

**ANALISIS KEANDALAN SISTEM DISTRIBUSI LISTRIK 20 kV PADA
PENYULANG CWRU DI PT PLN PERSERO ULP PELABUHANRATU
AREA SURADE**

SKRIPSI

*Diajukan untuk Memenuhi Sebagian Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana di
Program Studi Teknik Elektro S1*



Disusun Oleh:

Mia Agista

E.5051.1902262

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1
FAKULTAS PENDIDIKAN TEKNOLOGI DAN KEJURUAN
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA**

2023

**ANALISIS KEANDALAN SISTEM DISTRIBUSI LISTRIK 20 kV PADA
PENYULANG CWRU DI PT PLN PERSERO ULP PELABUHANRATU
AREA SURADE**

Oleh
Mia Agista

Sebuah skripsi yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat untuk
memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas
Pendidikan Teknologi dan Kejuruan

© Mia Agista 2023
Universitas Pendidikan Indonesia
Juni 2023

Hak Cipta dilindungi undang-undang.
Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian, dengan dicetak
ulang, di *fotocopy*, atau cara lainnya tanpa izin dari penulis.

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

MIA AGISTA

E.5051.1902262

**ANALISIS KEANDALAN SISTEM DISTRIBUSI LISTRIK 20 kV PADA
PENYULANG CWRU DI PT PLN PERSERO ULP PELABUHANRATU
AREA SURADE**

Disetujui dan disahkan oleh pembimbing:

Pembimbing I



Dr. Tasma Sucita, ST., M.T.

NIP. 19641007 199101 1 001

Pembimbing II



Dr. Ir. Maman Somantri, S. Pd, M.T.

NIP. 19720119 200112 1 001

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Elektro



Iwan Kustiawan, S. Pd., M.T., Ph. D

NIP. 19770908 200312 1 002

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa tugas akhir dengan judul “**Analisis Keandalan Sistem Distribusi Listrik 20 kV pada Penyulang CWRU di PT PLN Persero ULP Pelabuhanratu Area Surade** ” ini beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung resiko atau sanksi apabila dikemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.

Bandung, Juni 2023

Yang Menyatakan

Mia Agista

NIM. 1902262

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah terhadap segala tahapan yang telah dilalui, penulis menghaturkan rasa syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan banyak nikmat dan hidayah sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Analisis Keandalan Sistem Distribusi Listrik 20 kV pada Penyulang CWRU di PT PLN Persero ULP Pelabuhanratu Area Surade” dengan baik. Skripsi ini disusun sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik dari Program Studi S1 Teknik Elektro, Departemen Pendidikan Teknik Elektro, Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan di Universitas pendidikan Indonesia.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini terdapat kekurangan dan jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis berharap adanya masukan berupa kritik dan saran yang bersifat membangun agar dapat berguna unruk penulis dan pembacanya.

Dalam proses penyusunan skripsi ini, penulis dibantu oleh banyak pihak yang telah memberikan dukungan kasih sayang, arahan, saran serta bantuan berupa moril dan materil, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan tepat waktu. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada:

1. Dua orang paling berarti dan berjasa dalam kehidupan penulis, Ibunda Elih Nurhayati dan Ayahanda Asep Nirwana. Penulis mengucapkan banyak terimakasih atas kepercayaan yang telah diberikan. Terimakasih atas pengorbanan, cinta kasih, do'a, motivasi dan nasihat-nasihat yang selalu diberikan serta tanpa lelah mendukung setiap keputusan dan pilihan dalam hidup anak-anaknya. Semoga Allah SWT senantiasa selalu melindungi dan menjaganya dalam kebaikan dan kemudahan. *Aamiin*.
2. Kakak tercinta, Desy Prisiska S.Pd.I., terimakasih atas segala do'a, usaha dan motivasi yang telah diberikan kepada penulis. Terimakasih juga atas nasihat-nasihat dan candaan yang sering diberikan sehingga penulis merasa terhibur ketika mengalami kendala dalam penyusunan skripsi ini.
3. Bapak Dr. H. Yadi Mulyadi, M.T., selaku Ketua Departemen Pendidikan Teknik Elektro, Universitas Pendidikan Indonesia

