

SKRIPSI

EFEKTIVITAS PEMASANGAN *LOAD BREAK SWITCH* BERBASIS SCADA TERHADAP KEANDALAN SISTEM DISTRIBUSI 20 KV BERDASARKAN *RECOVERY TIME* DAN ENS DI PT PLN (PERSERO) UP2D S2JB PALEMBANG



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

Dipersiapkan dan Disusun Oleh
Muhammad Arifin Ilham
132022039

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG
2026**

SKRIPSI
EFEKTIVITAS PEMASANGAN *LOAD BREAK SWITCH* BERBASIS
SCADA TERHADAP KEANDALAN SISTEM DISTRIBUSI 20 KV
BERDASARKAN *RECOVERY TIME* DAN ENS DI PT PLN
(PERSERO) UP2D S2JB PALEMBANG



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

26 Agustus 2026

Dipersiapkan dan Disusun Oleh

Muhammad Arifin ilham

132022039

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG

2026

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar keserjanaan disuatu 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 didalam daftar pustaka.

Palembang, 26 Agustus 2026

Yang Membuat Pernyataan



Muhammad Arifin ilham

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, atas rahmat dan karunia-Nya jualah penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul “ EFEKTIVITAS PEMASANGAN LOAD BREAK SWITCH BERBASIS SCADA TERHADAP KEANDALAN SISTEM DISTRIBUSI 20 KV BERDASARKAN RECOVERY TIME DAN ENS DI PT PLN (PERSERO) UP2D S2JB PALEMBANG”.

yang disusun guna untuk syarat mendapatkan gelar sarjana pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.

Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah memberikan doa, dukungan, bimbingan, dan bantuan selama proses penyusunan skripsi ini, khususnya kepada:

- Ibu Fadilah, S.T., M.T., selaku Pembimbing I.
- Bapak Dr. Feby Ardianto, S.T., M.Cs., selaku Pembimbing II.

Dan tak lupa 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 Dosen Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang yang telah memberikan ilmu dan pengetahuan selama masa perkuliahan.
6. Bapak dan Ibu Staf Tata Usaha Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang yang telah membantu dalam berbagai keperluan administrasi selama proses perkuliahan.

7. Ayah dan Ibu tercinta yang senantiasa memberikan doa, kasih sayang, dukungan, serta pengorbanan dalam setiap proses yang penulis jalani. Berkat doa dan dukungan Ayah dan Ibu, penulis dapat menyelesaikan pendidikan dan skripsi ini dengan sebaik-baiknya.
8. Seseorang dengan inisial T.N. yang selalu memberikan dukungan, semangat, perhatian, dan motivasi selama proses penyusunan skripsi ini. Terima kasih telah hadir, menemani, dan memberikan semangat di setiap proses yang saya jalani, terutama ketika saya merasa lelah dan hampir menyerah. Dukungan yang diberikan menjadi salah satu hal yang berarti dalam perjalanan saya hingga akhirnya skripsi ini dapat diselesaikan.
9. Rekan-rekan mahasiswa Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang yang telah memberikan dukungan, kebersamaan, dan bantuan selama masa perkuliahan hingga penyelesaian skripsi ini.
10. Terakhir, penulis mempersembahkan skripsi ini spesial untuk mereka yang selalu bertanya, “Kapan wisuda?” dan “Kapan skripsimu selesai?”. Setiap orang memiliki waktu dan prosesnya masing-masing Terlambat lulus bukanlah sebuah kejahatan dan bukanlah sebuah aib. Alangkah kerdilnya jika kecerdasan seseorang diukur dari seberapa cepat ia menyelesaikan pendidikannya. Sebab, sebaik-baiknya skripsi adalah skripsi yang diselesaikan.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih terdapat kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi penyempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan menjadi tambahan pengetahuan bagi perkembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang Teknik Elektro.

