

Analisa Keandalan Sistem Distribusi Listrik dengan Menggunakan Indeks ASAI dan ASUI Pada PT. PLN (Pesero) Area Timika

Fikrah Adiwidya¹

¹ Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Malang, Malang, Indonesia

Article Info

Article history:

Received Januari 5, 2026

Revised Januari 7, 2026

Accepted Januari 12, 2026

Kata Kunci:

Keandalan sistem distribusi listrik,
Average Service Availability Index (ASAI),
Average Service Unavailability Index (ASUI),
Pemadaman listrik,
Kualitas layanan

Keywords:

Reliability of the electric power distribution system,
Average Service Availability Index (ASAI),
Average Service Unavailability Index (ASUI),
Power outage,
Service quality

ABSTRAK

Area Timika memiliki kinerja yang sangat baik, dengan nilai ASAI sebesar 99,9842%, yang menunjukkan ketersediaan layanan listrik yang sangat tinggi, dan nilai ASUI sebesar 0,0158%, yang mencerminkan minimnya durasi ketidaktersediaan layanan. Dengan nilai ASAI yang hampir mencapai 100% dan ASUI yang sangat rendah, sistem distribusi listrik di daerah ini memenuhi atau bahkan melampaui standar keandalan yang ditetapkan dalam SPLN 68-2:1986. Penelitian ini juga mengungkapkan bahwa penggunaan ASAI dan ASUI lebih relevan dalam menggambarkan kualitas layanan yang diterima pelanggan dibandingkan dengan indeks keandalan lainnya seperti SAIDI dan SAIFI. Meskipun hasil penelitian menunjukkan kinerja yang baik, masih terdapat ruang untuk perbaikan lebih lanjut, terutama dalam hal pemeliharaan dan teknologi pemantauan, untuk meningkatkan keandalan sistem distribusi listrik di masa depan

ABSTRACT

The Timika area shows very strong performance, with an ASAI value of 99.9842%, indicating very high availability of electricity service, and an ASUI value of 0.0158%, reflecting a minimal duration of service unavailability. With an ASAI value that nearly reaches 100% and a very low ASUI, the electricity distribution system in this region meets or even exceeds the reliability standards set out in SPLN 68-2:1986. This study also reveals that the use of ASAI and ASUI is more relevant in describing the quality of service received by customers compared to other reliability indices such as SAIDI and SAIFI. Although the study results indicate good performance, there is still room for further improvement, especially in terms of maintenance and monitoring technology, to enhance the reliability of the electricity distribution system in the future.

This is an open access article under the [CC BY](#) license.



Corresponding Author:

Fikrah Adiwidya
Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Malang
Malang, Indonesia
Email: f.adiwidya25@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Keandalan sistem distribusi listrik merupakan faktor penting dalam memastikan kontinuitas layanan listrik yang stabil kepada pelanggan. Dalam industri kelistrikan, pengukuran keandalan biasanya dilakukan dengan menggunakan berbagai indeks keandalan, seperti System Average Interruption

Frequency Index (SAIFI), System Average Interruption Duration Index (SAIDI), dan Customer Average Interruption Duration Index (CAIDI), yang mengukur frekuensi dan durasi gangguan yang dialami pelanggan. Meskipun demikian, pengukuran ini lebih fokus pada sistem secara keseluruhan dan belum mencerminkan secara langsung kualitas layanan yang diterima pelanggan.

Sebagai alternatif, Average Service Availability Index (ASAI) dan Average Service Unavailability Index (ASUI) memberikan gambaran yang lebih terperinci mengenai ketersediaan dan ketidaktersediaan layanan listrik dari perspektif pelanggan. ASAI mengukur proporsi waktu listrik tersedia untuk pelanggan, sedangkan ASUI mengukur waktu yang tidak tersedia bagi pelanggan akibat pemadaman. Indeks-indeks ini lebih dapat menggambarkan pengalaman pelanggan dan kualitas layanan, sehingga sangat relevan untuk digunakan dalam mengukur keandalan sistem distribusi.

