keandalan, perangkat lunak ETAP telah digunakan untuk memodelkan dan mengevaluasi sistem distribusi tenaga listrik. Penelitian terdahulu dalam Tugas Akhir ini juga menggunakan ETAP untuk analisis aliran daya pada sistem kelistrikan bandara, dengan evaluasi terhadap transformator, panel, dan generator untuk mengetahui kondisi operasional sistem (Hendro Widiarto, 2023). Penelitian-penelitian tersebut memperlihatkan bahwa analisis indeks keandalan maupun simulasi sistem tenaga dapat memberikan informasi penting mengenai kondisi jaringan. Namun, sebagian besar kajian keandalan yang ditinjau berfokus pada jaringan distribusi PLN, khususnya jaringan 20 kV, dengan perhatian utama pada nilai SAIDI dan SAIFI. Berdasarkan penelitian terdahulu tersebut, masih terdapat keterbatasan dalam evaluasi keandalan pada sistem distribusi internal suatu institusi pendidikan, khususnya sistem yang memiliki karakteristik beban beragam dan melayani fasilitas akademik serta operasional dalam satu jaringan distribusi. Penelitian sebelumnya umumnya mengevaluasi keandalan jaringan distribusi PLN melalui indeks SAIDI dan SAIFI atau menggunakan metode RIA untuk memperoleh indeks keandalan, sedangkan evaluasi kondisi operasional jaringan dilakukan secara terpisah. Penelitian ini memiliki perbedaan dengan menggabungkan Reliability Assessment dan Load Flow dalam satu evaluasi terhadap kondisi eksisting Gardu 2 Politeknik Penerbangan Indonesia Curug. Reliability Assessment Index digunakan untuk memperoleh indeks SAIFI, SAIDI, dan CAIDI berdasarkan data gangguan, sedangkan Load Flow digunakan untuk mengevaluasi kondisi pembebanan transformator, penghantar, tegangan, dan sistem proteksi. Pendekatan tersebut memungkinkan identifikasi permasalahan tidak hanya berdasarkan frekuensi dan durasi

gangguan, tetapi juga berdasarkan kondisi teknis jaringan yang berpotensi memengaruhi kontinuitas penyaluran tenaga listrik. Dengan demikian, penelitian ini penting untuk memberikan evaluasi yang lebih komprehensif terhadap sistem distribusi internal PPI Curug sekaligus menghasilkan rekomendasi teknis yang dapat digunakan sebagai dasar pemeliharaan dan pengembangan sistem.

Berdasarkan keterbatasan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tingkat keandalan sistem distribusi listrik Gardu 2 Politeknik Penerbangan Indonesia Curug berdasarkan kondisi eksisting menggunakan indeks SAIFI, SAIDI, dan CAIDI melalui simulasi Reliability Assessment Index pada ETAP, mengevaluasi kondisi operasional sistem melalui analisis Load Flow, serta mengidentifikasi bagian jaringan yang memerlukan perhatian teknis sebagai dasar penyusunan rekomendasi untuk mempertahankan dan meningkatkan keandalan sistem distribusi.

Penelitian Terdahulu yang Relevan

No	Penulis/ Tahun	Judul	Tujuan	Metode	Hasil	Kontribusi dan relevansi
1	(Ali et al., 2017)	Reliability Analysis of Power Distribution System	Mengevaluasi tingkat keandalan sistem distribusi pada gardu distribusi Gejayan.	Analisis indeks keandalan SAIDI dan SAIFI	Sistem relatif layak menuju standar nasional, namun tingkat keandalan masih belum memenuhi ambang batas yang diharapkan.	Menunjukkan pentingnya indeks SAIDI dan SAIFI dalam mengevaluasi kontinuitas pelayanan sistem distribusi pada kondisi eksisting.
2	(Hidayat et al., 2022)	Analisis Keandalan Sistem Distribusi 20 kV ULP Sungguminasa Penyulang Pallangga Menggunakan Metode Section Technique dan Reliability Index Assesment (RIA)	Menentukan tingkat keandalan penyulang Pallangga berdasarkan indeks keandalan.	Section Technique dan Reliability Index Assesment (RIA) dengan parameter SAIFI dan SAIDI	SAIFI sebesar 1,77 kali/tahun dan SAIDI 5,636 jam/tahun menggunakan Section Technique; hasil metode gabungan menunjukkan SAIFI 1,893 dan SAIDI 6,156. Sistem dinyatakan memenuhi standar PLN.	Menjadi dasar penggunaan Reliability Assesment dan indeks SAIFI-SAIDI dalam evaluasi keandalan sistem distribusi.
3	(Zulkilpi, Usep, Haerul Pathoni, 2021)	Studi Analisis Keandalan Sistem Distribusi 20 kV PT. PLN (Persero) UP3 Jambi ULP Kotabaru	Mengukur tingkat keandalan pelayanan energi listrik berdasarkan frekuensi dan durasi pemadaman.	Analisis data gangguan menggunakan SAIFI,SAIDI, dan CAIDI	Tingkat keandalan dipengaruhi oleh jumlah pelanggan yang terdampak dan lamanya waktu pemulihan gangguan.	Memperkuat penggunaan SAIFI, SAIDI, dan CAIDI sebagai parameter evaluasi keandalan dan dasar penentuan perbaikan sistem.
4	(Prasetia et al., 2024)	Evaluation of 20 kV Distribution System Using SAIDI dan SAIFI	Mengevaluasi keandalan jaringan distribusi 20 kV	Analisis indeks SAIDI dan SAIFI berdasarkan data gangguan	Ditemukan variasi nilai indeks keandalan setiap bulan yang digunakan sebagai	Menunjukkan bahwa indeks keandalan dapat digunakan