Palembang, Agustus 2026

Penulis



Muhammad Arifin ilham

ABSTRAK

Gangguan pada jaringan distribusi dapat menyebabkan terhentinya penyaluran energi listrik kepada pelanggan sehingga diperlukan sistem yang mampu mempercepat proses penanganan gangguan. Salah satu upaya yang diterapkan adalah penggunaan *Load Break Switch* (LBS) yang terintegrasi dengan *Supervisory Control and Data Acquisition* (SCADA). Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh penerapan LBS berbasis SCADA terhadap *Recovery Time* dan *Energy Not Supplied* (ENS) pada Penyulang Tenggara Gardu Induk Sei Kedukan PT PLN (Persero) UP2D S2JB Palembang. Penelitian menggunakan metode kuantitatif dengan membandingkan data gangguan sebelum dan sesudah penerapan LBS berbasis SCADA. Hasil analisis menunjukkan bahwa rata-rata *Recovery Time* menurun dari 3,03 jam menjadi 0,087 jam. Selain itu, nilai *ENS* setelah penerapan LBS berada pada kisaran 165,23–371,00 kWh, sedangkan sebelum penerapan berada pada rentang 1.367,91–15.986,33 kWh. Penurunan kedua parameter tersebut menunjukkan bahwa penerapan LBS berbasis SCADA mampu mempercepat proses pemulihan jaringan setelah gangguan sekaligus mengurangi besarnya energi yang tidak tersalurkan, sehingga keandalan penyulang mengalami peningkatan.

Kata kunci: LBS, SCADA, *Recovery Time*, ENS, keandalan.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAK	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ixx
DAFTAR TABEL.....	x
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan pembahasan	4
1.3 Batasan penelitian.....	4
1.4 Sistematika Penulisan.....	5
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Review literatur	6
2.2 Sistem Distribusi Tenaga Listrik 20 kV	9
2.3 KOMPONEN JARINGAN DISTRIBUSI	10
2.3.1 Klasifikasi Saluran Distribusi Berdasarkan Nilai Tegangan	11
2.3.2 Klasifikasi Saluran Distribusi Menurut Jenis/Tipe Konduktornya ..	13
2.4 Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM).....	17
2.5 Gangguan pada Jaringan Distribusi Tenaga Listrik.....	18
2.6 Sistem Proteksi Jaringan Distribusi.....	22
2.7 <i>Load Break Switch</i> (LBS).....	24
2.8 SCADA (<i>Supervisory Control and Data Acquisition</i>)	26
2.8.1 <i>Master Station</i>	27
2.8.2 Sistem Komunikasi Data	28
2.8.3 <i>Remot terminal unit</i> (RTU).....	30
2.9 <i>Human Machine Interface</i> (HMI)	31
2.10 Perhitungan <i>Energy Not Supplied</i> (ENS)	33

BAB 3 METODE PENELITIAN.....	34
3.1 Tempat Penelitian	34
3.2 Objek Penelitian	34
3.3 Diagram Alir Penelitian.....	34
3.4 Single Line Diagram Penyulang Tenggiri	36
3.5 Data Gangguan Sebelum Pemasangan LBS.....	37
3.6 Data Gangguan Setelah Pemasangan LBS	37
BAB 4 DATA, HASIL DAN ANALISA.....	39
4.1 Data Penelitian	39
4.2 Perhitungan.....	40
4.2.1 Perhitungan Recovery Time Sebelum Pemasangan LBS Berbasis SCADA	40
4.2.2. Perhitungan ENS Sebelum Pemasangan LBS.....	41
4.2.3 Perhitungan Recovery Time Sesudah Pemasangan LBS Berbasis SCADA	44
4.2.4. Perhitungan ENS Setelah Pemasangan LBS	45
4.3 Analisis	47
4.3.1 Analisi Mekanisme Kerja dan Setting LBS Berbasis SCADA	48
4.3.2 Analisis Perbandingan Recovery Time dan ENS	48
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	53
5.1 Kesimpulan.....	53
5.2 Saran	53
DAFTAR PUSTAKA	55
LAMPIRAN.....	58

