



Jurnal Review Pendidikan dan Pengajaran  
<http://journal.universitaspahlawan.ac.id/index.php/jrpp>  
 Volume 7 Nomor 2, 2024  
 P-2655-710X e-ISSN 2655-6022

Submitted : 28/02/2024  
 Reviewed : 27/02/2024  
 Accepted : 24/03/2024  
 Published : 27/03/2024

Elfa Cahaya Sihite<sup>1</sup>  
 Nurhedhi Desryanto<sup>2</sup>  
 Basil Aldrian  
 Prawiraatmaja<sup>3</sup>

## ANALISIS ALIRAN DAYA TERMINAL INTERNASIONAL BANDAR UDARA INTERNASIONAL I GUSTI NGURAH RAI MENGGUNAKAN ETAP 19.0.1

### Abstrak

Analisis daya terminal internasional Bandar Udara Internasional I Gusti Ngurah Rai dengan menggunakan ETAP merupakan sebuah penelitian yang bertujuan untuk menilai serta meningkatkan efisiensi sistem listrik di terminal tersebut. Dengan memanfaatkan perangkat lunak ETAP, penelitian ini mengidentifikasi potensi perbaikan dan pengoptimalan dalam infrastruktur listrik terminal internasional tersebut. Fokus utamanya mencakup evaluasi distribusi daya, koordinasi proteksi, peningkatan efisiensi energi, dan keandalan sistem. Temuan dari analisis ini dapat memberikan wawasan yang lebih baik mengenai kebutuhan daya, menemukan area yang perlu diperbaiki dalam infrastruktur listrik, serta memberikan rekomendasi untuk meningkatkan kinerja sistem secara menyeluruh. Sehingga, analisis ini memberikan dasar yang kuat bagi pengelola bandara untuk mengambil langkah-langkah yang diperlukan guna meningkatkan efisiensi, keandalan, dan keberlanjutan operasional terminal internasional.

**Kata Kunci:** ETAP 19.0.1, Efisiensi Energi, Analisis Daya.

### Abstract

Power analysis of the international terminal at I Gusti Ngurah Rai International Airport using ETAP is a research that aims to assess and improve the efficiency of the electrical system at the terminal. By utilizing ETAP software, this research identifies potential improvements and optimizations in the international terminal's electricity infrastructure. Its primary focus includes power distribution evaluation, protection coordination, energy efficiency improvement, and system reliability. Findings from this analysis can provide better insight into power requirements, identify areas for improvement in the electrical infrastructure, and provide recommendations for improving overall system performance. Thus, this analysis provides a strong basis for airport managers to take the necessary steps to improve the efficiency, reliability and sustainability of international terminal operations.

**Keywords:** ETAP 19.0. Energy efficiency, Power Analyze.

### PENDAHULUAN

Sejak diresmikan pada 10 Agustus 1996, Terminal Internasional telah mengalami beberapa kali perubahan jaringan. Bandara Internasional I Gusti Ngurah Rai akan terus-menerus mengalami perkembangan fasilitas. Oleh karena itu, analisis aliran daya diperlukan untuk membuktikan bahwa sistem distribusi tegangan menengah mempunyai sistem tenaga listrik yang aman, efisien, dan andal. Analisis aliran daya dilakukan untuk mengidentifikasi dan menghitung tegangan, arus, daya aktif, dan daya reaktif dalam jaringan listrik di titik-titik tertentu dalam keadaan operasi normal, sekarang ini maupun di masa mendatang. Analisis aliran daya ini juga digunakan untuk menentukan apakah seluruh fasilitas memenuhi persyaratan yang ditetapkan untuk mengirimkan daya yang diharapkan.

<sup>1,2,3</sup>Ahli Teknik Listrik Bandara, Politeknik Penerbangan Indonesia Curug  
 email [elfacahaya04@gmail.com](mailto:elfacahaya04@gmail.com), [nurhedhi.desriyanto@ppicurug.ac.id](mailto:nurhedhi.desriyanto@ppicurug.ac.id), [basil@ppicurug.ac.id](mailto:basil@ppicurug.ac.id)  
 Corresponding author: [nurhedhi.desriyanto@ppicurug.ac.id](mailto:nurhedhi.desriyanto@ppicurug.ac.id)

