

PEMELIHARAAN SALURAN UDARA TEGANGAN MENENGAH (SUTM) 20 kV DI PT PLN (PERSERO) ULP KARANGNUNGGAL

Ajang Somantri¹, Edvin Priatna²

Program Studi Teknik Elektro, Universitas Siliwangi¹

Universitas Siliwangi²

Email: 227002009@student.unsil.ac.id

Informasi	Abstract
Volume : 3 Nomor : 2 Bulan : Februari Tahun : 2026 E-ISSN : 3062-9624	<i>Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM) 20 kV merupakan bagian penting dalam sistem distribusi tenaga listrik yang berfungsi menyalurkan energi listrik dari gardu induk menuju gardu distribusi. Keandalan jaringan SUTM sangat dipengaruhi oleh strategi pemeliharaan yang diterapkan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pelaksanaan pemeliharaan jaringan SUTM 20 kV di PT PLN (Persero) ULP Karangnunggal selama 30 hari kerja (13 Juni – 25 Juli 2025) serta mengevaluasi tingkat keandalan sistem menggunakan indeks SAIFI dan SAIDI. Metode yang digunakan adalah observasi lapangan, dokumentasi logbook kegiatan, dan analisis kuantitatif data gangguan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari 30 kegiatan pemeliharaan, 50% merupakan kegiatan preventif seperti Right of Way (ROW), inspeksi gardu, dan pengukuran beban, sedangkan sisanya merupakan korektif dan darurat. Selama periode pengamatan terjadi 6 gangguan dengan total 1.580 pelanggan terdampak dan akumulasi 2.119 jam-pelanggan. Perhitungan menunjukkan nilai SAIFI sebesar 0,316 kali/pelanggan dan SAIDI sebesar 0,423 jam/pelanggan atau 25,38 menit/pelanggan. Gangguan dominan disebabkan oleh faktor vegetasi dan pohon tumbang. Hasil ini menunjukkan bahwa strategi pemeliharaan preventif yang diterapkan mampu menjaga frekuensi dan durasi gangguan tetap terkendali serta berkontribusi terhadap peningkatan keandalan sistem distribusi SUTM 20 kV.</i> Keyword: SUTM 20 kV, pemeliharaan preventif, Right of Way (ROW), SAIFI, SAIDI, keandalan sistem

A. PENDAHULUAN

Energi listrik merupakan kebutuhan utama dalam menunjang aktivitas industri, pendidikan, pemerintahan, dan rumah tangga. Peningkatan konsumsi energi listrik dari tahun ke tahun menuntut sistem distribusi tenaga listrik yang andal dan efisien. Salah satu bagian penting dalam sistem distribusi tenaga listrik adalah Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM) 20 kV, yang berfungsi menyalurkan energi listrik dari gardu induk menuju gardu distribusi sebelum diturunkan ke tegangan rendah [1], [5].

Jaringan distribusi tegangan menengah memiliki karakteristik penghantar terbuka yang dipasang pada tiang beton atau baja dengan isolator. Konstruksi ini relatif ekonomis, namun rentan terhadap gangguan eksternal seperti pohon yang mendekati konduktor, hewan liar,

cuaca ekstrem, serta aktivitas manusia [2], [10]. Selain itu, gangguan juga dapat berasal dari faktor internal seperti kerusakan fuse cut out (FCO), isolator pecah, ketidakseimbangan beban, dan sambungan longgar pada jaringan tegangan rendah [3].

Gangguan pada jaringan distribusi berdampak langsung terhadap tingkat keandalan sistem tenaga listrik. Keandalan sistem distribusi umumnya diukur menggunakan dua parameter utama, yaitu System Average Interruption Duration Index (SAIDI) dan System Average Interruption Frequency Index (SAIFI) [4], [6]. SAIDI menunjukkan rata-rata durasi gangguan yang dialami pelanggan dalam periode tertentu, sedangkan SAIFI menunjukkan rata-rata frekuensi gangguan per pelanggan. Semakin tinggi nilai SAIDI dan SAIFI, maka semakin rendah tingkat keandalan sistem distribusi [8].