		Reliability Indices at PT PLN	di wilayah Tarakan.		dasar penentuan langkah perbaikan jaringan.	sebagai alat evaluasi dan dasar peningkatan kualitas pelayanan distribusi.
5	(Hendro Widiarto, 2023)	Analisa Aliran Daya pada Sistem Tenaga Listrik di Bandara Internasional Supadio Menggunakan Software ETAP 19	Mengevaluasi kondisi aliran daya dan kinerja komponen sistem tenaga listrik pada infrastruktur vital bandara.	Simulasi ETAP 19 untuk analisis transformator, panel listrik, dan generator.	Pemodelan digital dapat digunakan untuk mengetahui profil tegangan dan kondisi jalur distribusi serta membantu mitigasi potensi gangguan.	Menjadi dasar penggunaan ETAP Load Flow untuk mengevaluasi kondisi operasional sistem distribusi pada penelitian ini.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif. Metode tersebut dipilih karena penelitian bertujuan menggambarkan kondisi eksisting sistem distribusi listrik Gardu 2 berdasarkan data teknis dan data gangguan yang dianalisis secara numerik. Parameter yang dianalisis meliputi indeks keandalan SAIFI, SAIDI, dan CAIDI, kondisi aliran daya dan jatuh tegangan melalui simulasi Load Flow, serta kesesuaian penghantar dan peralatan proteksi. Penelitian dilaksanakan di Politeknik Penerbangan Indonesia Curug dengan objek penelitian berupa sistem distribusi tenaga listrik yang dilayani oleh Gardu 2. Objek penelitian mencakup seluruh komponen dan parameter teknis jaringan distribusi, meliputi transformator, penghantar, panel distribusi, sistem proteksi, beban, serta data gangguan. Seluruh bagian jaringan distribusi Gardu 2 digunakan dalam pemodelan sehingga analisis dapat merepresentasikan kondisi eksisting sistem.

Data penelitian terdiri atas data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui observasi dan pengukuran langsung terhadap kondisi instalasi, arus beban, jenis dan panjang penghantar, serta peralatan proteksi. Data sekunder diperoleh melalui dokumentasi teknis dan wawancara dengan teknisi listrik, meliputi Single Line Diagram, spesifikasi transformator, kabel penghantar, rating proteksi, data beban, serta riwayat gangguan dan pemeliharaan jaringan. Studi literatur dilakukan terhadap standar yang berkaitan dengan keandalan dan instalasi sistem distribusi. Data yang diperoleh kemudian diolah melalui pemodelan sistem distribusi Gardu 2 menggunakan **ETAP 19.0.1** berdasarkan kondisi eksisting. Model sistem digunakan untuk melakukan simulasi **Reliability Assessment** dan **Load Flow**. Reliability Assessment digunakan untuk memperoleh nilai SAIFI, SAIDI, dan CAIDI, sedangkan Load Flow digunakan untuk mengevaluasi aliran daya, arus beban, profil tegangan, dan jatuh tegangan. Hasil simulasi Reliability Assessment dibandingkan dengan hasil perhitungan berdasarkan data gangguan aktual untuk mengetahui kesesuaian model terhadap kondisi lapangan. Selanjutnya, hasil analisis keandalan dievaluasi berdasarkan **SPLN 68-2:1986**, sedangkan kondisi teknis sistem dievaluasi melalui kesesuaian penghantar dan peralatan proteksi terhadap kondisi beban dan standar yang digunakan. Hasil seluruh analisis digunakan untuk mengidentifikasi bagian jaringan yang memerlukan perhatian teknis dan menyusun rekomendasi untuk mempertahankan serta meningkatkan keandalan sistem distribusi Gardu 2.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Hasil Analisis Keandalan Sistem