Proses perhitungan dalam penelitian akan menggunakan perangkat lunak komputer yang dikenal dengan nama Electrical Transient Analysis Program (ETAP). ETAP merupakan program perangkat lunak untuk studi aliran daya. Kondisi tegangan sistem dan total rugi-rugi daya kelistrikan akan ditentukan melalui simulasi yang dilakukan dengan software ETAP. Analisis aliran daya adalah hal yang sangat penting untuk strategi pengembangan sistem karena sangat bergantung pada pengaruh pada sistem tenaga lain, beban baru, pembangkit listrik baru, dan saluran transmisi baru sebelum instalasi dipasangkan. Analisis aliran daya dapat dilakukan untuk memastikan bahwa sistem energi baru memiliki kemampuan untuk memenuhi kebutuhan listrik secara efisien, terjangkau, dan aman.

Aplikasi ETAP menyajikan hasil analisis jaringan tegangan menengah Terminal Internasional Bandara Internasional I Gusti Ngurah Rai sebagai acuan untuk meningkatkan kualitas dan keandalan sistem jaringan tegangan menengah. Hasil analisa ini juga digunakan untuk mendeteksi adanya gangguan pada salah satu sistem jaringan.

## **METODE**

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif-deskriptif dengan simulasi Newton-Raphson untuk menghitung arus, tegangan, daya nyata dan daya reaktif yang masuk ke sistem kelistrikan Terminal Internasional Bandar Udara Internasional I Gusti Ngurah Rai Bali. Metode kuantitatif adalah penelitian untuk mengumpulkan data berupa angka dan statistik digunakan dalam analisisnya dan yang nantinya akan ditampilkan menggunakan grafik untuk tujuan penelitian. Teknik yang digunakan untuk menganalisis data adalah deskriptif, penulis mendeskripsikan atau menjelaskan data yang dikumpulkan menggunakan tabel dan grafik. Penulis penelitian ini menggunakan metode berikut untuk mengumpulkan data.

Tahap yang pertama dilakukan adalah tahap observasi. Observasi akan dilakukan di Terminal Internasional Bandar Udara Internasional I Gusti Ngurah Rai. Data ini merupakan data tambahan yang dikumpulkan dari seorang teknisi listrik di Main Power House II Bandar Udara Internasional I Gusti Ngurah Rai yang sebelumnya dimintai bantuan untuk mengumpulkan data untuk penelitian ini. Data yang diperoleh adalah data trafo, data bus, sistem keamanan dan data beban Terminal Internasional Bandar Udara Internasional I Gusti Ngurah Rai Bali.

Lalu tahap selanjutnya adalah studi pustaka. Studi pustaka adalah proses mengumpulkan data dengan membaca berbagai sumber, seperti buku dan jurnal elektronik. Setelah dilakukannya studi pustaka, dilakukan metode wawancara. Melakukan wawancara dengan teknisi unit kelistrikan pembangkit utama untuk mendapatkan data tentang jalur kelistrikan jaringan tegangan menengah Terminal Internasional Bandar Udara Internasional I Gusti Ngurah Rai.

Langkah berikutnya adalah pengolahan data, yang mencakup perhitungan dan analisis data. Data yang dikumpulkan kemudian akan disimulasi dan di analisis. Proses simulasi dan analisis data adalah dasar penelitian ini dilakukan. Beberapa simulasi akan dijalankan dalam penelitian ini antara lain:

- a. Load flow
- b. Voltage drop analysis
- c. Power losses analysis

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Analisa Masalah**

Bandar Udara Internasional I Gusti Ngurah Rai akan terus mengalami peningkatan fasilitas. Oleh karena itu, dalam menunjang pengoperasian bandar udara harus memerhatikan kualitas dalam jalur distribusi jaringan tegangan menengah yang meliputi, kecukupan kapasitas catu daya terhadap beban, kotinyuitas catu daya menuju ke beban, memiliki catu daya cadangan untuk membackup catu daya utama, voltage drop yang tidak besar dan sistem jalur distribusi harus sesuai dengan standar-standar peraturan yang ada.

Sebab itu, penelitian aliran daya harus dilakukan untuk membuktikan sistem distribusi tegangan menengah mempunyai sistem tenaga listrik yang dapat diandalkan, aman, dan efisien. Studi aliran daya adalah jenis analisis yang digunakan untuk menentukan dan menghitung

tegangan, arus, daya aktif dan daya reaktif yang ada di berbagai titik di jaringan listrik dalam kondisi pengoperasian normal, baik sekarang ini maupun yang direncanakan di masa depan.