Upaya peningkatan keandalan sistem distribusi dapat dilakukan melalui strategi pemeliharaan yang efektif. Pemeliharaan jaringan tegangan menengah diklasifikasikan menjadi tiga jenis, yaitu pemeliharaan rutin, pemeliharaan korektif, dan pemeliharaan darurat [2]. Salah satu metode pemeliharaan preventif yang banyak diterapkan adalah Right of Way (ROW), yaitu kegiatan pemangkasan vegetasi dan pembersihan area sekitar jaringan untuk menjaga jarak aman konduktor terhadap objek di sekitarnya [2], [10]. Implementasi ROW secara rutin terbukti mampu menurunkan frekuensi gangguan akibat sentuhan vegetasi, sehingga berkontribusi terhadap penurunan nilai SAIFI [6], [11].

Selain ROW, peningkatan keandalan juga dilakukan melalui inspeksi gardu distribusi, pengukuran tegangan dan arus, pemasangan pelindung hewan (rokseng), serta penggantian komponen proteksi seperti FCO dan lightning arrester [1], [3]. Strategi pemeliharaan preventif yang terjadwal dengan baik dapat memperpanjang umur peralatan, mengurangi risiko gangguan permanen, serta meningkatkan kontinuitas pelayanan listrik kepada pelanggan [8], [9].

Berdasarkan kegiatan kerja praktek yang dilaksanakan di PT PLN (Persero) ULP Karangnunggal selama periode Juni–Juli 2025, ditemukan bahwa gangguan pada jaringan SUTM 20 kV umumnya disebabkan oleh faktor vegetasi, hewan, serta kerusakan komponen proteksi. Oleh karena itu, diperlukan analisis terhadap pelaksanaan pemeliharaan preventif dan korektif yang dilakukan guna mengetahui kontribusinya terhadap peningkatan keandalan sistem distribusi.

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengidentifikasi jenis gangguan yang terjadi pada jaringan SUTM 20 kV.
2. Menganalisis metode pemeliharaan yang diterapkan (preventif dan korektif).

3. Mengevaluasi pengaruh pemeliharaan terhadap peningkatan keandalan sistem berdasarkan pendekatan SAIDI dan SAIFI.

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi dalam pengembangan strategi pemeliharaan jaringan distribusi tegangan menengah yang lebih efektif dan berkelanjutan, serta mendukung peningkatan mutu pelayanan kelistrikan nasional [12].

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Sistem Distribusi Tenaga Listrik

Sistem distribusi tenaga listrik merupakan bagian dari sistem tenaga listrik yang berfungsi menyalurkan daya listrik dari gardu induk menuju pelanggan akhir. Sistem distribusi terbagi menjadi dua bagian utama, yaitu:

1. Jaringan Tegangan Menengah (JTM) – umumnya beroperasi pada tegangan 20 kV.
2. Jaringan Tegangan Rendah (JTR) – beroperasi pada tegangan 380/220 V setelah diturunkan oleh transformator distribusi [5].

Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM) merupakan konstruksi jaringan distribusi primer yang menggunakan penghantar terbuka (bare conductor) yang disangga oleh isolator pada tiang beton atau baja [2]. Konstruksi ini banyak digunakan karena lebih ekonomis dibandingkan kabel tanah, namun memiliki tingkat kerentanan yang lebih tinggi terhadap gangguan eksternal seperti vegetasi, hewan, dan cuaca ekstrem [10].

B. Gangguan pada Jaringan Distribusi

Gangguan pada sistem distribusi dapat diklasifikasikan menjadi dua jenis utama [1]:

1. Gangguan Temporer

Gangguan yang bersifat sementara dan dapat hilang dengan sendirinya atau melalui operasi proteksi otomatis seperti recloser.

2. Gangguan Permanen

Gangguan yang memerlukan tindakan perbaikan langsung, seperti penggantian komponen yang rusak atau perbaikan konduktor.

Faktor penyebab gangguan pada jaringan distribusi antara lain [2], [9]:

- 1) Sentuhan vegetasi terhadap konduktor
- 2) Sambaran petir
- 3) Hewan yang menyebabkan hubung singkat
- 4) Kerusakan fuse cut out (FCO)
- 5) Isolator pecah
- 6) Tiang miring akibat beban mekanis

Gangguan tersebut berdampak pada pemadaman listrik yang mempengaruhi tingkat keandalan sistem distribusi.