Berdasarkan hasil analisis menggunakan Reliability Assesment pada ETAP, diperoleh nilai SAIFI sebesar 3,0006 kali/tahun, SAIDI sebesar 9,96 jam/tahun, dan CAIDI sebesar 3,320 jam/gangguan. Sementara itu, berdasarkan perhitungan menggunakan data gangguan aktual, diperoleh SAIFI sebesar 2,74 kali/tahun, SAIDI sebesar 9,81 jam/tahun, dan CAIDI sebesar 3,58 jam/gangguan.

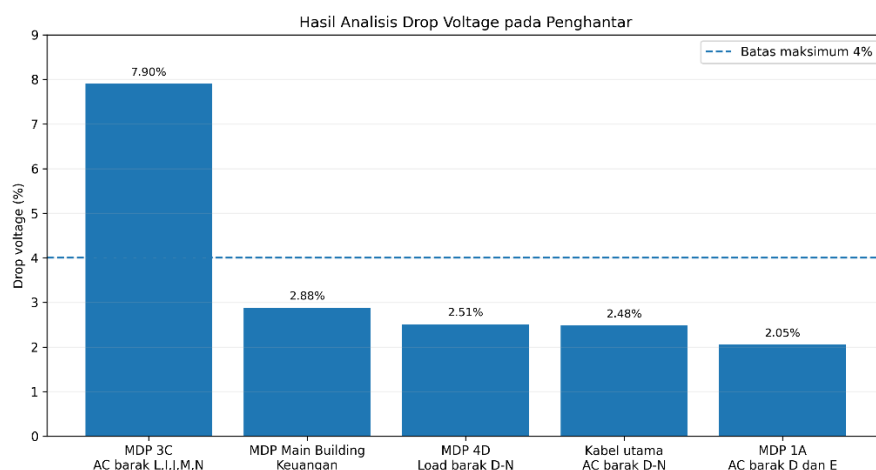
Tabel 1. Perbandingan Indeks Keandalan Sistem Gardu 2

Parameter	Perhitungan Data Gangguan	Simulasi ETAP Reliability Assesment
SAIFI (kali/tahun)	2,74	3,0006
SAIDI (jam/tahun)	9,81	9,96
CAIDI (jam/gangguan)	3,58	3,320

Hasil Analisis Load Flow

Lokasi	Kabel	Drop Voltage	Kesesuaian
MDP 3C	NYY 4×50 mm ²	7,90%	Tidak memenuhi
MDP Main Building Keuangan	NYY 3×70 mm ²	2,88%	Memenuhi
MDP 4D	NYFGBY 4×70 mm ²	2,51%	Memenuhi
Kabel Utama AC barak D-N	NYY 3×300 mm ²	2,48%	Memenuhi
MDP 1A	NYFGBY 4×70 mm ²	2,05%	Memenuhi

Hasil simulasi Load Flow menunjukkan bahwa sebagian besar jalur distribusi memiliki nilai drop voltage di bawah batas yang digunakan dalam penelitian. Namun, jalur MDP 3C menuju barak L, I, J, M, dan N memiliki drop voltage sebesar 7,90%, sehingga tidak memenuhi batas maksimum 4%.



Gambar 1. Grafik Kemampuan Perbandingan Drop Voltage

Hasil Evaluasi Proteksi dan Penghantar

Parameter	Hasil	Status
KHA penghantar	Seluruh jalur memenuhi	Memenuhi
Pembebanan MCCB AC barak D-N	81,73%	Perlu perhatian
Pembebanan MCCB lainnya	< batas evaluasi	Memenuhi

Hasil evaluasi menunjukkan bahwa kemampuan hantar arus seluruh penghantar masih memenuhi kondisi pembebanan yang dianalisis. Namun, MCCB AC barak Delta hingga November memiliki tingkat pembebanan sebesar 81,73%, sehingga menjadi salah satu komponen yang perlu diperhatikan terhadap kemungkinan peningkatan beban.

