SKRIPSI

PENGARUH *LOAD BREAK SWITCH* TERHADAP PEMULIHAN GANGGUAN PENYULANG BAJAJ ULP KENTEN DALAM PENGOPTIMALAN *ENERGY NOT SUPPLIED*

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik di Program Studi Teknik Elektro Fakultas Universitas Muhammadiyah Palembang

Dipersiapkan dan Disusun Oleh
GITA ANGRAINI
132024022P

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG

2026

SKRIPSI

PENGARUH *LOAD BREAK SWITCH* TERHADAP PEMULIHAN GANGGUAN PENYULANG BAJAJ ULP KENTEN DALAM PENGOPTIMALAN *ENEGRY NOT SUPPLIED*

Merupakan syarat untuk memperoleh gelar sarjana
Telah dipertahankan di depan dewan penguji
21 Agustus 2026

Dipersiapkan Dan Disusun Oleh
GITA ANGRAINI

Susunan Dewan Penguji

Pembimbing 1	Penguji 1
Dr. Wiwin A.Oktaviani,S.T.,M.Sc	Rika Noverianty, S.T.,M.T
NIDN. 0002107302	NIDN. 0214117504
Pembimbing 2	Penguji 2
Taufik Barlian,S.T.,M.Eng	Fadilah, S.T.,M.T.
NIDN. 0218017202	NIDN. 0215089003

Mengetahui	Menyetujui
Dekan Fakultas Teknik	Ketua Program Studi Teknik Elektro
Ir. Ari Ionaidi,M.T	Dr. Feby Ardianto, S.T.,M.Cs
NIDN. 0202026502	NIDN. 0207038101

PENYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi in tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan di dalam daftar Pustaka.

Palembang, Agustus 2026

mbuat pernyataan

Gita Angraini

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO:

“Jangan takut doamu terlalu besar, yang kamu ajak bicara bukan manusia”

“Hiduplah selayak-layaknya jika lelah, beristirahatlah”

PERSEMBAHAN:

Karya sederhana ini saya persembahkan untuk diri sendiri karena memilih untuk terus melangkah, terimakasih sudah menyelesaikan apa yang sudah di mulai. Tuhan, aku juga ingin melihat diriku dengan seporsi kemenangan itu.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, atas rahmat dan karunia-Nya jualah penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul **PENGARUH *LOAD BREAK SWITCH* TERHADAP PEMULIHAN GANGGUAN PENYULANG BAJAJ ULP KENTEN DALAM PENGOPTIMALAN *ENERGY NOT SUPPLIED*** yang disusun guna untuk syarat mendapatkan gelar sarjana pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.

Pada kesempatan ini penulis secara khusus mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada,

- Ibu Dr. Wiwin A.Oktaviani, S.T., M.Sc selaku Pembimbing I
- Bapak Taufik Barlian, S.T., M.Eng, selaku Pembimbing II

dan tak lupa pula penulis mengucapkan terima kasih kepada,

1. Bapak Prof. Dr. Abid Djazuli, S.E., M.M, selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Palembang
2. Bapak Ir. A. Junaidi, M.T, Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang
3. Bapak Dr. Feby Ardianto, S.T., M.Cs, Selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang
4. Bapak Muhammad Hurairah, S.T., M.T, selaku Sekretaris Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang
5. Bapak dan Ibu Staf Dosen pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang
6. Bapak dan Ibu Staf Tata Usaha Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang
7. Kepada keluarga penulis, terutama kedua orang tua penulis yang selalu memberikan dukungan moril dan materil dan selalu ada dalam keadaan sedih ataupun senang.

8. Ayu Agustin A.Md.T, terimakasih untuk segala dukunganny serta kebersamaan selama proses kuliah sampai proses penyusunan skripsi.
9. Staf dan kepegawaian di PT. PLN (Persero) ULP Kenten.
10. Semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan penyusunan Skripsi.

Yang telah banyak membantu penulis baik secara moril maupun material dalam menyelesaikan skripsi ini, semoga amal baik yang diberikan kepada penulis mendapatkan imbalan yang sesuai dari Allah SWT. Penulis menyadari penulisan skripsi ini jauh dari sempurna, oleh karena itu kritik dan saran dari pembaca akan penulis terima sangat senang hati. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat khususnya bagi penulis sendiri dan umumnya bagi rekan-rekan pembaca di Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.

