

**ANALISIS *TECHNICAL LOSSES* PADA JARINGAN
DISTRIBUSI 20KV GARDU INDUK LIPPO MENGGUNAKAN
PERANGKAT LUNAK ETAP 19.0.1**



SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana
Teknik Elektro

Oleh:

Faza Fadilah Almadani

E.5051.2106600

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS PENDIDIKAN TEKNIK DAN INDUSTRI
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA**

2025

Halaman Hak Cipta

=====

**ANALISIS *TECHNICAL LOSSES* PADA JARINGAN
DISTRIBUSI 20KV GARDU INDUK LIPPO MENGGUNAKAN
PERANGKAT LUNAK ETAP 19.0.1**

Oleh :

Faza Fadilah Almadani

Sebuah skripsi yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Teknik pada Fakultas Pendidikan Teknik dan Industri

© Faza Fadilah Almadani 2025

Universitas Pendidikan Indonesia

Agustus 2025

Hak Cipta dilindungi Undang-Undang.

Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian, dengan dicetak
ulang, difotokopi, atau cara lainnya tanpa izin dari penulis.

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

FAZA FADILAH AL MADANI

E.5051.2106600

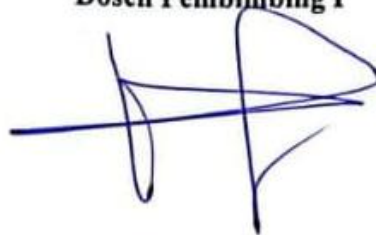
**ANALISIS *TECHNICAL LOSSES* PADA JARINGAN DISTRIBUSI 20KV
GARDU INDUK LIPPO MENGGUNAKAN PERANGKAT LUNAK**

ETAP 19.0.1

Disetujui dan disahkan oleh:

acc
27/2025
2

Dosen Pembimbing I



Dr. Yadi Mulyadi, M.T.
NIP. 196307271993021001

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Elektro



Didin Wahyudin, M.T., Ph.D.
NIP.197608272009121001

PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Faza Fadilah Almadani

NIM : 2106600

Program Studi : Teknik Elektro

Judul Karya : Analisis *Technical Losses* Pada Jaringan Distribusi 20 kV Gardu Induk Lippo Menggunakan Perangkat Lunak Etap 19.0.1

Dengan ini menyatakan bahwa karya tulis ini merupakan hasil kerja saya sendiri. Saya menjamin bahwa seluruh isi karya ini, baik sebagian maupun keseluruhan, bukan merupakan plagiarisme dari karya orang lain, kecuali pada bagian yang telah dinyatakan dan disebutkan sumbernya dengan jelas.

Jika di kemudian hari ditemukan pelanggaran terhadap etika akademik atau unsur plagiarisme, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku di Universitas Pendidikan Indonesia.

Bandung, Agustus 2025

Faza Fadilah Almadani

UCAPAN TERIMA KASIH

Segala Puji penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT karena atas rahmat dan berkah-Nya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dalam bentuk skripsi dengan judul “Analisis *Technical losses* Pada Jaringan Distribusi 20kV Gardu Induk Lippo Menggunakan Perangkat Lunak Etap 19.0.1”. Penulis menyadari banyak pihak yang telah ikut berperan serta dalam menyelesaikan tugas akhir ini. Untuk itu dengan penuh hormat, penulis ucapkan banyak terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Unang Rahmat Hidayat dan ibu Isih Sumiarsih selaku orang tua yang selalu memberi motivasi, bimbingan, doa serta dukungan selama perkuliahan dan penyelesaian tugas akhir ini.
2. Bapak Dr, Yadi Mulyadi, M.T. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan dukungan, arahan, motivasi, dan masukan dalam penulisan tugas akhir ini.
3. PT. PLN (Persero) UID Jawa Barat yang telah memberikan kesempatan penelitian.
4. Bapak Hari Kusmawan dan ibu Yenni selaku staff PT. PLN (Persero) UID Jawa Barat yang telah memberi arahan selama penelitian sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
5. Bapak Didin Wahyudin, M.T., Ph. D. selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Pendidikan Teknik dan Industri, Universitas Pendidikan Indonesia.
6. Prof. Dr. Enjang Akhmad Juanda, M.Pd., M.T. selaku dosen wali yang selalu memberikan arahan selama perkuliahan kepada penulis.
7. Seluruh Dosen dan Staff Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Pendidikan Teknik dan Industri, Universitas Pendidikan Indonesia.
8. Cecep Nugraha, Raka Naufal, Sultan Nazhir, Nijamuhdin, dan Fajar Asianto yang senantiasa menjadi rekan diskusi serta memberikan motivasi, semangat, dalam proses penyusunan tugas akhir ini.
9. Tria Febriyanti yang telah berjuang bersama juga memberikan dukungan selama perkuliahan dan penyusunan tugas akhir ini.