Dalam beberapa penelitian sebelumnya, keandalan sistem distribusi listrik umumnya dianalisis menggunakan indeks-indeks keandalan konvensional seperti SAIDI, SAIFI, dan CAIDI, yang berfokus pada frekuensi serta durasi gangguan pada sistem secara agregat. Indeks-indeks tersebut efektif untuk mengevaluasi kinerja teknis sistem distribusi, namun memiliki keterbatasan dalam merepresentasikan kualitas layanan yang benar-benar dirasakan oleh pelanggan, khususnya dalam menggambarkan proporsi waktu ketersediaan dan ketidaktersediaan pasokan listrik.

Sejumlah penelitian, termasuk yang dilakukan oleh Ganiyu Adedayo Ajenikoko, Ojerinde Adedapo Ibukunoluwa, Adenle Musibau Shittu, Ibitowa Michael, dan Yusuf Mukhtar [1] telah berhasil mengevaluasi tingkat keandalan sistem distribusi menggunakan SAIDI dan SAIFI, tetapi belum mengintegrasikan ASAI dan ASUI sebagai indikator berbasis pengalaman pelanggan. Akibatnya, informasi mengenai seberapa besar waktu layanan listrik benar-benar tersedia bagi pelanggan serta dampak pemadaman terhadap kontinuitas layanan belum tergambarkan secara komprehensif. Kesenjangan inilah yang menunjukkan perlunya pendekatan tambahan menggunakan ASAI dan ASUI untuk melengkapi evaluasi keandalan sistem distribusi listrik.

Berdasarkan kesenjangan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan analisis keandalan sistem distribusi listrik dengan menggunakan Average Service Availability Index (ASAI) dan Average Service Unavailability Index (ASUI) sebagai indikator utama dalam mengevaluasi kualitas layanan dari perspektif pelanggan, berdasarkan data frekuensi dan durasi pemadaman yang telah dipublikasikan, sehingga diperoleh gambaran yang lebih representatif mengenai tingkat ketersediaan dan ketidaktersediaan layanan listrik pada sistem distribusi PT PLN Area Timika.

Melalui pendekatan ini, penelitian diharapkan tidak hanya melengkapi hasil evaluasi keandalan berbasis indeks konvensional, tetapi juga memberikan interpretasi tambahan mengenai kualitas kontinuitas layanan listrik, khususnya dalam konteks sistem distribusi dengan keterbatasan geografis dan infrastruktur seperti PT PLN Area Timika.

Penelitian yang dilakukan oleh Yishak Kifle, Baseem Khan, dan Pawan Singh [2] menyarankan bahwa sistem distribusi yang lebih kompleks dan beragam, termasuk Distributed Generation (DG), dapat meningkatkan keandalan dengan memperkenalkan energi terbarukan yang lebih dekat dengan titik konsumsi. Meskipun penelitian ini tidak secara langsung menggunakan DG, penerapan DG dapat menjadi area penelitian lanjutan yang dapat memperbaiki ASAI dan menurunkan ASUI dalam konteks distribusi listrik di Timika.

Selain itu, penelitian oleh K. Idowu, R. Uhunmwangho, E. C. N. Okafor, and A. Big-Alabo [3] yang membahas tentang peningkatan keandalan dengan Distributed Generation (DG) juga memberikan kontribusi dalam memperbaiki SAIFI dan SAIDI, yang pada gilirannya akan meningkatkan ASAI dan menurunkan ASUI. Penempatan DG secara strategis dapat mengurangi durasi pemadaman dan memperbaiki distribusi energi, yang dapat diukur menggunakan ASAI dan ASUI sebagai indikator keandalan.