Palembang, Agustus 2026

Penulis,

Gita Angraini

ABSTRAK

Keandalan sistem distribusi tenaga listrik merupakan aspek penting dalam menjamin kontinuitas pelayanan energi listrik kepada pelanggan. Gangguan pada jaringan distribusi dapat menyebabkan pemadaman dan meningkatkan nilai *Energy Not Supplied* (ENS). Salah satu upaya untuk meningkatkan efektivitas pemulihan gangguan adalah penerapan *Load Break Switch* (LBS) sebagai peralatan switching untuk isolasi gangguan dan *manuver* jaringan. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh penerapan LBS terhadap pemulihan gangguan pada Penyulang Bajaj ULP Kenten dalam pengoptimalan ENS. Metode penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif melalui pengumpulan dan analisis data gangguan, durasi pemadaman, serta parameter perhitungan ENS. Analisis dilakukan dengan membandingkan kondisi tanpa dan dengan *manuver* LBS berdasarkan waktu penormalan dan nilai ENS. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan LBS mempercepat pemulihan gangguan melalui pengurangan wilayah terdampak pemadaman. Nilai ENS menurun dari 52.393,98 kWh menjadi 8.045,26 kWh, atau berkurang 44.348,72 kWh. Waktu penormalan juga menurun dari 16 jam 11 menit 51 detik menjadi 2 jam 28 menit 33 detik. Hasil tersebut menunjukkan bahwa penerapan LBS efektif mempercepat pemulihan gangguan dan mengoptimalkan kontinuitas penyaluran energi listrik pada Penyulang Bajaj ULP Kenten.

Kata kunci : *Load Break Switch*, gangguan jaringan, waktu penormalan, *Energy Not Supplied*, keandalan sistem distribusi.

ABSTRACT

The reliability of electric power distribution systems is essential to ensure continuity of electricity supply to customers. Faults in distribution networks can cause outages and increase Energy Not Supplied (ENS). One approach to improving fault restoration is the application of a Load Break Switch (LBS) as a switching device for fault isolation and network maneuvering. This study aims to analyze the effect of LBS application on fault restoration in the Bajaj Feeder of Kenten Customer Service Unit (ULP) to optimize ENS. A quantitative method was applied through the collection and analysis of fault data, outage duration, and ENS calculation parameters. The analysis compares network conditions without and with LBS maneuvering based on restoration time and ENS values. The results show that LBS application accelerates fault restoration by reducing the affected outage area. ENS decreased from 52,393.98 kWh to 8,045.26 kWh, representing a reduction of 44,348.72 kWh. Restoration time also decreased from 16 hours 11 minutes 51 seconds to 2 hours 28 minutes 33 seconds. These results indicate that LBS application effectively accelerates fault restoration and improves the continuity of electricity supply in the Bajaj Feeder of Kenten ULP.

Keywords: Load Break Switch, network faults, restoration time, Energy Not Supplied, distribution system reliability.

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL ..... **i**
HALAMAN PENGESAHAN ..... **ii**
PENYATAAN ..... **iii**
MOTTO DAN PERSEMBAHAN ..... **iv**
KATA PENGANTAR ..... **v**
ABSTRAK ..... **vii**
ABSTRACT ..... **viii**
DAFTAR ISI ..... **ix**
DAFTAR GAMBAR ..... **xii**
DAFTAR TABEL ..... **xiii**
DAFTAR LAMPIRAN ..... **xiv**
BAB 1 PENDAHULUAN **1**
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Tujuan Penelitian 2
1.3 Batasan Penelitian 2
1.4 Sistematik Penulisan 2
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA **4**
2.1 Penelitian Terdahulu 4
2.2 Sistem Distribusi Tenaga Listrik 6
2.3 Keandalan Sistem Distribusi 11
2.4 *Load Break Switch* (LBS) 12
2.5 *Fault Indicator*/Pengindikasian Gangguan 16
2.6 *Manuver* Beban 16
2.6.1 Jenis-jenis *manuver* beban antara penyulang 17
2.6 SCADA *(Supervisory Control And Data Acquistion)* 17