C. Pemeliharaan Jaringan Tegangan Menengah

Pemeliharaan jaringan distribusi bertujuan untuk menjaga kondisi peralatan agar tetap berfungsi optimal dan mencegah gangguan yang dapat menyebabkan pemadaman [3].

Jenis pemeliharaan terdiri dari:

1. Pemeliharaan Preventif

Dilakukan secara terjadwal untuk mencegah gangguan, seperti:

- 1) Right of Way (ROW)
- 2) Inspeksi gardu distribusi
- 3) Pemasangan pelindung hewan
- 4) Pembersihan isolator

2. Pemeliharaan Korektif

Dilakukan setelah terjadi gangguan, seperti:

- 1) Penggantian FCO
- 2) Perbaikan konduktor putus
- 3) Penanganan tiang roboh

Pemeliharaan preventif yang optimal dapat menekan frekuensi gangguan dan meningkatkan keandalan sistem distribusi [6], [11].

D. Right of Way (ROW)

Right of Way (ROW) adalah kegiatan pemeliharaan berupa pembersihan dan pemangkasan vegetasi di sekitar jaringan distribusi guna menjaga jarak aman konduktor terhadap objek di sekitarnya [2], [10].

Jarak aman SUTM terhadap objek di sekitar jaringan harus memenuhi standar teknis tertentu, seperti jarak minimal terhadap bangunan, pohon, dan permukaan tanah. Pelaksanaan ROW secara rutin terbukti efektif dalam mengurangi gangguan akibat sentuhan vegetasi, yang merupakan salah satu penyebab utama gangguan pada jaringan distribusi tegangan menengah [6].

E. Indeks Keandalan Sistem Distribusi

Keandalan sistem distribusi tenaga listrik diukur menggunakan beberapa indeks, di antaranya adalah:

1. SAIFI (System Average Interruption Frequency Index)

SAIFI menunjukkan rata-rata jumlah gangguan yang dialami pelanggan dalam periode tertentu.

$$SAIFI = \frac{\sum N_i}{N_{total}}$$

Keterangan:

- 1) N_i = Jumlah pelanggan yang mengalami gangguan pada kejadian ke-i
- 2) N_{total} = Total pelanggan yang dilayani

Satuan SAIFI adalah kali/pelanggan/tahun.

Semakin kecil nilai SAIFI, maka semakin jarang pelanggan mengalami gangguan [4], [6].

2. SAIDI (System Average Interruption Duration Index)

SAIDI menunjukkan rata-rata total durasi gangguan yang dialami pelanggan dalam periode tertentu.

$$SAIDI = \frac{\sum (U_i \times N_i)}{N_{total}}$$

Keterangan:

- 1) U_i = Durasi gangguan pada kejadian ke-i (jam)
- 2) N_i = Jumlah pelanggan terdampak pada kejadian ke-i
- 3) N_{total} = Total pelanggan yang dilayani

Satuan SAIDI adalah jam/pelanggan/tahun.

Semakin kecil nilai SAIDI, maka semakin singkat rata-rata durasi gangguan yang dialami pelanggan [4], [8].

F. Hubungan Pemeliharaan dengan Indeks Keandalan

Pemeliharaan preventif seperti ROW dan inspeksi rutin memiliki hubungan langsung terhadap penurunan nilai SAIFI karena dapat mengurangi frekuensi gangguan akibat faktor eksternal [6], [11].

Sementara itu, respon korektif yang cepat terhadap gangguan permanen dapat menekan nilai SAIDI dengan mempercepat waktu pemulihan sistem [9].

Dengan demikian, strategi pemeliharaan yang terintegrasi antara preventif dan korektif menjadi faktor penting dalam meningkatkan keandalan sistem distribusi tenaga listrik.

B. METODE PENELITIAN

A. Jenis dan Pendekatan Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif dengan pendekatan studi lapangan (field study). Data diperoleh selama kegiatan Kerja Praktek di PT PLN (Persero) ULP Karangnunggal periode 13 Juni – 25 Juli 2025.