Pengembangan ini menjadi relevan mengingat tantangan geografis dan keterbatasan infrastruktur di PT PLN Area Timika, di mana sistem distribusi listrik menghadapi kesulitan dalam hal keandalan dan

ketersediaan layanan. Penelitian oleh Ali Mohammed Jaleel dan Mohammed Kdair Abd, dari Department of Electrical Engineering, University of Technology – Iraq [4] menunjukkan bahwa menggunakan optimasi berbasis sistem terdistribusi dapat memperbaiki ASAI dan ASUI, terutama di daerah dengan keterbatasan infrastruktur seperti yang terjadi di Timika. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan pendekatan analisis yang lebih detail, menggunakan ASAI dan ASUI, berdasarkan data frekuensi pemadaman dan durasi pemadaman yang ada, guna memperoleh gambaran yang lebih jelas tentang keandalan sistem distribusi listrik

Penelitian ini tidak dilakukan melalui pengumpulan data lapangan secara langsung, melainkan menggunakan data sekunder yang diperoleh dari publikasi ilmiah yang relevan mengenai sistem distribusi listrik di PT PLN Area Timika. Pendekatan ini dipilih untuk mengembangkan analisis keandalan dari sudut pandang yang berbeda, yaitu dengan menambahkan indikator ASAI dan ASUI pada data keandalan yang sebelumnya hanya dianalisis menggunakan indeks konvensional.

Penggunaan data sekunder memungkinkan penelitian ini untuk menitikberatkan pada pengayaan interpretasi kualitas layanan listrik yang diterima pelanggan, tanpa mengulang proses pengukuran lapangan yang telah dilakukan pada penelitian terdahulu. Dengan demikian, hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar evaluasi awal serta referensi konseptual bagi penelitian lanjutan yang berfokus pada pengumpulan data primer, pengembangan infrastruktur, maupun penerapan strategi peningkatan keandalan sistem distribusi listrik di wilayah dengan keterbatasan geografis dan infrastruktur.

2. METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif untuk menganalisis tingkat keandalan sistem distribusi tenaga listrik di PT PLN Area Timika melalui indikator Average Service Availability Index (ASAI) dan Average Service Unavailability Index (ASUI), yang masing-masing merepresentasikan kemampuan sistem menjaga ketersediaan energi listrik dan ketidakmampuan sistem menjaga ketersediaan energi listrik[5].

Penelitian ini merupakan studi kasus yang memanfaatkan data sekunder dari jurnal terdahulu yang memuat informasi gangguan sistem kelistrikan, durasi pemadaman, serta jumlah pelanggan terdampak selama tahun 2016[6]. Jenis data yang digunakan dalam kajian indeks keandalan distribusi umumnya mencakup data jumlah pelanggan, lama padam, jumlah pelanggan padam, serta informasi gangguan/penyebab padam, yang dapat bersumber dari observasi maupun dokumen/rekap yang telah tersedia[5], [7]. Seluruh data pada penelitian ini dikategorikan sebagai data sekunder karena diperoleh dari publikasi ilmiah yang telah dipublikasikan sebelumnya.

Metode analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah perhitungan indeks keandalan ASAI dan ASUI berdasarkan formulasi yang dikemukakan oleh Ravishankar B S, Vijayendra V K, K. T. Veeramanju [8]. Nilai ASAI dihitung dengan membandingkan selisih antara total waktu layanan listrik yang tersedia dan total durasi gangguan terhadap total waktu layanan dalam satu tahun. Sementara itu, nilai ASUI diperoleh sebagai komplemen dari ASAI, yang menunjukkan proporsi waktu ketidaktersediaan layanan listrik.

Selanjutnya dilakukan analisis statistik deskriptif terhadap nilai ASAI dan ASUI untuk menggambarkan tingkat keandalan sistem distribusi listrik selama tahun pengamatan. Untuk memperkuat interpretasi, kajian juga dapat mengaitkan hasil dengan indeks gangguan yang lazim dipakai: SAIFI (indeks berbasis seringnya/jumlah pemadaman), SAIDI (indeks berbasis durasi/lamanya pemadaman), dan CAIDI (perbandingan SAIDI terhadap SAIFI)[5], [9].