4. Bapak Iwan Kustiawan, Ph.D. selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro, Departemen Pendidikan Teknik Elektro, Universitas Pendidikan Indonesia
5. Bapak Dr. Tasma Sucita, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing 1 yang telah memberikan banyak waktu, ilmu, dukungan dan bimbingan serta nasihat untuk kelancaran skripsi penulis.
6. Bapak Dr. Maman Somantri, S.Pd., M.T., selaku dosen pembimbing 2 yang telah memberikan banyak waktu, ilmu, dukungan dan bimbingan serta nasihat untuk kelancaran skripsi penulis.
7. Seluruh dosen dan staff Departemen Pendidikan Teknik Elektro FPTK UPI.
8. Seluruh pihak manager dan staff PT PLN Persero ULP Pelabuhanratu, terutama terhadap bidang teknik yang telah membantu penulis mendapatkan data penelitian.
9. Kepada mereka: Wirdatul hayaty, Larasati Putri Mayari, Levina Sari Ariyanti, Chaerunnisa dan Hafizha Silmi selaku teman-teman yang penulis temui dari awal semester hingga saat ini. Terimakasih telah kebersamai proses belajar penulis hingga saat ini. Semoga Allah SWT selalu menjaga kalian dalam segala kebaikan dan kemudahan-Nya.
10. Saidah Asro, Dea Inanda Putri, Rachmania Aisyah Putri, Agung Febryana, Yusril Nurhikam, Ridwan Lesmana dan Zulvan Thariq serta teman-teman kelas seperjuangan lainnya. Terimakasih telah membantu dan memberikan dukungan, doa serta saran kepada penulis.
11. Teman-teman Kost Bumi Anggara yang selalu berbagi keceriaan dan tiada henti memberikan semangat kepada penulis.

Semoga Allah SWT membalas kebaikan semua pihak yang telah membantu penulis hingga akhirnya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.

Bandung, Juni 2023

Penulis

ABSTRAK

Permintaan listrik terus meningkat seiring dengan berkembangnya waktu dan semakin bertambahnya penduduk. Hampir semua lini kehidupan di era modern sekarang ini memerlukan energi listrik. Oleh sebab itu, proses distribusi listrik kepada konsumen merupakan hal penting yang harus diperhatikan agar upaya pemenuhan kebutuhan listrik konsumen terpenuhi secara optimal. Beberapa hal yang menghambat proses distribusi listrik yaitu adanya gangguan yang disebabkan oleh faktor internal maupun eksternal yang dapat mempengaruhi nilai keandalan sistem distribusi listrik. Hasil penelitian yang didapat dari PT PLN ULP Pelabuhanratu Area Surade untuk nilai SAIFI 52,077 kali/pelanggan/tahun, SAIDI 99,400 jam/pelanggan/tahun dan nilai CAIDI 1,813 jam/kali/tahun. Menurut standar SPLN 68 2-1986 untuk nilai SAIFI dan SAIDI termasuk kategori tidak handal, sedangkan CAIDI sudah handal. Kemudian didapat nilai ASAI sebesar 99,828% dan ASUI sebesar 0,172% yang berarti ketersediaan listrik terpenuhi. Nilai keandalan tersebut dipengaruhi oleh gangguan yang berasal dari faktor internal sebesar 10,47%, faktor eksternal 48,84% dan sisanya sebesar 40,69% tidak diketahui penyebabnya. Sementara itu, kerugian ekonomis akibat terjadinya gangguan tersebut adalah sebesar Rp.1.451.921.814,00 atau sebesar Rp.52.432,50 untuk setiap pelanggan. Untuk mengatasi hal tersebut, pihak terkait dapat lebih meningkatkan jadwal pemeliharaan yang lebih teratur sebagai langkah preventif terhadap gangguan yang bersifat eksternal serta mempertimbangkan penambahan alat proteksi pada sistem tersebut.

Kata Kunci: AENS, ASAI, ASUI, CAIDI, SAIDI, SAIFI, Keandalan

ABSTRACK

The demand for electricity continues to increase with time and the population increases. Almost all lines of life in today's modern era require electrical energy. Therefore, the process of distributing electricity to consumers is an important thing that must be considered so that efforts to meet consumers' electricity needs are met optimally. Some things that hinder the electricity distribution process are disturbances caused by internal and external factors that can affect the reliability value of the electricity distribution system. The results of the research obtained from PT PLN ULP Pelabuhanratu Area Surade for SAIFI value 52,077 times/customer/year, SAIDI 99,400 hours/customer/year and CAIDI value 1,813 hours/times/year. According to the SPLN 68 2-1986 standard, SAIFI and SAIDI values are categorized as unreliable, while CAIDI is reliable. Then obtained the ASAI value of 99.828% and ASUI of 0.172% which means that electricity availability is met. The reliability value was influenced by interference originating from internal factors of 10.47%, external factors of 48.84% and the remaining 40.69% of unknown causes. Meanwhile, economic losses due to the disruption amounted to Rp.1,451,921,814.00 or Rp.52,432.50 for each customer. To overcome this, related parties can further increase the maintenance schedule more regularly as a preventive measure against external interference and consider adding protection equipment to the system.