2.7 Komponen SCADA 19
2.8 Gangguan Pada Penyulang 19
2.8.1 Pengertian gangguan 19
2.8.2 Faktor penyebab gangguan 20
2.9 Indeks Keandalan Sistem 23
2.9.1 *System Avarage Interruption Durasi Index* (SAIDI) 23
2.9.2 *System Avarage Interuption Frequency Index* (SAIFI) 24
2.10 Keandalan Secara Ekonomis 24
2.10.1 *Energy not supply* (ENS) 24
2.10.2 Kerugian PLN (rupiah) 24
BAB 3 METODE PENELITIAN 26
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian 26
3.2 Alat dan bahan 26
3.3 Diagram Alir Penelitian 27
3.4 Metode Penelitian 28
3.5 Prosedur Perhitungan 28
BAB 4 DATA, PERHITUNGAN, PEMBAHASAN DAN ANALISIS 29
4.1 *Single Line Diagram* 29
4.2 Konfigurasi *Section* Jaringan Penyulang Bajaj GI Kenten 30
4.3 *Manuver Load Break Switch* Terhadap Pemulihan Gangguan 30
4.3.1 Identifikasi Gangguan Berdasarkan Data ENS 30
4.3.2 Kondisi Penormalan Tanpa *Manuver* LBS 32
4.3.3 Kondisi Penormalan Dengan *Manuver* LBS 32
4.3.4 Analisis Perbandingan Waktu Penormalan 33
4.4 Perhitungan dan Evaluasi Optimasi *Enegry Not Supplied* (ENS) 34

4.4.1 Nilai *Enegry Not Supplied* Sebelum Pemasangan LBS 34
4.4.2 Nilai *Energy Not Supplied* Setelah Pemasangan LBS 35
4.4.3 Evaluasi Perubahan Nilai *Energy Not Supplied* (ENS)..... 37
4.5 Perhitungan Indeks Keandalan 39
4.5.1 Perhitungan *System Average Intrruption Duration Index* (SAIDI). 39
4.5.2 Perhitungan *System Average Interruption Frequency Index* (SAIFI) 40
4.6 Perbandingan Indeks Keandalan Sistem Terhadap Standar SPLN..... 43
4.7 Simulasi Keandalan Sistem Menggunakan Software ETAP 44
4.7.1 Permodelan Sistem Distibusi Penyulang Bajaj GI Kenten Pada ETAP 45
4.7.2 Hasil Simulasi *Realibility Assesment* Pada ETAP..... 46
4.8 Evaluasi Hasil Perhitungan Indeks Keandalan Dengan Simulasi ETAP 48
4.9 Evaluasi Keandalan Sistem Distribusi Penyulang Bajaj 50
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN 52
5.1 Kesimpulan..... 52
5.2 Saran 53
DAFTAR PUSTAKA..... 54
LAMPIRAN..... 56

DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 2. 1 Sistem pendistribusian tenaga listrik 7
Gambar 2. 2 Skema saluran sistem radial 8
Gambar 2. 3 Skema saluran tie line 9
Gambar 2. 4 Skema saluran sistem loop 9
Gambar 2. 5 Skema saluran sistem spindel 10
Gambar 2. 6 Skema saluran sistem cluster 10
Gambar 2. 7 Load break switch (LBS) 12
Gambar 2. 8 LBS dengan gas 13
Gambar 2. 9 Kotak panel RTU dan LBS 14
Gambar 2. 10 Gangguan akibat komponen 21
Gambar 2. 11 Gangguan akibat hewan 21
Gambar 2. 12 Gangguan akibat pohon 22
Gambar 2. 13 Gangguan akibat layang-layang 22
Gambar 3.1 Peta lokasi penelitian 26
Gambar 3. 2 Flowchart diagram 27
Gambar 4.1 Single line diagram penyulang bajaj 29
Gambar 4. 2 Grafik perbandingan nilai ENS sebelum dan setelah pemasangan LBS 38
Gambar 4. 3 Grafik perbandingan indeks keandalan SAIDI dan Saifi 42
Gambar 4. 4 Permodelan single line digram penyulang bajaj GI kenten menggunakan ETAP 46
Gambar 4.5 Input parameter reliability 47
Gambar 4. 6 Run reliability 48
Gambar 4. 7 Hasil perhitungan indeks keandalan pada ETAP 48