Hasil perhitungan kemudian dibandingkan dengan standar keandalan yang berlaku secara nasional maupun internasional untuk menilai apakah kinerja keandalan sistem telah memenuhi target,

termasuk perbandingan terhadap SPLN 68-2:1986 dan IEEE Std 1366 yang juga digunakan pada penelitian keandalan penyulang. [5], [10]

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 HASIL

3.1.1 Perhitungan ASAI dan ASUI

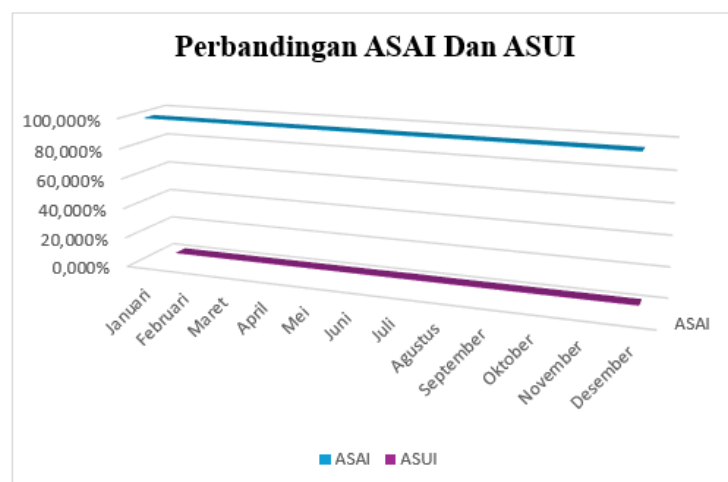
Tabel 1. Hasil Perhitungan Asai dan Asui

Bulan	ASAI	ASUI
Januari	99,996%	0,00446%
Februari	99,995%	0,00494%
Maret	99,995%	0,00520%
April	99,997%	0,00273%
Mei	99,997%	0,00267%
Juni	99,998%	0,00178%
Juli	99,877%	0,12282%
Agustus	99,996%	0,00427%
September	99,998%	0,00168%
Oktober	99,985%	0,01477%
November	99,994%	0,00577%
Desember	99,982%	0,01797%
Rata - Rata/Tahun	99,9842%	0,0158%

Tabel 1 menyajikan hasil perhitungan nilai Average Service Availability Index (ASAI) dan Average Service Unavailability Index (ASUI) bulanan pada sistem distribusi listrik PT PLN Area Timika selama tahun 2016. Nilai ASAI dan ASUI diperoleh melalui pengolahan data gangguan dan durasi pemadaman menggunakan formulasi perhitungan ASAI dan ASUI.

Berdasarkan Tabel 4.1, nilai rata-rata tahunan ASAI sebesar 99,9842%, sedangkan nilai ASUI sebesar 0,0158%. Nilai ASAI tertinggi terjadi pada bulan Juni dan September, sedangkan nilai ASAI terendah tercatat pada bulan Juli. Sebaliknya, nilai ASUI tertinggi terjadi pada bulan Juli, yang menunjukkan peningkatan durasi ketidaktersediaan layanan listrik pada periode tersebut.

3.1.2 Grafik Perbandingan ASAI dan ASUI



Grafik 1. Perbandingan ASAI dan ASUI

Grafik 1 menunjukkan hubungan berbanding terbalik antara nilai ASAI dan ASUI, di mana peningkatan nilai ASAI diikuti oleh penurunan nilai ASUI. Secara umum, grafik memperlihatkan bahwa nilai ASAI berada sangat dekat dengan 100%, sementara nilai ASUI berada mendekati nol sepanjang periode pengamatan.