Proses perhitungan untuk penelitian ini, akan menggunakan software komputer yaitu Electrical Transient Analysis Program (ETAP). ETAP merupakan salah satu software yang digunakan untuk studi aliran daya. Besar rugi daya dan kondisi tegangan pada sistem listrik akan diketahui melalui simulasi yang dilakukan pada software ETAP.

Penyelesaian Masalah

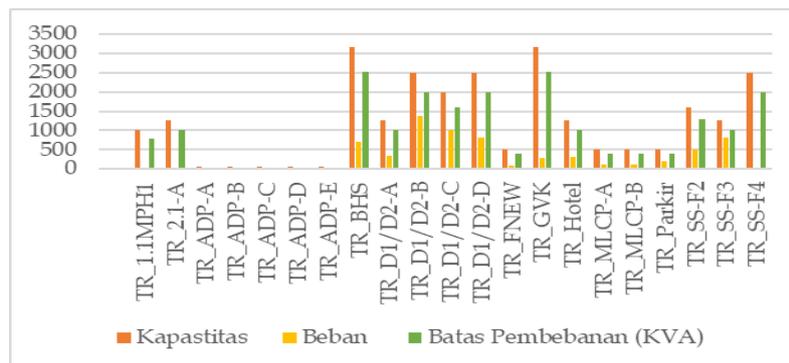
Studi ini bertujuan untuk mengevaluasi kondisi sistem tenaga listrik tegangan menengah Terminal Internasional di Bandar Udara Internasional I Gusti Ngurah Rai, sehingga dapat mengetahui pembebanan transformator, nilai tegangan dan besarnya rugi daya. Selain itu, penelitian ini akan memberikan informasi tentang strategi yang dapat digunakan dalam kasus penambahan beban.. Hasil aliran daya menggunakan ETAP 19.0.1 disajikan di bawah ini.:

Analisis Hasil Simulasi Aliran Daya Suplai dari PLN

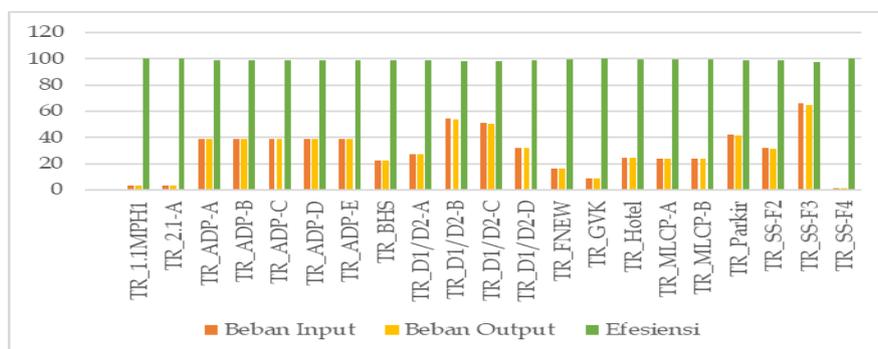
Pembebanan Transformator Suplai dari PLN

Hasil simulasi aliran daya yang dilakukan dengan software ETAP 19.0.1 menunjukkan nilai pembebanan saluran dan sistem bus. Sesuai dengan SPLN No. 50 tahun 1997, kondisi pembebanan trafo distribusi harus antara 40% - 80%. Jika presentase pembebanan kurang dari 40%, itu disebut underload, dan jika persentase pembebanan lebih dari 80%, itu disebut overload atau overblast. Jika persentase pembebanan lebih dari 100%, itu disebut overblast.

Hasil simulasi menunjukkan bahwa trafo dengan persentase pembebanan terbesar adalah trafo SS-F3. Trafo SS-F3 memiliki nilai pembebanan 828,55 kVA atau 66,3% dari kapasitas trafo. Nilai ini masih berada dibawah batas pembebanan trafo 1000 kVA.