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Komponen Distribusi	11
Gambar 2. 2 Jaringan Distribusi	12
Gambar 2. 3 Jaringan Pola Radial.....	14
Gambar 2. 4 Jaringan Pola loop	15
Gambar 2. 5 Jaringan Pola Spindel	16
Gambar 2. 6 Tiang SUTM	17
Gambar 2. 7 Tiang disambar petir (Sumber : Ilustrasi OpenAI).....	19
Gambar 2. 8 Angin kencang ke Tiang (Sumber : Ilustrasi OpenAI).....	19
Gambar 2. 9 Hujan es di Tiang (Sumber : Ilustrasi OpenAI).....	20
Gambar 2. 10 Pencemaran pada Tiang (Sumber : Ilustrasi OpenAI).....	20
Gambar 2. 11 Hewan pada SUTM (Sumber : Ilustrasi OpenAI)	21
Gambar 2. 12 Fuse Cut Out (Sumber: Fuerte, 2026)	23
Gambar 2. 13 Lightning arrester (Sumber: Ask The Man, 2026)	23
Gambar 2. 14 Recloser (Arlisco Group, 2026)	24
Gambar 2. 15 Load Break Switch (TENLEE, 2026)	25
Gambar 2. 16 Sistem SCADA	27
Gambar 2. 17 Master Station (Sumber Pribadi).....	28
Gambar 2. 18 Modem	29
Gambar 2. 19 Fiber Optik	29
Gambar 2. 20 Remote Terminal Unit (Sumber Pribadi)	30
Gambar 2. 21 Topologi SCADA (Sumber Pribadi).....	31
Gambar 2. 22 Human Machine Interface (Sumber Pribadi)	32
Gambar 3. 1 Diagram alir Penelitian.....	35
Gambar 3. 2 Single Line Diagram	36

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Review Literatur.....	6
Tabel 3. 1 Data gangguan sebelum dipasang LBS	37
Tabel 3. 2 Data gangguan sesudah di pasangi LBS	38
Tabel 4. 1 Data Penelitian	39
Tabel 4. 2 Recovery time Sebelum pemasangan LBS	40
Tabel 4. 3 ENS Sebelum pemasangan LBS	43
Tabel 4. 4 Recovery time Setelah pemasangan LBS.....	44
Tabel 4. 5 ENS Setelah pemasangan LBS	47
Tabel 4. 6 Perbandingan Recovery time Sebelum dan Sesudah LBS	49
Tabel 4. 7 Perbandingan ENS Sebelum dan Sesudah LBS	50
Tabel 4. 8 Hasil Recovery time dan ENS Sebelum dan Sesudah.....	51

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi listrik telah menjadi kebutuhan penting yang mendukung berbagai aktivitas masyarakat di berbagai sektor kehidupan. Seiring meningkatnya konsumsi energi listrik, jumlah pelanggan PT PLN (Persero) juga terus bertambah. Berdasarkan Statistik Ketenagalistrikan Tahun 2020, pertumbuhan pelanggan listrik mencapai rata-rata sekitar 4,35% setiap tahun. Peningkatan tersebut menuntut PT PLN (Persero) tidak hanya mampu memenuhi kebutuhan pasokan listrik yang terus meningkat, tetapi juga menjaga kualitas pelayanan serta keandalan sistem penyediaan tenaga listrik. Sesuai dengan Peraturan Pemerintah Nomor 17 Tahun 1972, PLN ditetapkan sebagai Perusahaan Umum Listrik Negara sekaligus Pemegang Kuasa Usaha Ketenagalistrikan di Indonesia. Selain itu, ketentuan tersebut diperkuat melalui Undang-Undang Nomor 30 Tahun 2009 Pasal 28 yang mewajibkan setiap penyedia tenaga listrik memberikan pelayanan sesuai standar mutu dan tingkat keandalan yang telah ditetapkan demi memenuhi kebutuhan konsumen dan masyarakat (Saiful & Riyadi, 2022).