3.2 Pembahasan

Berdasarkan hasil perhitungan ASAI dan ASUI, sistem distribusi listrik di PT PLN Area Timika menunjukkan tingkat ketersediaan layanan yang tinggi selama tahun pengamatan. Nilai ASAI tahunan sebesar 99,9842% mengindikasikan bahwa pasokan listrik tersedia bagi pelanggan hampir sepanjang waktu, sedangkan nilai ASUI sebesar 0,0158% menunjukkan bahwa proporsi waktu ketidakterediaan layanan relatif kecil.

Variasi nilai ASAI dan ASUI secara bulanan menunjukkan adanya perbedaan tingkat ketersediaan layanan pada periode tertentu. Bulan Juli mencatat nilai ASAI terendah dan ASUI tertinggi dibandingkan bulan lainnya, yang mengindikasikan terjadinya gangguan dengan durasi relatif lebih besar pada periode tersebut. Kondisi ini menunjukkan bahwa ASAI dan ASUI cukup sensitif dalam menangkap perubahan durasi gangguan yang berdampak langsung pada ketersediaan layanan listrik yang dirasakan pelanggan.

Jika dibandingkan dengan standar keandalan SPLN 68-2:1986, nilai ASAI dan ASUI yang diperoleh menunjukkan bahwa sistem distribusi listrik di PT PLN Area Timika berada pada tingkat keandalan yang memenuhi standar yang ditetapkan. Tingginya nilai ASAI mencerminkan kemampuan sistem distribusi dalam menjaga kontinuitas pasokan listrik, sementara rendahnya nilai ASUI menunjukkan terbatasnya waktu ketidakterediaan layanan selama periode pengamatan.

Hasil pembahasan ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menekankan pentingnya penggunaan ASAI dan ASUI sebagai indikator keandalan berbasis pengalaman pelanggan. Studi oleh M. Iqbal [11], F. Anis, D. Lesmana, and P. Siagian [12], menunjukkan bahwa ASAI dan ASUI mampu memberikan informasi tambahan mengenai kualitas ketersediaan layanan yang tidak sepenuhnya tergambarkan oleh indeks konvensional seperti SAIDI dan SAIFI. Oleh karena itu, penggunaan ASAI dan ASUI dalam penelitian ini berperan sebagai pelengkap dalam evaluasi keandalan sistem distribusi listrik.

Meskipun hasil yang diperoleh menunjukkan tingkat keandalan yang tinggi, variasi nilai ASAI dan ASUI pada bulan tertentu mengindikasikan adanya potensi peningkatan keandalan sistem, khususnya dalam upaya meminimalkan durasi gangguan. Dalam konteks ini, ASAI dan ASUI dapat dimanfaatkan sebagai indikator evaluasi untuk menilai efektivitas strategi peningkatan keandalan layanan listrik di masa mendatang.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan tinjauan literatur yang dilakukan, peneliti menyimpulkan bahwa sistem distribusi listrik di PT PLN Area Timika menunjukkan kinerja yang sangat baik berdasarkan pengukuran ASAI dan ASUI. Keandalan sistem distribusi listrik tercermin dari tingginya nilai ASAI dan rendahnya nilai ASUI, yang menunjukkan bahwa meskipun gangguan terjadi, pemulihan pasokan listrik dapat dilakukan dengan cepat dan layanan tetap tersedia untuk sebagian besar waktu. Berdasarkan temuan ini, berikut adalah kesimpulan utama dari penelitian:

1. Sistem distribusi listrik di PT PLN Area Timika menunjukkan tingkat keandalan yang sangat baik dengan ASAI mencapai 99,9842%.
2. Durasi gangguan yang minim tercermin dari nilai ASUI yang sangat rendah (0,0158%), menunjukkan pemulihan pasokan listrik yang cepat.
3. PT PLN Area Timika telah memenuhi atau bahkan melampaui standar keandalan yang ditetapkan dalam SPLN 68-2:1986.