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 2. 1 Standar kabel yang digunakan pada LBS SF6 13
Tabel 2. 2 Standar Nilai Indeks Keandalan Menurut SPLN 68-2:1986 23
Tabel 4. 1 Identifikasi section jaringan penyulang bajaj GI kenten 30
Tabel 4. 2 Distribusi gangguan bedasarkan titik padam 31
Tabel 4. 3 Data penyebab padam penyulang bajaj tahun 2025 s/d 2026 31
Tabel 4. 4 Perbandingan hasil penormalan gangguan 33
Tabel 4.5 Nilai ENS dan kerugian biaya sebelum pemasangan LBS 35
Tabel 4.6 Nilai ENS dan kerugian biaya setelah pemasangan LBS 36
Tabel 4. 7 Perbandingan nilai ENS sebelum dan sesudah pemasangan LBS 37
Tabel 4.8 Sampel data lama padam bulan Januari 2026 39
Tabel 4. 9 Hasil perhitungan indeks keandalan penyulang Bajaj periode mei 2025 s/d April 2026 40
Tabel 4. 10 Nilai Indeks Keandalan SAIDI dan SAIFI Penyulang Bajaj GI Kenten 44
Tabel 4.11 Perbandingan hasil perhitungan indeks keandalan 49

DAFTAR LAMPIRAN

Halaman

Lampiran 1. Single Line Diagram Penyulang Bajaj 56
Lampiran 2. Pengambilan Data di PT.PLN (Persero) ULP Kenten 56
Lampiran 3. Rekapitulasi data gangguan selama periode penelitian 64
Lampiran 4. Nilai ENS dan kerugian biaya sebelum pemasangan LBS 67
Lampiran 5. Nilai ENS dan kerugian biaya setelah pemasangan LBS 68
Lampiran 6.Rekapitulasi Durasi Lama Padam Penyulang Bajaj Selama Periode Penelitian 71
Lampiran 7.Kartu Bimbingan Skripsi 72
Lampiran 8.Kartu Bimbingan Revisi Seminar Proposal 73
Lampiran 9.Daftar Tugas dan Perbaikan Seminar Hasil 75
Lampiran 10. Daftar Tugas dan Perbaikan Seminar Komprehensif 76
Lampiran 11.Surat Izin Pengambilan Data 77
Lampiran 12. Hasil Turnitin 79

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi dalam bidang kelistrikan mengalami kemajuan yang sangat pesat seiring dengan meningkatnya kebutuhan energi listrik di berbagai sektor. Peningkatan ini menuntut sistem tenaga listrik yang mampu menyalurkan energi secara andal dan berkualitas (Wijaya et al., 2024). Oleh karena itu, kualitas penyaluran energi listrik kepada pelanggan harus terus ditingkatkan agar mampu memenuhi kebutuhan daya secara optimal serta menjaga keandalan sistem.

Kualitas energi listrik dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain kestabilan tegangan, frekuensi, faktor daya, serta kontinuitas pelayanan (Isfihana et al., 2022). Dari berbagai faktor tersebut, kontinuitas pelayanan merupakan aspek yang paling dirasakan langsung oleh pelanggan. Hal ini ditunjukkan dengan masih sering terjadinya pemadaman listrik dalam durasi yang cukup lama, sehingga menimbulkan berbagai keluhan dari masyarakat.

Pemadaman listrik akibat gangguan tidak hanya berdampak pada pelanggan, tetapi juga pada penyedia tenaga listrik. Energi yang tidak dapat disalurkan akibat gangguan tersebut dikenal sebagai *Energy Not Supplied (ENS)* (Nurhadi et al., 2024). Besarnya ENS dipengaruhi oleh jumlah pelanggan yang terdampak serta lamanya durasi pemadaman pada setiap kejadian gangguan.

Untuk mengurangi luas area pemadaman akibat perawatan maupun gangguan, diperlukan sistem pengamanan dan *sectionalizing* jaringan yang efektif. Salah satu solusi yang dapat diterapkan adalah pemasangan *Load Break Switch (LBS)* pada setiap daerah beban tertentu. LBS merupakan peralatan pemutus dan penyambung rangkaian listrik pada sistem distribusi yang dapat dioperasikan dalam kondisi berbeban (Hayusman, 2022). Penggunaan LBS memungkinkan isolasi gangguan dilakukan dengan cepat serta mendukung *manuver* beban ke penyulang lain, sehingga kontinuitas pelayanan dapat lebih terjaga. Penerapan sistem ini menjadi

sangat penting terutama pada jaringan distribusi yang memiliki tingkat gangguan tinggi dan sering mengalami pemadaman dengan durasi yang lama.