Keywords: AENS, ASAI, ASUI, CAIDI, SAIDI, SAIFI, Reliability

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	i
PERNYATAAN.....	i
KATA PENGANTAR	iii
ABSTRAK.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL.....	x
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Penelitian	1
1.2 Rumusan Masalah Penelitian	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
1.5 Struktur Organisasi Penulisan	5
BAB II KAJIAN PUSTAKA.....	7
2.1 Sistem Tenaga Listrik.....	7
2.2 Sistem Distribusi Tenaga Listrik	8
2.2.1 Sistem Distribusi Langsung	8
2.2.2 Sistem Distribusi Tidak Langsung.....	8
2.2.3 Jaringan Distribusi Primer	9
2.2.4 Jaringan Distribusi Sekunder	15
2.3 Gangguan pada Sistem Distribusi Tenaga Listrik.....	16
2.4 Keandalan Sistem Distribusi Tenaga Listrik.....	17
2.4.1 SAIFI (<i>System Average Interruption Frequency Index</i>).....	19
2.4.2 SAIDI (<i>System Average Interruption Duration Index</i>).....	19
2.4.3 CAIDI (<i>Customer Average Interruption Duration Index</i>).....	19
2.4.4 ASAI (<i>Average Service Availability Index</i>).....	20
2.4.5 ASUI (<i>Average Service Unavailability Index</i>)	20
2.4.6 ENS (<i>Energy Not Supplied</i>).....	20
2.4.7 AENS (<i>Average Energy Not Supplied</i>).....	21
2.4.8 Nilai Standar Indeks Keandalan Berdasarkan SPLN 68 2-1986	21
BAB III METODE PENELITIAN.....	22

3.1 Desain Penelitian	22
3.2 Lokasi dan Objek Penelitian.....	23
3.3 Metode Pengumpulan Data	23
3.4 Data Lapangan.....	24
3.4.1 Data Jumlah Pelanggan.....	24
3.4.2 Data Jumlah Trafo Distribusi dan Kapasitasnya.....	24
3.4.3 Data Jumlah Gangguan.....	25
3.4.4 <i>One Line Diagram</i> Penyulang CWRU	26
3.5 Analisis Data	27
BAB IV TEMUAN DAN PEMBAHASAN	29
4.1 Temuan Data Penelitian	29
4.1.1 Hasil Perhitungan Nilai Indeks Keandalan Berbasis Pelanggan	29
4.1.2 Hasil Perhitungan Nilai Indeks Keandalan Berbasis Ketersediaan atau <i>Availability</i> (ASAI dan ASUI).....	35
4.1.3 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Nilai Indeks Keandalan Pada Penyulang CWRU.....	37
4.1.4 Hasil Pehitungan Kerugian Ekonomis Berdasarkan Nilai AENS	40
4.2 Pembahasan Hasil Penelitian.....	42
4.2.1 Analisis Nilai Indeks Keandalan Berbasis Pelanggan (SAIFI, SAIDI dan CAIDI)	43
4.2.2 Analisis Nilai Indeks Keandalan Berbasis Ketersediaan atau <i>Availability</i> (ASAI dan ASUI).....	44
4.2.3 Analisis Faktor-faktor yang Mempengaruhi Nilai Keandalan Pada Penyulang CWRU.....	44
4.2.4 Analisis Kerugian Ekonomis Berdasarkan Nilai Keandalan ENS dan AENS.....	46
BAB V SIMPULAN, IMPLIKASI DAN REKOMENDASI.....	47
5.1 Simpulan.....	47
5.2 Implikasi.....	48
5.3 Rekomendasi	48
DAFTAR PUSTAKA	49
LAMPIRAN	52