4. Penggunaan ASAI dan ASUI lebih relevan dalam menggambarkan pengalaman pelanggan dibandingkan indeks lainnya seperti SAIDI dan SAIFI.
5. Meskipun hasilnya sangat baik, peningkatan pemeliharaan dan teknologi pemantauan dapat lebih meningkatkan keandalan dan ketersediaan layanan listrik di masa depan.

REFERENSI

- [1] "Application of System Reliability Indices in Electric Power System," *Journal of Energy Technologies and Policy*, Nov. 2021, doi: 10.7176/jetp/11-6-03.
- [2] Y. Kifle, B. Khan, and P. Singh, "Assessment and enhancement of distribution system reliability by renewable energy sources and energy storage," *Journal of Green Engineering*, vol. 8, no. 3, pp. 219–262, Jul. 2018, doi: 10.13052/jge1904-4720.832.
- [3] K. Idowu, R. Uhunmwangho, E. C. N. Okafor, and A. Big-Alabo, "Reliability Improvement Study of a Distribution Network with Distributed Generation," 2021.
- [4] A. M. Jaleel and M. K. Abd, "Reliability Evaluation of Electric Distribution Network with Distributed Generation Integrated," *International Journal of Intelligent Engineering and Systems*, vol. 14, no. 5, pp. 306–319, 2021, doi: 10.22266/ijies2021.1031.28.
- [5] M. Rian Martadinata and A. Azis, "Keandalan Sistem Distribusi 20 Kv Pada Penyulang Tarakan PT PLN (PERSERO) Unit Layanan Pelanggan Sukarami"
- [6] J. D. Haryantho and H. Tumbelaka, "Analisa keandalan sistem kelistrikan di daerah pelayanan PT. PLN (Persero) Area Timika berbasis SAIDI dan SAIFI," *Jurnal Teknik Elektro*, vol. 10, no. 2, pp. 71–74, Sep. 2017, doi: 10.9744/jte.10.2.71-74.
- [7] M. Iqbal, "Reliability analysis of 20 kV electric power distribution system based on SAIFI, SAIDI, CAIDI, MAIFI, ASAI and ASUI at PT. PLN Rayon Samalanga," *Journal Geuthee of Engineering and Energy (JOGE)*, vol. 3, no. 2, pp. 71–83, 2024.
- [8] S. Journal and U. Journal, "International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE)", doi: 10.35940/ijitee.J7586.0891020.
- [9] C. Afri Lestari and U. Situmeang, "Analisis Keandalan Sistem Distribusi 20 kV dengan Metode FMEA pada Penyulang Akasia dan Lele PT PLN (Persero) ULP Kota Barat," *Jurnal Sain, Energi, Teknologi & Industri*, vol. 6, no. 1, pp. 1–7, 2021, doi: 10.31849/sainetin.v6i1.7408.
- [10] A. I. Lestari, T. Barlian, N. Hidayah, K. Kunci, and : Keandalan, "Evaluasi Indeks Keandalan Sistem Distribusi 20 kV dengan Menggunakan Metode Failure Modes and Effects Analysis di Penyulang Hanoman Evaluation of the Reliability Index of the 20 kV Distribution System Using the Failure Modes and Effects Analysis Method in the Hanoman Feeder", doi: 10.31851/ampere.
- [11] M. Iqbal, "Reliability analysis of 20 kV electric power distribution system based on SAIFI, SAIDI, CAIDI, MAIFI, ASAI and ASUI at PT. PLN Rayon Samalanga," *Journal Geuthee of Engineering and Energy (JOGE)*, vol. 3, no. 2, pp. 71–83, 2024, doi: 10.52626/joge.v%vi%i.42.
- [12] F. Anis, D. Lesmana, and P. Siagian, "Analisis Pengaruh Pemeliharaan Preventif Jaringan Distribusi 20kV Pada Penyulang Gu.03 Terhadap Indeks Keandalan Jaringan di PT.PLN (Persero) ULP Medan Timur," vol. IX, no. 4, 2024.