Pemilihan Penyulang Bajaj didasarkan pada kondisi tingginya tingkat gangguan yang terjadi pada penyulang tersebut, yang ditandai dengan seringnya pemadaman serta lamanya durasi pemadaman. Kondisi ini menimbulkan banyak keluhan dari pelanggan karena berdampak langsung terhadap aktivitas sehari-hari maupun kegiatan industri. Hal tersebut menunjukkan bahwa tingkat keandalan sistem distribusi pada penyulang ini masih perlu ditingkatkan.

Berdasarkan kondisi tersebut, penulis melakukan analisis pengaruh *Load Break Switch* terhadap pemulihan gangguan Penyulang Bajaj ULP Kenten dalam pengoptimalan *Energy Not Supplied*.

1.2 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis faktor-faktor penyebab terjadinya gangguan pada penyulang bajaj.
2. Mengevaluasi peran *Load Break Switch* dalam proses isolasi gangguan untuk mempercepat penormalan jaringan distribusi.
3. Menganalisis dampak gangguan terhadap nilai *Energy Not Supplied* pada penyulang Bajaj.

1.3 Batasan Penelitian

Penelitian ini dibatasi pada Penyulang Bajaj Gardu Induk Kenten dengan sistem tenaga 20 kV. Analisis difokuskan pada pengaruh penerapan *Load Break Switch* (LBS) terhadap proses pemulihan gangguan dengan parameter yang dikaji meliputi waktu penormalan gangguan dan nilai *Energy Not Supplied* (ENS) sebelum dan setelah dilakukan *manuver* LBS.

1.4 Sistematik Penulisan

Untuk mempermudah penulis, pembuatan skripsi ini dibagi menjadi beberapa bab yang saling berhubungan. Adapun sistematika penulisannya adalah sebagai berikut:

BAB 1 PENDAHULUAN

Penjelasan mengenai latar belakang, tujuan Penelitian, Batasan masalah, dan sistematika penulisan.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Berisikan penjelasan teori-teori pendukung atau kajian secara umum dari berbagai sumber yang memberikan penjelasan yang berkaitan erat dengan judul skripsi ini.

BAB 3 METODE PENELITIAN

Berisi tentang metode penelitian yang digunakan, Teknik pengumpulan data, *flowchart* diagram, dan single line digram penyulang Bajaj yang digunakan dalam proses pengambila data.

BAB 4 DATA, PERHITUNGAN,PEMBAHASAN DAN ANALISIS

Pada bab ini membahas hasil penelitian dan analisis mengenai penerapan *Load Break Switch* (LBS) terhadap pemulihan gangguan pada penyulang Bajaj GI Kenten. Pemahasan meliputi konfigurasi jaringan, analisis *manuver* LBS terhadap waktu penormalan gangguan, evaluasi *Energy Not Supplied* (ENS) sebelum dan setelah pemasangan LBS, serta pergitungan indeks keandalan sistem berdasarkan SAIDI dan SAIFI.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini berisi kesimpulan dan saran yang diperoleh dari hasil dan pemahasan pada bab sebelumnya.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR PUSTAKA

Annuru, R. H., & Bangsa, I. A. (2024). Optimalisasi *Manuver* Jaringan Menggunakan Supervisory Control And Data Aquisition (Scada) Dalam Meningkatkan Keandalan Sistem Distribusi 20 Kv Di Pt Pln (Persero) Up3 Bekasi. *Aisyah Journal Of Informatics and Electrical Engineering (A.J.I.E.E)*, *6*(1), 56–66.

Ashari, M. J., Bintoro, A., & Multazam, T. (2025). The impact of biogas power plant penetration on power system stability in the 20 kV distribution network of Tanjung Pura. *Journal Geuthee of Engineering and Energy*, *4*(1), 34–48.

Cekdin, C., & Barlian, T. (2013). *Transmisi Daya Listrik* (F. S. Suyantoro, Ed.). Andi Yogyakarta.

Ermawati, E., Yolnasdi, Y., Palaha, F., Machdalena, M., & Hamzah, I. K. (2025). Pengaruh *Manuver* Jaringan Distribusi 20 kV Terhadap Drop Tegangan dan Rugi-Rugi Daya. *Sainstek*, *13*(1–3).

Ghifari, A., Heltha, F., Roslidar, R., Tarmizi, T., & Mufti, A. (2022). Perancangan Sistem SCADA Pengendalian Sand Filter Pada Automasi Sistem Pengolahan Air Berbasis PLC. *Jurnal Komputer, Informasi Teknologi, Dan Elektro*, *7*(1), 29–37.