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Sistem Tenaga Listrik.....	7
Gambar 2. 2 Konfigurasi Jaringan Radial Terbuka	10
Gambar 2. 3 Konfigurasi Jaringan Radial Paralel.....	11
Gambar 2. 4 Konfigurasi Jaringan Loop.....	11
Gambar 2. 5 Skema Konfigurasi Jaringan Open Loop	12
Gambar 2. 6 Skema Konfigurasi Jaringan Closed Loop.....	12
Gambar 2. 7 Konfigurasi Jaringan NET	13
Gambar 2. 8 Konfigurasi Jaringan Spindle	14
Gambar 2. 9 Konfigurasi Jaringan Interkoneksi	15
Gambar 2. 10 Skema Jaringan Distribusi Sekunder	15
Gambar 3. 1 Diagram Alur Penelitian.....	22
Gambar 3. 2 <i>One Line Diagram</i> Penyulang CWRU.....	26
Gambar 3. 3 Diagram Alur Analisis Data.....	27
Gambar 4. 1 Grafik Perbandingan Nilai Indeks Keandalan dengan Standar SPLN	29
Gambar 4. 2 Grafik Nilai Indeks Keandalan SAIFI.....	30
Gambar 4. 3 Grafik Nilai Indeks Keandalan SAIDI.....	33
Gambar 4. 4 Grafik Nilai Indeks Keandalan ASAI	36
Gambar 4. 5 Grafik Faktor Penyebab Gangguan pada Penyulang CWRU.....	38

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Standar Indeks Keandalan SPLN	21
Tabel 3. 1 Data Gangguan Pada Penyulang CWRU	25
Tabel 4. 1 Nilai SAIFI dalam Satu Tahun.....	30
Tabel 4. 2 Perhitungan Nilai SAIFI Terendah pada Bulan Januari 2022.....	31
Tabel 4. 3 Perhitungan Nilai SAIFI Tertinggi pada Bulan Februari 2022.....	31
Tabel 4. 4 Nilai SAIDI dalam Satu Tahun	32
Tabel 4. 5 Perhitungan Nilai SAIDI Terendah pada Bulan Januari 2022	33
Tabel 4. 6 Perhitungan Nilai SAIDI Tertinggi pada Bulan Februari 2022	34
Tabel 4. 7 Perhitungan Nilai CAIDI	35
Tabel 4. 8 Nilai ASAI dalam Satu Tahun	36
Tabel 4. 9 Perhitungan Nilai ASAI pada Bulan Januari 2022	36
Tabel 4. 10 Data Gangguan yang Disebabkan Oleh Faktor Internal	38
Tabel 4. 11 Data Gangguan yang Disebabkan oleh Faktor Eksternal.....	39
Tabel 4. 12 Nilai ENS dalam Satu Tahun	41
Tabel 4. 13 Perhitungan Nilai ENS pada Bulan Januari 2022	41
Tabel 4. 14 Hasil Perhitungan Nilai AENS	42

DAFTAR PUSTAKA

- Afri Lestari, C., & Situmeang, U. (2021). 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*.
- Anshori, M. R., R, A. A., & Sofyan. (2020). Studi Keandalan Sistem Jaringan Distribusi Penyulang 20 Kv Pada PT.PLN (Persero) Rayon Daya Dengan Metode Failure Modes and Effects Analysis (Fmea). *Prosiding Seminar Nasional Teknik Elektro Dan Informatika (SNTEI)*, 47–52.
- Arifani, N. I., & Winarno, H. (2015). Analisis Nilai Indeks Keandalan Sistem Jaringan Distribusi Udara 20 Kv Pada Penyulang Pandean Lamper 1,5,8,9,10 Di Gi Pandean Lamper. *Gema Teknologi*, 17(3), 131–134.
- Bonat, O. Y., Pambudi, E. P., & Firman, B. (2018). Analisis Keandalan Jaringan Distribusi Tenaga Listrik 20 kV Menggunakan Indeks Saidi & Saifi Pada PT. PLN (PERSERO) APJ Yogyakarta. *Jurnal Elektrikal*, 5(1), 12–17.
- Dari, P., Curah, I., Di, H., & Jampang, D. (2020). *Potensi Tanah Longsor Dilihat Dari Karakteristik Geologi*. 2007(November), 18–19.
- Ebeling, Hartati, R., & Iee. (2007). *Bab V Teori Dasar Keandalan Sistem Tenaga Listrik*.
- Gusti, I, Arka, P., & Mudiana, N. (2013). Studi Pengaruh Pemasangan Sistem Proteksi Rele Terhadap Kemungkinan Gangguan Sympathetic Tripping Pada Penyulang. *Jurnal Logic*, 13(3), 142–147.
- Harun, E. H., Adam, M. T., & Ilham, J. (2022). Perbaikan Kualitas Tegangan Distribusi 20 kV di Gardu Hubung Lemito Melalui Studi Aliran Daya. *Jambura Journal of Electrical and Electronics Engineering*, 4(2), 143–147.
- Hashemi-Dezaki, H., Askarian-Abyaneh, H., & Haeri-Khiavi, H. (2015). Reliability optimization of electrical distribution systems using internal loops to minimize energy not-supplied (ENS). *Journal of Applied Research and Technology*, 13(3), 416–424.
- Slamet Suropto, M. E. (2017). Sistem Tenaga Listrik. In *ELTEK, Vol 11 Nomor 01*.
- Jooshaki, M., Lehtonen, M., Fotuhi-Firuzabad, M., Muñoz-Delgado, G., Contreras, J., & Arroyo, J. M. (2022). On the explicit formulation of reliability assessment of distribution systems with unknown network topology: Incorporation of DG, switching interruptions, and customer-interruption quantification. *Applied Energy*, 324(July), 119655.
- Khairul, F., & Risfendra, R. (2022). Evaluasi Keandalan Sistem Jaringan Distribusi 20 Kv Dan Energy Not Supplied (ENS) Pada GH Balai Selasa. *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, 3(1), 158–167.
- Lestari, M. C. W., & Mulyadi, Y. (2018). Analysis of 20 kV Power Distribution System Reliability using the Section Technique. *IOP Conference Series*:

Materials Science and Engineering, 384(1).

- Li, F. (2005). Distributed processing of reliability index assessment and reliability-based network reconfiguration in power distribution systems. *IEEE Transactions on Power Systems*, 20(1), 230–238.
- Monantun, S. R. (2014). *Jaringan distribusi tenaga listrik*.
- Nguyen, T. T., Nguyen, T. T., & Le, B. (2021). Optimization of electric distribution network configuration for power loss reduction based on enhanced binary cuckoo search algorithm. *Computers and Electrical Engineering*, 90(xxxx), 106893.
- Penyulang, P., Gardu, D. I., Kentungan, I., Brawijaya, J., Kasihan, K., & Istimewa, D. (2019). *Analisis keandalan sistem distribusi daya listrik 20 kv pada penyulang di gardu induk kentungan*.
- Perdana, W. P., Hasanah, R. N., & Dachlan, H. S. (2009). *Primer Tipe Radial Gardu Induk Blimbing. III*(1), 6–12.
- Rizal A. Duyo. (2020). Analisis Penyebab Gangguan Jaringan Pada Distribusi Listrik Menggunakan Metode Fault Treeanalysis di Pt. Pln (Persero) Rayon Daya Makassar. *Vertex Elektro*, 12(02), 1–2.
- Rizki, E. N. (2021). Simulasi Modifikasi Konfigurasi Jaringan Spindel Menjadi Loop Tertutup Untuk Meningkatkan Keandalan Sistem Distribusi Menggunakan Software ETAP. *Energi & Kelistrikan*, 13(1), 33–39.
- Saifi, D. A. N., Pt, D. I., Persero, P. L. N., Lubuk, R., & Tahun, A. (2017). Kata kunci : Sistem Distribusi, Indeks Keandalan, SAIDI, SAIFI. *Jurnal Teknik Elektro Itp*, 6(2), 170–179.
- Sinishaw, G. Y., Bantyriga, B., & Abebe, K. (2021). Analysis of smart grid technology application for power distribution system reliability enhancement: A case study on Bahir Dar power distribution. *Scientific African*, 12, e00840.
- Sukadana, I. W., & Suartika, I. N. (2019). Optimalisasi LBS Motorized Key Point Pada Jaringan Distribusi 20 KV untuk Meningkatkan Keandalan Sistem. *JTEV (Jurnal Teknik Elektro Dan Vokasional)*, 5(1.1), 141.
- Suswanto, D. (2010). Analisis Gangguan Pada Jaringan Distribusi. In *Sistem Distribusi Tenaga Listrik* (Vol. 1, pp. 245–272).
- Tanjung, A. (2012). Analisis Sistem Distribusi 20 kV untuk Memperbaiki Kinerja dan Keandalan Sistem Distribusi Menggunakan Electrical Transient Analysis Program. *Seminar Nasional Teknologi Informasi Komunikasi Dan Industri 4*, ISSN :2085-9902.
- Wu, Jiang, Dai, X., He, P., Zhao, L., Pan, W., Guo, T., Wu, Y., & Yang, T. (2012). Research on ash-free sampling device and its application in the mercury testing of coal-fired flue gas. *Energy Procedia*, 14, 387–392.
- Wu, Jianzhang, Zheng, J., Mei, F., Li, K., & Qi, X. (2022). Reliability evaluation

method of distribution network considering the integration impact of distributed integrated energy system. *Energy Reports*, 8, 422–432.

Yousefi, A., & Hadi-Vencheh, A. (2023). Resiliency and reliability of the power grid in the time of COVID-19: An integrated ABC-K-means model for optimal positioning of repair crew. *Electric Power Systems Research*, 216(February 2022), 109022.