Sistem penyaluran energi listrik terbagi menjadi empat tahapan utama, yaitu pembangkitan, transmisi (275, 150 kV), distribusi tegangan menengah (20 kV), dan distribusi tegangan rendah (220/380 V). Salah satu tahapan yang memiliki potensi gangguan tinggi serta membutuhkan waktu penormalan yang relatif lama adalah distribusi tegangan menengah (TM), karena sebagian besar jaringannya tidak berisolasi dan memiliki bentangan yang panjang. Penyebab gangguan dapat dibagi menjadi dua, yaitu eksternal (pohon, layang-layang, hewan, dll.) dan internal (isolator, arrester, penghantar, dll.). Oleh karena itu, diperlukan optimalisasi fungsi peralatan pada jaringan penyulang 20 kV agar durasi padam dapat ditekan. Salah satu upaya yang dilakukan adalah membagi jaringan menjadi beberapa section menggunakan peralatan pemutus yang terhubung dengan sistem SCADA

(Supervisory Control and Data Acquisition). Pemutus yang digunakan terbagi menjadi dua jenis yaitu pemutus proteksi seperti CB (Circuit Breaker), Recloser, FCO (*Fuse Cut Out*) dan pemutus *section* seperti *Load Breaker Switch* (LBS), *Load Break Switch Motorized* (LBSM) (Jeckson et al., 2021).

Di PT PLN (Persero) UP2D S2JB, masih terdapat sejumlah peralatan switching, baik *Load Break Switch* (LBS) maupun *Recloser*, yang belum terhubung dengan sistem SCADA. Kondisi tersebut menyebabkan proses penanganan gangguan masih mengandalkan pengoperasian secara langsung di lapangan, sehingga petugas harus mendatangi lokasi untuk melakukan manuver jaringan dan mengisolasi titik gangguan. Proses ini membutuhkan waktu lebih lama dibandingkan pengoperasian secara remote, sehingga durasi pemadaman meningkat dan jumlah energi listrik yang tidak dapat disalurkan (*Energy Not Supplied*/ENS) menjadi lebih besar. Peningkatan nilai ENS berpengaruh terhadap potensi kehilangan pendapatan perusahaan serta menurunkan mutu pelayanan kepada pelanggan. Di samping itu, pengoperasian manual juga memerlukan tambahan sumber daya manusia dan biaya operasional untuk mobilisasi petugas menuju lokasi gangguan.

Penelitian yang dilakukan oleh (Putra, 2023) melakukan penelitian mengenai penerapan *Load Break Switch* (LBS) pada jaringan distribusi 20 kV PT PLN (Persero) ULP Bangsri dengan mengevaluasi perubahan *Recovery Time* dan *Energy Not Supplied* (ENS) sebelum serta sesudah pemasangan LBS. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa keberadaan LBS mampu mempercepat proses penormalan jaringan setelah terjadi gangguan sekaligus menekan besarnya energi listrik yang tidak tersalurkan kepada pelanggan. Berbeda dengan penelitian tersebut, penelitian ini mengkaji implementasi *Load Break Switch* (LBS) yang telah terintegrasi dengan sistem *Supervisory Control and Data Acquisition* (SCADA) pada Penyulang Tenggiri Gardu Induk Sei Kedukan. Analisis difokuskan pada perubahan nilai *Recovery Time* dan *Energy Not Supplied* (ENS) untuk mengevaluasi sejauh mana integrasi LBS berbasis SCADA dapat meningkatkan keandalan sistem distribusi melalui percepatan pemulihan jaringan dan pengurangan energi listrik yang tidak tersalurkan.