Hasil Evaluasi Genset

Hasil simulasi sumber daya cadangan menunjukkan bahwa genset eksisting belum mampu menyuplai seluruh beban prioritas secara bersamaan. Berdasarkan perhitungan kebutuhan kapasitas, diperoleh kebutuhan minimum genset sebesar 370,14 kVA, sehingga kapasitas 400 kVA dipertimbangkan sebagai kapasitas yang mampu melayani seluruh beban prioritas dengan pembebanan di bawah 80%.

Pembahasan

Keandalan Sistem Distribusi Gardu 2

- **Hasil Utama**

Berdasarkan data gangguan:

- SAIFI = 2,74 kali/tahun
- SAIDI = 9,81 jam/tahun
- CAIDI = 3,58 jam/gangguan

Berdasarkan Hasil ETAP Reliability Assesment:

- SAIFI = 3,0006 kali/tahun
- SAIDI = 9,96 jam/tahun
- CAIDI = 3,320 jam/gangguan

- **Analisis Hasil**

- Nilai indeks menunjukkan bahwa tingkat keandalan sistem distribusi Gardu 2 secara keseluruhan masih memenuhi kriteria yang digunakan.
- Kedekatan hasil perhitungan aktual dengan simulasi ETAP menunjukkan bahwa model yang digunakan cukup merepresentasikan kondisi sistem yang dianalisis.

- **Perbedaan Hasil**

- Perbedaan antara perhitungan aktual dan ETAP dapat dikaitkan dengan parameter keandalan komponen dan konfigurasi sistem yang digunakan dalam simulasi.
- Meskipun nilainya tidak identik, kedua pendekatan menunjukkan kondisi keandalan yang relatif sama.

Kondisi Operasional Berdasarkan Load Flow

- **Hasil Utama**

- Sebagian besar jalur memiliki drop voltage 2,05-2,88%.
- Jalur MDP 3C menuju AC barak L, I, J, M, N memiliki drop voltage 7,90%.
- Nilai tersebut melebihi batas 4% yang digunakan dalam penelitian.

- **Penyebab**

- Jalur MDP 3C menggunakan kabel NYY 4x50 mm².
- Arus beban yang mengalir pada jalur tersebut relatif besar.

- **Dampak**

- MDP 3C menjadi bagian jaringan yang perlu mendapat perhatian teknis.
- Kondisi ini menunjukkan bahwa sistem yang memenuhi indeks keandalan secara keseluruhan masih dapat memiliki bagian jaringan yang belum optimal secara operasional.

- **Rekomendasi**

- Dilakukan evaluasi peningkatan ukuran penampang kabel MDP 3C.
- Berdasarkan perhitungan penelitian, ukuran yang lebih besar dipertimbangkan untuk menurunkan drop voltage.

Evaluasi Penghantar dan Sistem Proteksi

• Kemampuan Hantar Arus

- Seluruh penghantar yang dianalisis memiliki KHA lebih besar daripada arus beban.
- Tidak ditemukan penghantar yang mengalami overload berdasarkan kondisi beban yang dianalisis.

• Sistem proteksi

- Pembebanan MCCB AC barak D-N mencapai sekitar 81,73%.
- Kondisi tersebut belum menunjukkan pelampauan rating proteksi.
- Namun, kapasitas cadangan menjadi lebih terbatas apabila terjadi penambahan beban.

• Hasil Analisis

- Penghantar masih sesuai dari sisi kemampuan hantar arus.
- MCCB dengan pembebanan relatif tinggi perlu menjadi perhatian dalam pengembangan sistem.

Evaluasi Sistem Catu Daya Cadangan

• Kondisi Eksisting

- Genset eksisting belum mampu menyuplai seluruh beban prioritas secara bersamaan.
- Kondisi tersebut menjadi perhatian karena genset berfungsi sebagai sumber daya cadangan ketika suplai utama terganggu.

• Hasil Perhitungan

- Kebutuhan beban prioritas = 296,11 kVA
- Dengan batas pembebanan 80% kebutuhan minimum kapasitas genset = 370,14 kVA.
- Kapasitas 400 kVA dipertimbangkan mampu melayani seluruh beban prioritas dengan pembebanan di bawah 80%.