10. AFFI Reborn yang telah menemani, memberikan semangat, dan dukungan selama penyelesaian tugas akhir ini.
11. Rekan-rekan kelas TE-02 2021 yang menempuh studi bersama pada program studi Teknik Elektro, Universitas Pendidikan Indonesia.
12. Keluarga besar Teknik Elektro Universitas Pendidikan Indonesia yang telah memberikan pengalaman dan kebersamaan yang sangat berharga selama perkuliahan.
13. Seluruh pihak yang telah membantu penulis dalam penyusunan tugas akhir namun tidak bisa disebutkan satu persatu.

Tak ada yang bisa penulis berikan selain doa dan rasa terima kasih yang tulus. Tidak lupa juga masukan yang berguna seperti saran atau kritik dari para pembaca sangat diharapkan oleh penulis bila terdapat kekurangan dalam penyusunan skripsi ini. Akhir kata semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan menjadi referensi yang berguna bagi mahasiswa yang akan menyelesaikan studi.

Bandung, Agustus 2025

Penulis

ABSTRAK

Technical losses merupakan penyusutan yang disebabkan oleh impedansi pada peralatan pembangkit atau peralatan transmisi menuju jaringan distribusi sehingga terjadi kehilangan energi. Tingginya technical losses pada sistem distribusi listrik memberikan dampak negatif terhadap berbagai aspek. Dari sisi teknis, sebagian daya listrik yang disalurkan berubah menjadi panas pada konduktor dan transformator sehingga efisiensi penyaluran daya menurun. Penelitian ini menganalisis besarnya technical losses pada jaringan distribusi 20 kV Gardu Induk Lippo menggunakan perangkat lunak ETAP 19.0.1. Studi dilakukan pada tiga penyulang umum Transformator 2 Gardu Induk Lippo yang memiliki nama Polo, Kempo, dan Pingpong dengan tujuan memperoleh nilai rugi-rugi daya, rugi-rugi energi, serta mengevaluasi drop tegangan terhadap standar SPLN 72:1987. Hasil simulasi menunjukkan bahwa penyulang Polo memiliki rugi-rugi daya terendah sebesar 20,51 kW, sementara Kempo dan Pingpong masing-masing mencatat 72,03 kW dan 67,06 kW. Estimasi rugi energi menunjukkan nilai tertinggi pada penyulang Pingpong sebesar 401.713,9 kWh (3,36%) dan terendah pada Polo sebesar 132.176,59 kWh (2,32%). Drop tegangan tertinggi ditemukan pada titik PMSE penyulang Pingpong, yaitu 201 Volt atau 1,01%, sedangkan titik tertinggi pada penyulang Kempo sebesar 120 Volt (0,60%) dan pada Polo sebesar 11 Volt (0,05%). Seluruh nilai drop tegangan berada di bawah batas toleransi maksimal 2% menurut SPLN 72:1987. Temuan ini mengindikasikan bahwa jaringan masih beroperasi dalam kondisi baik sesuai standar.

Kata Kunci: ETAP 19.0.1, rugi-rugi daya, rugi-rugi energi, drop tegangan, SPLN 72:1987

ABSTRACT

Technical losses are losses caused by impedance in power generation equipment or transmission equipment to the distribution network, resulting in energy loss. High technical losses in the electricity distribution system have a negative impact on various aspects. From a technical perspective, some of the electrical power transmitted is converted into heat in conductors and transformers, thereby reducing power transmission efficiency. This study analyzes the magnitude of technical losses in the 20 kV distribution network of the Lippo Substation using ETAP 19.0.1 software. The study was conducted on three main feeders of the Lippo Substation's 2 transformers named Polo, Kempo, and Pingpong, with the aim of obtaining power loss values, energy loss values, and evaluating voltage drops against the SPLN 72:1987 standard. The simulation results showed that the Polo feeder had the lowest power losses at 20.51 kW, while Kempo and Pingpong recorded 72.03 kW and 67.06 kW, respectively. Energy loss estimates showed the highest value in the Pingpong feeder at 401,713.9 kWh (3.36%) and the lowest in the Polo feeder at 132,176.59 kWh (2.32%). The highest voltage drop was found at the PMSE point of the Pingpong feeder, at 201 volts or 1.01%, while the highest point on the Kempo feeder was 120 volts (0.60%) and on the Polo feeder was 11 volts (0.05%). All voltage drop values are below the maximum tolerance limit of 2% according to SPLN 72:1987. This finding indicates that the network is still operating in good condition in accordance with standards.