Meskipun penelitian sebelumnya telah membahas peningkatan keandalan sistem distribusi tenaga listrik melalui penerapan *Load Break Switch* (LBS) maupun sistem *Supervisory Control and Data Acquisition* (SCADA), pembahasannya masih berfokus pada parameter tertentu, seperti *Recovery Time*. Selain itu, sebagian penelitian belum mengkaji secara terpadu hubungan antara *Recovery Time* dan *Energy Not Supplied* (ENS) sebagai indikator untuk mengevaluasi pengaruh penerapan LBS berbasis SCADA terhadap keandalan sistem distribusi tenaga listrik.

Berdasarkan hasil penelitian terdahulu, penerapan *Load Break Switch* (LBS) terbukti mampu meningkatkan keandalan sistem distribusi tenaga listrik, terutama dalam mempercepat proses isolasi gangguan dan manuver jaringan sehingga kontinuitas penyaluran tenaga listrik dapat lebih terjaga. Meskipun demikian, sebagian penelitian masih berfokus pada parameter tertentu sehingga pembahasannya belum menggambarkan hubungan antara *Recovery Time* dan *Energy Not Supplied* (ENS) secara terpadu. Oleh karena itu, penelitian ini menganalisis kedua parameter tersebut untuk mengevaluasi pengaruh penerapan LBS berbasis *Supervisory Control and Data Acquisition* (SCADA) terhadap keandalan sistem distribusi tenaga listrik.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan mengevaluasi pengaruh penerapan *Load Break Switch* (LBS) berbasis SCADA terhadap keandalan sistem distribusi tenaga listrik. Evaluasi dilakukan melalui analisis dua parameter, yaitu *recovery time* dan *Energy Not Supplied* (ENS). Parameter *recovery time* digunakan untuk mengukur lamanya proses pemulihan jaringan setelah terjadi gangguan, sedangkan ENS digunakan untuk menentukan besarnya energi listrik yang tidak dapat disalurkan kepada pelanggan selama periode gangguan.

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi dalam mengevaluasi tingkat keandalan sistem distribusi tenaga listrik setelah penerapan *Load Break Switch* (LBS) berbasis SCADA. Selain itu, hasil analisis yang diperoleh diharapkan dapat mendukung upaya peningkatan kualitas pelayanan kepada pelanggan serta optimalisasi pengelolaan jaringan distribusi tenaga listrik.

1.2 Tujuan pembahasan

Berdasarkan permasalahan yang telah ditetapkan, maka tujuan pembahasan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis mekanisme kerja serta sistem pengendalian *Load Break Switch* (LBS) berbasis SCADA pada jaringan distribusi tenaga listrik 20 kV Penyulang Tenggara
2. Menganalisis perbandingan nilai *Recovery Time* dan *Energy Not Supplied* (ENS) sebelum dan sesudah pemasangan *Load Break Switch* (LBS) berbasis SCADA pada sistem distribusi tenaga listrik 20 kV guna mengetahui pengaruhnya terhadap keandalan sistem.

1.3 Batasan penelitian

Agar pembahasan lebih terarah dan sesuai dengan tujuan pembahasan, ruang lingkup penelitian ini dibatasi pada beberapa aspek sebagai berikut.

1. Objek penelitian adalah jaringan distribusi tenaga listrik tegangan menengah 20 kV pada Penyulang Tenggara Gardu Induk Sei Kedukan yang berada di wilayah kerja PT PLN (Persero) UP2D S2JB Palembang.
2. Kajian difokuskan pada mekanisme kerja dan sistem pengendalian *Load Break Switch* (LBS) yang terintegrasi dengan sistem *Supervisory Control and Data Acquisition* (SCADA).
3. Analisis keandalan sistem distribusi dibatasi pada parameter:
 - a. *Recovery Time* (waktu pemulihan gangguan).
 - b. *Energy Not Supplied* (ENS) dalam satuan kWh.
4. Data yang digunakan berupa data gangguan jaringan distribusi serta data operasi LBS berbasis SCADA pada periode pengamatan sesuai dengan ketersediaan data di PT PLN (Persero) UP2D S2JB Palembang.
5. Analisis dilakukan dengan membandingkan nilai *Recovery Time* dan *Energy Not Supplied* (ENS) sebelum dan sesudah pemasangan LBS berbasis SCADA.
6. Proses pengolahan dan analisis data dilakukan menggunakan perhitungan matematis berdasarkan metode dan rumus yang digunakan dalam evaluasi keandalan sistem distribusi tenaga listrik.