• Hasil Analisis

- Keandalan sistem tidak hanya dipengaruhi oleh kondisi jaringan saat PLN beroperasi normal.
- Ketersediaan sumber daya cadangan juga menjadi bagian penting dalam mempertahankan kontinuitas pelayanan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, tingkat keandalan sistem distribusi listrik Gardu 2 Politeknik Penerbangan Indonesia Curug pada kondisi eksisting masih memenuhi kriteria keandalan berdasarkan indeks SAIFI, SAIDI, dan CAIDI. Hasil perhitungan berdasarkan data gangguan menunjukkan nilai SAIFI sebesar 2,74 kali/tahun, SAIDI sebesar 9,81 jam/tahun, dan CAIDI sebesar 3,58 jam/gangguan. Hasil tersebut memiliki nilai yang relatif dekat dengan simulasi ETAP Reliability Assessment, yaitu SAIFI sebesar 3,0006 kali/tahun, SAIDI sebesar 9,96 jam/tahun, dan CAIDI sebesar 3,320 jam/gangguan, sehingga model ETAP dapat digunakan untuk merepresentasikan kondisi keandalan sistem yang dianalisis. Hasil evaluasi kondisi operasional melalui analisis Load Flow menunjukkan bahwa secara umum sistem distribusi masih dapat beroperasi dalam kondisi yang memenuhi batas evaluasi. Namun, ditemukan beberapa bagian yang memerlukan perhatian, yaitu jalur MDP 3C menuju AC barak L, I, J, M, N yang mengalami drop voltage sebesar 7,90%, serta MCCB AC barak D-N dengan tingkat pembebanan sebesar 81,73%. Sementara itu, evaluasi kemampuan hantar arus

menunjukkan bahwa penghantar yang dianalisis masih mampu membawa arus beban pada kondisi eksisting. Evaluasi catu daya cadangan juga menunjukkan bahwa genset eksisting belum mampu menyuplai seluruh beban prioritas secara bersamaan, dengan hasil perhitungan kebutuhan kapasitas minimum sebesar 370,14 kVA.

Temuan utama penelitian ini menunjukkan bahwa pemenuhan indeks keandalan secara keseluruhan belum sepenuhnya menggambarkan kondisi operasional setiap bagian jaringan. Penggabungan analisis ETAP Reliability Assessment dan Load Flow memberikan evaluasi yang lebih menyeluruh karena tidak hanya mengukur frekuensi dan durasi gangguan, tetapi juga mengidentifikasi kondisi teknis jaringan yang memerlukan perhatian. Berdasarkan hasil tersebut, rekomendasi teknis meliputi evaluasi peningkatan ukuran penghantar pada jalur MDP 3C, pemantauan dan evaluasi kapasitas proteksi apabila terjadi penambahan beban, serta pengoperasian kembali dan peningkatan kapasitas genset hingga sekitar 400 kVA untuk mendukung kontinuitas pasokan pada kondisi darurat. Penelitian ini masih memiliki keterbatasan pada ketersediaan data kondisi aktual beberapa parameter peralatan, sehingga analisis difokuskan pada data gangguan, konfigurasi jaringan, data beban, spesifikasi penghantar dan proteksi, serta parameter keandalan komponen yang digunakan dalam pemodelan ETAP. Penelitian selanjutnya dapat mengembangkan evaluasi dengan pengukuran langsung kondisi peralatan, seperti sistem pembumian, temperatur suhu transformator, dan parameter kualitas daya, serta menggunakan periode data gangguan yang lebih panjang untuk memperoleh gambaran keandalan sistem yang lebih komprehensif.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, K., Wiyagi, R. O., & Syahputra, R. (2017). *Reliability Analysis of Power Distribution System*. 1(2), 67–74.
- Hendro Widiarto. (2023). Analisis Aliran Daya Pada Sistem Tenaga Listrik Di Bandara Internasional Supadio Menggunakan Software Etap 19. *Knowledge : Jurnal Inovasi Hasil Penelitian Dan Pengembangan*, 3(4).
- Hidayat, L. I., Sultan, A. R., Achmad, A., Elektro, J. T., Negeri, P., & Pandang, U. (2022). *Analisis Keandalan Sistem Distribusi 20 kV ULP Sungguminasa Penyulang Pallangga Menggunakan Metode Section Technique dan Reliability Index Assessment (RIA)*. 1(2), 51–60.
- Perusahaan Umum Listrik Negara. (1986). *SPLN 68-2, 1986.pdf*.
- Prasetya, A. M., Sartika, L., Amin, A., & Muslim, H. (2024). *MITOR : Jurnal Teknik Elektro Reliability Indices at PT PLN*.
- PUIL, P. U. I. L. (. (2020). *Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL) 2020*.
- Zulkilpi, Usep, Haerul Pathoni, D. T. (2021). Studi Analisis Keandalan Sistem Distribusi 20 Kv PT.PLN (PERSERO) UP3 Jambi Ulp Kotabaru. *Jurnal Engineering*, 3.