Halik, B., Wartana, I. M., & Muljanto, W. P. (2023). Rekonfigurasi Jaringan Distribusi Untuk Reduksi Rugi Daya Dan Meningkatkan Profil Tegangan Di PT. PLN (Persero) ULP Larantuka Flores Timu. *Magnetika*, *07*(2), 328–336.

Hayusman, L. M. (2022). *Pengoperasian Dan Pemliharaan Jaringan Distribusi Tenaga Listrik* (F. A. Irawan, Ed.; 1st ed.). Poliban Press.

Hidayat, T., & Sofyan, A. (2023). Analisa Rekonfigurasi Jaringan Distribusi 20kV dI PT PLN Sungai Rumbai. *Rang Teknik Journal*, *6*(2), 94–104.

Isfihana, R., Suyono, H., & Hasanah, N. H. (2022). Evaluasi Keandalan Sistem Distribusi Dengan Constraint Stabilitas Sistem Akibat Injeksi Hybrid Distributed Generation. *Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, *24*(1), 1–8.

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, C. A., Zulfahri, Z., & 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*, *6*(1), 1–7.

Malini, R. S., Barlian, T., & Lestari, A. I. (2025). Evaluation of Reliability and Energy Not Supplied in the 20 kV Distribution System at the Tanjung Api-Api Substation. *Journal of Electrical Engineering and Computer (JEECOM)*, *7*(1)

Nurhadi, S., Mieftah, M., Sungkowo, H., & Sukamdi, S. (2024). Peningkatan Keandalan Berbasis Nilai Energy Not Supplied (ENS) Pada Penyulang Banyu Biru. *Jurnal Sistem Kelistrikan*, *11*(2), 2–7.

Pasra, N., Fajri, M., & Samsurizal, S. (2022). Evaluasi Tingkat Keandalan Sistem Distibusi 20 kV Menggunakan Indeks SAIDI SAIFI. *Jurnal Ilmiah Sutet*, *12*(1), 31–41.

Permana, M., & Stefanie, A. (2023). Sistem Distribusi Tenaga Listrik Di PT Sintas Kurama Perdana. *Aisyah Journal Of Informatics and Electrical Enginerring*, *5*(2), 88–95.

Siregar, A. M., Badriana, B., Yusdartono, H. M., & Hasibuan, A. (2023). Perbaikan Nilai Susut Teknis Jaringan Tegangan Menengah Pada Feeder K.H. 05 (Case Study PLN ULP Kruenggukuh). *Jurnal Energi Elektrik*, *12*(1), 24.

SPLN 52-3:1983 Pola Pengaman Sistem Distribusi 6 kV dan 20 kV. (n.d.). Departemen Pertambangan & Energi Perusahaan Umum Listrik Negara.

SPLN S3.001-3:2012 Spesifikasi Remote Station. (2012). PT PLN (Persero).

Suganda, S., Prasetyo, M. R. A., & Effendi, H. (2022). Analisa Keandalan Pada Sistem Distribusi 20 kV. *Sinusoida*, *24*(1), 43–54.

Suswanto, D. (2009). *Sistem Distrbusi Tenaga Listrik*.

Syarifah, S., Kurniawan, R., & Asmar, A. (2021). Analisis Kelayakan Pemasangan Load Break Switch (LBS) Penyulang Rindik pada Proses *Manuver* Antar Penyulang di PLN ULP Toboali. *ELECTRON Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, *2*(1), 48–56.

Wahyu P, R., Yanti, Y., Dahri, A. T., Asrul, J., Tambi, T., Tessal, D., Berlianti, B., & Yuliansyah, H. (2024). *Dinamika Sistem Tenaga Listrik* (M. J. F. Sirait, Ed.; 1st ed.). Yayasan Kita Menulis.

Wibowo, S. H., B, P., Saifulah, S., & Watoni, M. A. (2023). *Analisa Stabilitas Generator Serempak Sistem Tenaga Listrik*. *23*(1), 69–76.

Wijaya, J., Sukahir, S., Soleh, A. M., Amalia, D., & Komalasari, Y. (2024). Bagaimana Sistem Proteksi Dapat Mempengaruhi Keandalan Jaringan Listrik. *Journal of Engineering and Transportation*, *2*(1), 1–3.

Wirayanto, S. D., Arlenny, A., & Zondra, E. (2022). Analisis Sistem SCADA Pada Jaringan Distribusi PT.PLN (Persero) UP2D Pekanbaru. *Jurnal Teknik*, *16*(2), 123–129.