Keywords: *ETAP 19.0.1, power loss, energy loss, voltage drop, SPLN 72:1987*

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	i
PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME	ii
UCAPAN TERIMA KASIH.....	iii
ABSTRAK	v
ABSTRACT.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Ruang Lingkup Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Sistem Distribusi Tenaga Listrik.....	4
2.2 Topologi Jaringan Distribusi.....	6
2.2.1 Topologi Radial.....	6
2.2.2 Topologi Loop.....	7
2.2.3 Topologi Spindel.....	8
2.2.4 Topologi Mesh	9
2.3 Saluran Penghantar.....	10
2.3.1 Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM)	10
2.3.2 Saluran Kabel Tegangan Menengah (SKTM).....	11
2.4 Transformator.....	12
2.5 Pembebanan Transformator	13
2.6 Rugi-rugi Transformator	13
2.7 Beban	15
2.8 Daya	16
2.8.1 Daya Aktif (P).....	16
2.8.2 Daya Reaktif (Q).....	16
2.8.3 Daya Semu (S)	17

2.8.4 Faktor Daya.....	17
2.9 Segitiga Daya	17
2.10 ETAP 19.0.1 (<i>Electrical Transien Analyzer Program 19.0.1</i>)	18
2.11 Rugi-Rugi Daya	19
2.11.1 <i>Technical losses</i>	19
2.11.2 <i>Non-Technical losses</i>	19
2.12 Rugi-Rugi Energi	20
2.13 Metode <i>Loss factor</i>	20
2.14 Drop Tegangan.....	21
2.15 Penelitian Terdahulu	23
BAB III METODE PENELITIAN.....	26
3.1 Desain Penelitian.....	26
3.2 Lokasi dan Subjek Penelitian	27
3.3 Metode Pengumpulan Data	27
3.4 Metode Pengolahan Data	28
3.5 Data Penunjang	30
3.5.1 Data Kapasitas Gardu Distribusi dan Pembebanan.....	30
3.5.2 Data Penghantar	34
3.5.3 Spesifikasi Transformator	35
3.5.4 Spesifikasi Penghantar	35
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	37
4.1 Simulasi ETAP 19.0.1.....	37
4.2 Hasil Simulasi ETAP 19.0.1	42
4.2.1 Rugi-Rugi Saluran.....	42
4.2.2 Rugi-Rugi Transformator.....	42
4.3 Hasil Rugi-Rugi Daya	44
4.4 Hasil Perhitungan Rugi-Rugi Energi Metode <i>Loss Factor</i>	44
4.5 Hasil Simulasi Drop Tegangan	45
4.6 Pembahasan Hasil Penelitian	52
BAB V SIMPULAN, IMPLIKASI, DAN REKOMENDASI	54
5.1 Simpulan	54
5.2 Implikasi.....	54
5.3 Rekomendasi	55
DAFTAR PUSTAKA	56

LAMPIRAN	59
----------------	----

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Skema distribusi listrik.....	4
Gambar 2. 2 Topologi ditribusi radial.....	6
Gambar 2. 3 Topologi distribusi Loop.....	7
Gambar 2. 4 Topologi distribusi Spindel.....	8
Gambar 2. 5 Topologi distribusi Mesh	9
Gambar 2. 6 Saluran udara tegangan menengah.....	10
Gambar 2. 7 Saluran kabel tegangan menengah	11
Gambar 2. 8 Transformator.....	12
Gambar 2. 9 Segitiga daya	18
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	26
Gambar 3. 2 Diagram Alir Simulasi ETAP	29