Pendekatan penelitian meliputi:

1. Studi Literatur

Mengkaji teori tentang SUTM 20 kV, pemeliharaan preventif, dan indeks keandalan (SAIDI & SAIFI).

2. Observasi Lapangan

Mengikuti langsung kegiatan pemeliharaan jaringan distribusi.

3. Wawancara Teknis

Diskusi dengan tim Pelayanan Teknik (Yantek).

4. Dokumentasi dan Logbook

Data aktivitas harian pemeliharaan.

B. Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian dilakukan sebagai berikut:

1. Identifikasi Permasalahan

Mengidentifikasi jenis gangguan pada jaringan SUTM 20 kV berdasarkan observasi lapangan.

2. Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan meliputi:

- 1) Jenis gangguan
- 2) Jumlah pelanggan terdampak
- 3) Durasi gangguan
- 4) Jenis tindakan pemeliharaan
- 5) Frekuensi kegiatan preventif

3. Klasifikasi Pemeliharaan

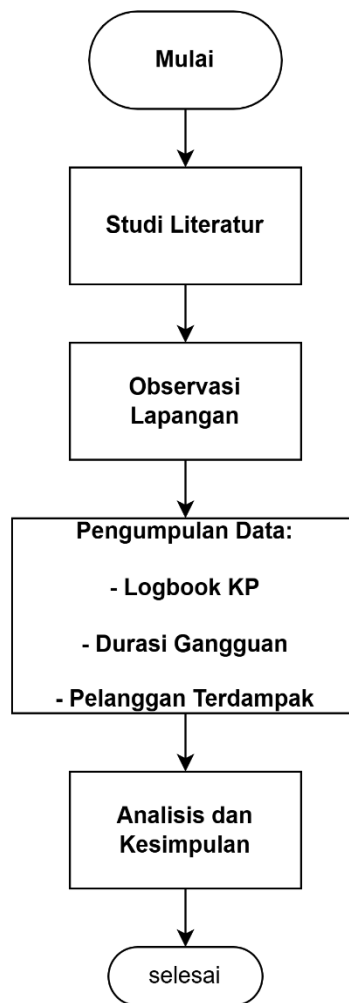
Mengelompokkan kegiatan menjadi:

- 1) Preventif (ROW, inspeksi gardu, pemasangan rokseng)
- 2) Korektif (penggantian CO, perbaikan konduktor)

4. Analisis Indeks Keandalan

Menghitung simulasi SAIFI dan SAIDI menggunakan data gangguan.

C. Flowchart



Gambar 3.1 Flowchat Penelitian

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Rekapitulasi Kegiatan Pemeliharaan

Berdasarkan rekapitulasi kegiatan selama 30 hari kerja (13 Juni – 25 Juli 2025), diperoleh total 30 kegiatan pemeliharaan dengan distribusi sebagai berikut:

Tabel 1. Rekap Kegiatan Pemeliharaan 30 Hari Kerja (13 Juni – 25 Juli 2025)

No	Tanggal	Kegiatan	Lokasi	Jenis Pemeliharaan
1	13 Juni 2025	Pemutusan CO & Pemasangan Rokseng	Culamega	Preventif
2	16 Juni 2025	Pengamanan Jalur Tertimpa Pohon Bambu	Cikatomas	Korektif Darurat
3	17 Juni 2025	Pengukuran Tegangan & Arus Gardu	Cibalong	Preventif
4	18 Juni 2025	Perbaikan Sambungan JTR	Simpang	Korektif
5	19 Juni 2025	Sosialisasi Bahaya Listrik &	Parungponteng	Edukasi