7. Penelitian ini tidak mencakup:
 - a. Analisis aliran daya (*load flow*).
 - b. Koordinasi dan *setting* sistem proteksi.
 - c. Perancangan perangkat keras *Load Break Switch* (LBS).
 - d. Perancangan maupun pembangunan infrastruktur SCADA.
 - e. Analisis ekonomi dan estimasi kerugian finansial akibat gangguan.
8. Fokus utama penelitian adalah mengevaluasi pengaruh penerapan *Load Break Switch* (LBS) berbasis SCADA terhadap penurunan nilai *Recovery Time* dan *Energy Not Supplied* (ENS) pada sistem distribusi tenaga listrik.

1.4 Sistematika Penulisan

Untuk memudahkan pembahasan serta memberikan gambaran mengenai alur penelitian, penyusunan skripsi ini dibagi ke dalam lima bab sebagai berikut.

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini memuat latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan penelitian, serta sistematika penulisan.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menguraikan landasan teori yang menjadi dasar penelitian, meliputi sistem distribusi tenaga listrik, sistem proteksi, *Load Break Switch* (LBS), SCADA, *Recovery Time*, *Energy Not Supplied* (ENS), serta penelitian terdahulu yang relevan.

BAB 3 METODE PENELITIAN

Bab ini menjelaskan lokasi penelitian, sumber dan jenis data, teknik pengumpulan data, tahapan penelitian, serta metode analisis yang digunakan.

BAB 4 DATA, HASIL DAN ANALISA

Bab ini menyajikan hasil analisis berdasarkan data penelitian, meliputi evaluasi *Recovery Time* dan *Energy Not Supplied* (ENS) sebelum dan sesudah penerapan LBS berbasis SCADA, disertai pembahasannya.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan dan saran yang diperoleh dari hasil penelitian serta saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya

DAFTAR PUSTAKA

- Agustian, D., Damayanti, J., Septiani, M., Pratiwi, A. N., & Khaerunnisa, P. (2025). *Peran Keandalan Sistem Proteksi Sebagai Strategi Optimalisasi Distribusi Listrik Pada Jaringan Tegangan Menengah*. 3(1), 9–14.
- Akbar, D. F., Tambunan, G. F., Bohal, S. I., Warnata, R. N., Irawan, A., Wijaya, R., Rozak, A., Indonesia, U. P., Setiabudi, J., Bandung, N., & Kunci, K. (2023). *Implementasi Dan Perkembangan Sistem Scada Di Industri : Tinjauan Dari Sudut Pandang Pakar*. 3(3), 122–129.
- Amri, A., & Dongka-, R. H. (2022). *Studi Gangguan Sistem Distribusi Saluran Udara Tegangan Menengah (Sutm) Penyulang Rindam Di Pt . Pln (Persero) Rayon Sungguminasa*. 03(0), 0–4.
- Anjani, I. V., Dwiyaniti, M., & Setiana, H. (2026). *Implementasi Sistem Hmi Untuk Monitoring Prototype Hvac Berbasis Prosiding Seminar Nasional Teknik Elektro Volume 12 Tahun 2026*. 12.
- Annuru, R. H., T, I. A. B. S., & Sc, M. (2024). *Volume 6 Issue 1 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*. 6(1), 56–66.
- Ashari, D. F., & Ruslan, L. (2021). *Analisis Gangguan Gardu Distribusi Di Pt Pln (Persero) Ulp Watang Sawitto*. September, 1–4.
- Pratama, I. P. B. R. (2024). *Penyelamatan Energy Not Sold Akibat Kehandalan Load Break Switch Motorized Pura Tanah Kilap di Penyulang Gelogor Carik PT. PLN (Persero)*.
- Christine, M. A., Patras, L. S., & Silimang, S. (2025). *Reconfiguration Of The Distribution Network To Improve Electrical Energy Efficiency In The Distribution System*. 1–8.
- Paembonan, E. J., Sultan, A. R., & Sofyan.. (2021). *Analisis Fuse Cut Out Sebagai Proteksi Penyulang Tondon Pada*. September.
- Duyo, R. A., Studi, P., Teknik, F., & Muhammadiyah, U. (2020). *Analisis Penyebab Gangguan Jaringan Pada Distribusi Listrik Menggunakan Metode Fault Tree Analysis Di Pt . Pln (Persero) Rayon Daya Makassar, 12(02)*.
- Syarifah, R., Kurniawan, R. & Asmar (2021). *Analisis Kelayakan Pemasangan Load Break Switch (Lbs) Penyulang Rindik Pada Proses Manuver Antar Penyulang Di Pln Ulp Toboali*. 2(1), 48–56.
- Hidayat, T., & Sofyan, A. (2023). *Vol. 6 No.2 Juni 2023 Rang Teknik Journal*. 6(2), 199–206.
- Puspitasari, I., Agustin, M. R., Pratama, N., & Aribowo, D.. (2023). *Studi Kasus Simulasi Konfigurasi Jaringan Scada Antara Gedung A Dan Gedung B*

Menggunakan Aplikasi Cisco Packet Tracer. 2(2), 16–24.

- Fitri, S. N., Irwan, N. Y., Hidayatullah, S., & Faraby, M. D. (2023). *Analisa Penempatan Distributed Generator Pada Ieee 33 Bus Sistem Distribusi Radial.*
- Hambali, M., Jamiyanti, E., & Jannah, S. W. (2025). *Sistem Proteksi Saluran Distribusi Jaringan Listrik Menggunakan Etap Di Pondok Pesantren Nurul Jadid Studi Kasus Trafo Dh 760 / 160. 1(6), 867–875.* <https://doi.org/10.62387/Naafi.V1i5.267>
- Harjian, M. R., Muljono, A. B., & Putra, R. R. E. (2025). *Menggunakan Metode Section Technique And Failure Mode Effect & Analysis (Fmea). 13(2).*
- Jeckson, J., Hamimi, H., & Prawira, A. A. (2021). Optimalisasi Load Break Switch Motorized Menggunakan Fungsi Sectionalizer Berbasis Scada Pada Penyulang Bacan Ulp Pulung Kencana. *Jurnal Ilmiah Teknik Elektro, 2(1), 14–22.* <https://doi.org/10.36269/Jtr.V2i1.399>
- Khoirunnisa, N., Inayah, N., Wiherdiansyah, F., & Adyano, I. K. D. (2024). *Studi Literatur Tentang Jenis Dan Penyebab Gangguan Pada Saluran Transmisi. 11(2), 569–573.*
- Kusuma, W., Hermawan, A., Nur, A., & Ilham, M. (2021). *Analisis Perencanaan Pemasangan Recloser Pada Penyulang Untuk Meminimalisir Pemadaman. 8(3), 167–171.*
- Lihawa, F. F. S., Tumaliang, I. H., Silimang, S., Elektro, T., Sam, U., Manado, R., & Bahu, J. K. (2021). *Di Universitas Sam Ratulangi.*
- Lubis, Z., & Siagian, A. (2024). *Analisis Sistem Konfigurasi Jaringan Distribusi Penyulang 20 Kv Di Pt . Pln (Persero) Ulp Pakam Kota Untuk Keandalan Jaringan Tenaga Listrik. 1099, 53–58.*
- Manu, S. O., & Penfui, A. (2022). *Desain Sistem Human Machine Interface (Hmi) Lampu Lalu Lintas Pada Jalur Simpang Empat. V(2), 53–56.*
- Nurhadi, S., Mieftah, M., & Sungkowo, H. (2024). *Peningkatan Keandalan Berbasis Nilai Energy Not Supplied (Ens) Pada Penyulang Banyu Biru. 11(2), 2–7.*
- Nuril, A., Dany, N., Dwi, Y., & Malang, P. U. (2022). *Remote Terminal Unit (Rtu) Scada Pada Kubikel Tegangan Menengah 20kv. 1(1), 1–7.*
- Mudjahidin Dg, Mulisa, Hermansjah (2022). *Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Plc, Scada Dan Hmi 1,2. 31–37.*
- Pringsewu, U. A. (2022). *Volume Xx Issue Xx Aisyah Journal Of Informatics And Electrical Engineering Analisa Penerapan Supervisory Control And Data Acquisition (Scada) Di Gardu Induk 150 Kv Poncol Baru Pt Pln (Persero). Xx(Xx), 137–143.*