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Kapasitas dan pembebanan gardu distribusi penyulang Polo	30
Tabel 3. 2 Kapasitas dan pembebanan gardu distribusi penyulang Kempo.....	31
Tabel 3. 3 Kapasitas dan pembebanan gardu distribusi penyulang Pingpong	32
Tabel 3. 4 Data penghantar	34
Tabel 3. 5 Spesifikasi transformator SPLN 50:1997	35
Tabel 3. 6 Spesifikasi impedansi penghantar SPLN 64:1984.....	36
Tabel 4. 1 Persentase pembebanan penyulang Polo	37
Tabel 4. 2 Persentase pembebanan penyulang Kempo	38
Tabel 4. 3 Persentase pembebanan penyulang Pingpong	40
Tabel 4. 4 Rugi-rugi daya saluran.....	42
Tabel 4. 5 Rugi-rugi berbeban gardu distribusi	43
Tabel 4. 6 Rugi-rugi tanpa beban gardu distribusi.....	43
Tabel 4. 7 Total rugi-rugi daya gardu distribusi	43
Tabel 4. 8 Total rugi-rugi daya	44
Tabel 4. 9 Hasil estimasi rugi-rugi energi.....	44
Tabel 4. 10 Hasil perhitungan dan simulasi drop tegangan penyulang Polo	45
Tabel 4.11 Hasil perhitungan dan simulasi drop tegangan penyulang Kempo.....	46
Tabel 4. 12 Hasil perhitungan dan simulasi drop tegangan penyulang Pingpong	49

DAFTAR PUSTAKA

- Abakar, D., Abouelsoud, A. A., Michael, S. J., & Sitati, S. S. (2020). Transient Stability Analysis of the Multimachine Power System Using Etap-Software. *International Journal of Electrical and Electronics Engineering Studies*, 6(1), 1–12.
- Agustian, D., Aribowo, D., & Row, W. (2024). PEMELIHARAAN JARINGAN DISTRIBUSI SALURAN UDARA TEGANGAN MENENGAH (SUTM) 20 KV DENGAN METODE RIGHT OF WAY (ROW) DI PT PLN (PERSERO) ULP SERANG. 12(3).
- Amin, M., & Mustaqim, B. (2022). *Distribusi Sistem Tenaga Listrik*. Teknosain. <https://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=WE6eEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=penghantar+saluran+udara+transmisi&ots=yWaUnVvrHR&sig=triMkfVaKhvQ107ktrjfuFRUkGM>
- Ariyanti, R. F. (2019). Identifikasi Penyebab Susut Energi Listrik PT PLN (Persero) Area Semarang Menggunakan Metode Failure Mode & Effect Analysis (FMEA). *Industrial Engineering Online Journal*, 8(1), 1–8. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/ieoj/article/view/23259>
- Arizaldi, A., Salahuddin, S., Muhammad, M., Jain, V., Pandey, G. P., & Watane, M. J. (2021). Short Circuit Analysis on Distribution Network 20 kV Using Etap Software. *Journal of Renewable Energy, Electrical, and Computer Engineering*, 1(2), 49–57. <https://doi.org/10.29103/jreece.v1i2.5232>
- Elnizar, H., Gusmedi, H., & Zebua, O. (2021). Analisis Rugi-Rugi (Losses) Transformator Daya 150/20 KV di PT. PLN (Persero) Gardu Induk Sutami ULTG Tarahan. *Electrician*, 15(2), 116–126. <https://doi.org/10.23960/elc.v15n2.2197>
- Emmanuel, O. C., Braide, S. ., & Idoniboyeobu. (2020). Electrical Load Evaluation in Igwuruta, Port Harcourt for Improved Distribution. *Global Journal of Research In Engineering*, 20(1). <https://engineeringresearch.org/index.php/GJRE/article/view/2012>
- Hakim Waluyo, A., & Budi Utomo, H. (2022). Analisis Pengoperasian Jaringan Mesh pada PenyulangRawalo Di PT.PLN (PERSERO) UP3 Purwokerto. *Prosiding The 13th Industrial Research Workshop and National Seminar*, 13–14.
- Hasibuan, A., Afrizal, A., Jannah, M., Nisworo, S., Lukman, F. S., & Nrnatha, I. M. A. (2023). Optimizing Technical Losses of the PLN Distribution Network with Changes in Operational Patterns in 2023 at PLN ULP Lhokseumawe. *Jurnal Rekayasa ElektriKa*, 19(4), 143–151. <https://doi.org/10.17529/jre.v19i4.33838>
- Listin, T. W., Thaha, S., & Naim, K. A. (2021). Analisis Susut Energi (Losses) Jaringan Tegangan Menengah (20 kV) Di Bandara Udara Internasional Sultan Hasanuddin Makassar. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Elektro Dan Informatika (SNTEI) 2021, September*, 168–177.