		PLN Mobile		
6	20 Juni 2025	Right of Way (ROW)	Sinargalih	Preventif
7	23 Juni 2025	Pergantian Kabel JTR	Bojongasih	Korektif
8	24 Juni 2025	Pemasangan Kembali Cut Out (CO)	Cibalong	Korektif
9	25 Juni 2025	ROW Gabungan Penyulang Pamijahan	Culamega	Preventif
10	26 Juni 2025	Pemeriksaan KWh Meter	Cibalong	Preventif
11	30 Juni 2025	Pengamanan JTR Tertimpa Pohon Jengkol	Bojongasih	Korektif Darurat
12	1 Juli 2025	Perbaikan Sambungan JTR	Cibatuireng	Korektif
13	2 Juli 2025	Pengamanan Tiang JTR Roboh	Bojongasih	Korektif Darurat
14	3 Juli 2025	Pemutusan Tegangan melalui Recloser	Pamijahan	Operasional
15	4 Juli 2025	Pengukuran Tegangan & Arus Gardu	Cikatomas	Preventif
16	7 Juli 2025	Right of Way (ROW)	Cibalong	Preventif
17	8 Juli 2025	Perbaikan Sistem Pentanahan	Culamega	Korektif
18	9 Juli 2025	Perbaikan Cut Out (CO) Putus	Cikatomas	Korektif
19	10 Juli 2025	Operasi Layangan	Karangnunggal	Preventif
20	11 Juli 2025	Safety Briefing & ROW	Sinargalih	Preventif
21	14 Juli 2025	Pengukuran Tegangan dan Arus Gardu	Salopa	Preventif
22	15 Juli 2025	Perbaikan Sambungan JTR	Cikalong	Korektif
23	16 Juli 2025	ROW Penyulang Pamijahan	Pamijahan	Preventif
24	17 Juli 2025	Perbaikan Lightning Arrester (LA)	Culamega	Korektif
25	18 Juli 2025	Evakuasi Pohon Tumbang	Cikatomas	Korektif Darurat
26	21 Juli 2025	Penggantian Fuse Cut Out (FCO)	Cibalong	Korektif
27	22 Juli 2025	Pemeriksaan & Evaluasi Gardu	Bojongasih	Preventif
28	23 Juli 2025	ROW Gabungan	Cikalong	Preventif
29	24 Juli 2025	Pengukuran Beban & Ketidakseimbangan Fasa	Karangnunggal	Preventif
30	25 Juli 2025	Evaluasi Sistem & Dokumentasi Akhir KP	ULP Karangnunggal	Evaluasi

B. Data Gangguan Selama Periode KP (30 Hari Kerja)

Selama periode kerja praktek, tercatat beberapa gangguan pada jaringan SUTM 20 kV yang berdampak pada pelanggan.

Tabel 2. Data Gangguan Selama KP

No	Tanggal	Penyebab Gangguan	Lokasi	Durasi (Jam)	Pelanggan Terdampak
1	16 Juni 2025	Pohon bambu	Cikatomas	1,5	320

		menyentuh konduktor			
2	30 Juni 2025	Pohon jengkol tumbang	Bojongasih	2,0	450
3	9 Juli 2025	Fuse Cut Out (FCO) putus	Cikatomas	1,0	280
4	18 Juli 2025	Pohon tumbang akibat angin	Cikatomas	0,5	150
5	21 Juli 2025	Gangguan proteksi penyulang	Cibalong	1,2	200
6	24 Juli 2025	Ketidakseimbangan beban gardu	Karangnunggal	0,8	180

C. Rekapitulasi Total Dampak Gangguan

Tabel 3. Rekap Total Gangguan Selama KP

Parameter	Nilai
Jumlah Gangguan	6 kejadian
Total Pelanggan Terdampak	1.580 pelanggan
Total Jam-Pelanggan	2.119 jam-pelanggan

Perhitungan total jam-pelanggan:

$$\begin{aligned}
 & (1,5 \times 320) + (2,0 \times 450) + (1,0 \times 280) + (0,5 \times 150) + (1,2 \times 200) + (0,8 \times 180) \\
 & = 480 + 900 + 280 + 75 + 240 + 144 \\
 & = 2.119 \text{ jam} - \text{pelanggan}
 \end{aligned}$$

D. Perhitungan SAIFI

Total pelanggan sistem diasumsikan = 5.000 pelanggan

$$\begin{aligned}
 SAIFI &= \frac{1.580}{5.000} \\
 SAIFI &= 0,316 \text{ kali/pelanggan}
 \end{aligned}$$

Artinya, rata-rata pelanggan mengalami gangguan sekitar 0,316 kali selama periode KP.