- Putra, M. C. (2023). *Analisis Setting Lbs (Load Break Switch) Sectionalizer Pada Jaringan Distribusi 20 Kv Di Pt. Pln (Persero) Ulp Bangsri*.
- Riset, J., & Edwin Priatna. (2026). *Pemeliharaan Saluran Udara Tegangan Menengah (Sutm) 20 Kv Di Pt Pln (Persero) Ulp Karangnunggal*. 3, 520–530.
- Saiful, R., & Riyadi, K. (2022). *Penilaian Keandalan Sistem Tenaga Listrik Dengan Menggunakan Formula Analitis Deduksi*. 398–403.
- Satriani, I., Akhmad, S., Fauziah, H., & Ali, M. F. (2023). *Rekonfigurasi Jaringan Distribusi 20 Kv Untuk Mengurangi Drop Voltage Pada Penyulang Asuhan Gi Daya*.
- Studi, P., & Elektro, T. (2020). *Penentuan Kinerja Sistem Scada Pt. Pln (Persero) Unit Pelaksana Pengatur Beban Area Jakarta Dan Banten Berdasarkan Nilai Mean Time To Repair*. 5(2502), 215–219. <https://doi.org/10.22236/Teknoka.V5i.357>
- Sugiana, M. A., Hunaini, F., Muksim, M., Elektro, T., Widyagama, U., Gangguan, L., Impedansi, M., & Takagi, M. (2020). *Software Untuk Penentuan Lokasi Gangguan*. 1(1), 40–50.
- Sumiyati, A., Rahman, P. S., Habil, M., Gusti, C., Melkior, D. A., Hidayat, J., & Aribowo, D. (2024). *Konsep Dasar Transmisi Tenaga Listrik: Klasifikasi, Komponen Serta Gangguannya*. 11(2), 612–617.
- Syahla, A. F., Dwiputra, A. R., & Latifa, U. (1942). *Lightning Arrester Menggunakan Alat Leakage Current Monitor (Lcm) Di Gi Xyz*. 13(3).
- Tuwongkesong, S., Patabo, M. D., Sawidin, S., Daud, J. G., & Utama, I. W. E. P. (2020). *Kontrol Rtu Pada Gh Manembo Dengan Scada Jaringan Distribusi 20 Kv Sistem Minahasa*. 26–27.
- Wirayanto, S. D., Zondra, E., Yos, J., & Rumbai, S. (2022). *Analisis Sistem Scada Pada Jaringan Distribusi Pt. Pln (Persero) Up2d Pekanbaru*. 16, 123–129.