- Ma, X., Jia, R., Liang, C., Du, H., Dong, X., & Ding, M. (2022). Study of Transformer Harmonic Loss Characteristic in Distribution Network Based on Field-Circuit Coupling Method. *Sustainability (Switzerland)*, 14(20). <https://doi.org/10.3390/su142012975>
- Mahmood, M., Shivam, O., Kumar, P., & Krishnan, G. (2014). International Journal of Advanced Research in Electrical, Electronics and Instrumentation Engineering Real Time Study on Technical Losses in Distribution System. *International Journal of Advanced Research in Electrical, Electronics and Instrumentation Engineering*, 3(1), 131–137. www.ijareeie.com
- Maulana, R. R., Salahuddin, S., Ezwarsyah, E., Ismail, B., Shrestha, A., & Astonkar, D. V. (2021). Analysis of Technical Loss Calculation Using Load Curve Approach on 20 kV Distribution Network. *Journal of Renewable Energy, Electrical, and Computer Engineering*, 1(2), 85. <https://doi.org/10.29103/jreece.v1i2.5238>
- Monica Putri, A. (2020). Studi Pengaruh Pembebanan Terhadap Efisiensi Transformator 66 Mva Di Pltmg Sumbagut 2 Peaker 250 Mw. *Jurnal Tektro*, 4(2), 118.
- Ohiero, P. O., Obio, E. B., & Yaabari, N. (2022). *Losses Evaluation in Electricity Distribution Network*. July.
- PLN. (2010). Standar Konstruksi Jaringan Tegangan Menengah Tenaga Listrik. In *PT. PLN (Persero)*.
- Podajow, H. R., Rehiara, A. B., & Stepanus, J. Bin. (2023). Analysis of Energy Losses in Medium Voltage Network Conductors Based on Load Curves at PT. PLN (Persero) UP3 Manokwari Area. *JISTECH: Journal of Information Science and Technology*, 12(1), 166–174. <https://doi.org/10.30862/jistech.v12i1.210>
- Rohi, D., Arauna, R. S., & Penangsang, O. (2008). Aplikasi Pendekatan Aliran Daya untuk Estimasi Rugi-Rugi Energi Sistem Distribusi Radial 20 kV. *Eeccis*, II(1), 38–43.
- Sharfina, N., Syukriyadin, & Suriad. (2024). *Analisis Prediksi Susut Energi Jangka Menengah Sistem Distribusi 20 kV Melalui Kewajaran Konsumsi Energi Pelanggan, Studi Kasus Pada PT. PLN (Persero) UP3 Langsa*. 9(2), 92–99.
- Sinurat, P., Masri, M., & Alam, H. (2017). Analisis Karakteristik Sistem Tenaga Listrik Saat Manuver Dengan Simulasi Electrical Transient Analysis Program (Etap). *Jurnal Teknik Elektro*, 1, 9.
- Suripto, S. (2017). Sistem Tenaga Listrik. In *LP3M UMY*. LP3M UMY.
- Suswanto, D. (2009). *Sistem Distribusi Tenaga Elektrik*. Edisi 1, 201–244. <https://daman48.files.wordpress.com/2010/11/materi-12-peramalan-kebuttuhan-energi.pdf>
- Sya'roni, Z., & Rijanto, T. (2019). Analisis Ketidakseimbangan Beban Transformator Distribusi 20 kV Dan Solusinya Pada Jaringan Tegangan

- Rendah. *Teknik Elektro*, 8(1), 173–180.
- von Meier, A. (2006). Electric Power Systems: A Conceptual Introduction. In *Electric Power Systems: A Conceptual Introduction*. <https://doi.org/10.1002/0470036427>
- Winardi, B., Sinuraya, E. W., Dolphina, E., Christyono, Y., . D., Sukmadi, T., . S., Z.M, A. A., Adi Soetrisno, Y. A., . S., & Handoko, S. (2021). Reconfiguring Low Voltage Networks To Increase Voltage And Loss Of Electricity. *International Journal of Scientific and Research Publications (IJSRP)*, 11(6), 299–305. <https://doi.org/10.29322/ijsrp.11.06.2021.p11439>
- Winardi, B., Winarno, H., & Aditama, K. R. (2016). Perbaikan Losses Dan Drop Tegangan PWI 9 Dengan Pelimpahan Beban Ke Penyulang Baru PWI 11 Di PT PLN (Persero) Area Semarang. *Jurusan Teknik Elektro*, 65–96.
- Zuhal. (2006). *Dasar Teknik Tenaga Listrik Dan Elektronika Daya*. Gramedia Pustaka Utama.