E. Perhitungan SAIDI

$$\begin{aligned}
 SAIDI &= \frac{2.119}{5.000} \\
 SAIDI &= 0,423 \text{ jam/pelanggan}
 \end{aligned}$$

Konversi ke menit:

$$0,423 \times 60 = 25,38 \text{ menit/pelanggan}$$

Artinya rata-rata pelanggan mengalami gangguan sekitar 25,38 menit selama periode KP.

D. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis kegiatan pemeliharaan jaringan SUTM 20 kV di PT PLN (Persero) ULP Karangnunggal selama 30 hari kerja (13 Juni – 25 Juli 2025), dapat

disimpulkan bahwa strategi pemeliharaan yang diterapkan didominasi oleh kegiatan preventif sebesar 50%, seperti Right of Way (ROW), pengukuran gardu, dan inspeksi jaringan. Selama periode tersebut tercatat 6 gangguan utama dengan total 1.580 pelanggan terdampak dan akumulasi 2.119 jam-pelanggan. Hasil perhitungan menunjukkan nilai SAIFI sebesar 0,316 kali/pelanggan dan SAIDI sebesar 0,423 jam/pelanggan atau sekitar 25,38 menit/pelanggan. Nilai ini menunjukkan bahwa frekuensi dan durasi gangguan masih dalam kategori terkendali. Gangguan dominan disebabkan oleh faktor eksternal, khususnya vegetasi dan pohon tumbang. Implementasi pemeliharaan preventif, terutama ROW, terbukti berkontribusi dalam menekan frekuensi gangguan, sedangkan respons korektif yang cepat berperan dalam meminimalkan durasi padam pelanggan. Dengan demikian, kombinasi strategi preventif dan korektif yang terstruktur mampu meningkatkan keandalan sistem distribusi serta menjaga kontinuitas pelayanan listrik kepada pelanggan.

E. DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. M. Mugandi and L. Liliana, "Maintenance of 20 kV SUTM Distribution Network System (Rose Feeder) at PT. PLN ULP Kampar," *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Renewable Energy (IJEERE)*, vol. 2, no. 2, pp. 85–95, 2022.
- [2] D. Agustian and D. Aribowo, "Pemeliharaan Jaringan Distribusi Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM) 20 kV dengan Metode Right of Way (ROW) di PT PLN (Persero) ULP Serang," *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan (JITET)*, vol. 12, no. 3S1, pp. 4579–4582, 2024.
- [3] PT PLN (Persero), *Standar Konstruksi Jaringan Tegangan Menengah (JTM) dan Jaringan Tegangan Rendah (JTR)*, Jakarta: PLN, 2021.
- [4] R. Billinton and R. N. Allan, *Reliability Evaluation of Power Systems*, 2nd ed. New York, NY, USA: Springer, 2020.
- [5] H. Saadat, *Power System Analysis*, 4th ed. New York, NY, USA: McGraw-Hill Education, 2021.
- [6] A. E. Hammad, M. A. Abido, and S. A. Al-Ahmadi, "Improving Distribution System Reliability Indices Using Preventive Maintenance Strategies," *IEEE Access*, vol. 9, pp. 145321–145332, 2021.
- [7] P. Kundur, *Power System Stability and Control*, New York, NY, USA: McGraw-Hill, 2020.
- [8] M. A. Salam, A. A. Mohamed, and H. Shareef, "Distribution Network Reliability Assessment Considering Preventive Maintenance," *International Journal of Electrical Power &*

Energy Systems, vol. 130, 2021.

- [9] M. E. Baran and I. M. El-Markaby, "Fault Analysis on Distribution Feeders With Overhead Lines," IEEE Transactions on Power Delivery, vol. 36, no. 4, pp. 2158–2166, 2021.
- [10] S. S. Refaat, H. Abu-Rub, and A. Mohamed, "Reliability Enhancement of Medium Voltage Distribution Systems Considering Vegetation Management," IEEE Transactions on Industry Applications, vol. 58, no. 3, pp. 3564–3572, 2022.
- [11] A. A. El-Fergany and H. M. Hasanien, "Optimal Preventive Maintenance Scheduling in Distribution Networks," Electric Power Systems Research, vol. 203, 2022.
- [12] Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia, Statistik Ketenagalistrikan Indonesia 2023, Jakarta: ESDM, 2023.