Gambar 1 Grafik Perbandingan Kapasitas dan Pembebanan Transformator Suplai dari PLN



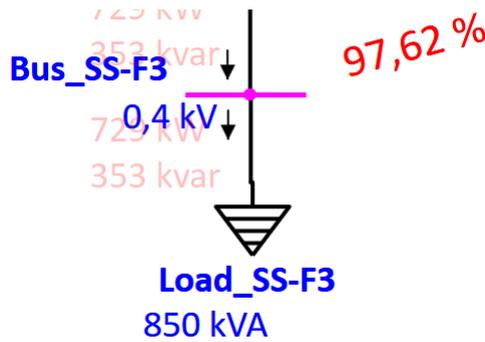
Gambar 2 Grafik Presentase Nilai Pembebanan dan Efisiensi Transformator Suplai dari PLN

Grafik Persentase Nilai Pembebanan dan Efisiensi Transformator Suplai dari PLN. Grafik diatas menunjukkan bawah trafo 1.1 MPH 1, trafo 2.1 dan trafo SS-F4 memiliki tingkat efesiensi trafo tertinggi sebesar 100%. Trafo 1.1 MPH 1 memiliki nilai pembebanan yang relatif rendah, yaitu 36,56 KVA atau 3,7% pada sisi input dan pada sisi output 3,7% dari kapasitas

pembebanan maksimal dan berdasarkan tabel IV.9 menunjukkan bahwa trafo ADP memiliki nilai efisiensi terendah yaitu 98,7%.

Jatuh Tegangan Suplai dari PLN

Hasil simulasi menunjukkan tegangan jatuh terbesar terjadi pada bus SS-F3 mengalami nilai jatuh tegangan sebesar 2,38% dari tegangan nominal 0,4kV. Karena nilai jatuh tegangan ini berada dibawah nilai jatuh tegangan yang ditentukan oleh SPLN No.1 Tahun 1995, yaitu sebesar -10% sampai dengan +5%, nilai ini masih dianggap aman. Hal ini berarti pada sistem kelistrikan Terminal Internasional Bandar Udara I Gusti Ngurah Rai Bali memenuhi standar untuk melakukan operasional dari unit-unit beban listrik.



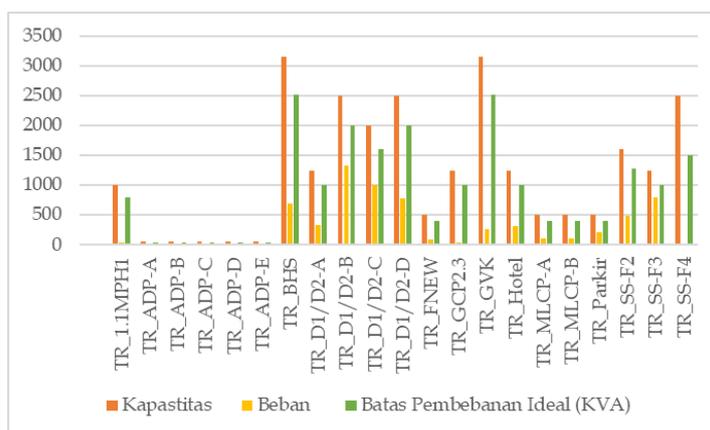
Gambar 3 Tampilan Nilai Drop Voltage Bus SS-F3

Tabel 1 Data Rugi Daya Trafo dari PLN

Trafo	KW	Rugi Daya Aktif (kW)	Rugi Daya Reaktif (kVAR)	Rugi Daya Aktif (%)
TR_1.1MPH1	32,9	0,0	0,1	0,0
TR_2.1-A	37,6	0,0	0,1	0,0
TR_ADP-A	17,3	0,2	0,3	1,2
TR_ADP-B	17,3	0,2	0,3	1,2
TR_ADP-C	17,3	0,2	0,3	1,2
TR_ADP-D	17,3	0,2	0,3	1,2
TR_ADP-E	17,3	0,2	0,3	1,2
TR_BHS	635,1	1,7	9,9	0,3
TR_D1/D2-A	307,5	1,3	4,6	0,4
TR_D1/D2-B	1203	7,7	46,2	0,6
TR_D1/D2-C	904,7	5,4	32,5	0,6
TR_D1/D2-D	716,8	2,7	16,1	0,4
TR_FNEW	73,9	0,3	0,5	0,4
TR_GVK	249,1	0,3	1,5	0,1
TR_Hotel	277,2	1,1	3,8	0,4
TR_MLCP-A	105,9	0,6	0,9	0,6
TR_MLCP-B	105,9	0,6	0,9	0,6
TR_Parkir	187,3	2,0	3,0	1,1
TR_SS-F2	455,6	1,7	10,1	0,4
TR_SS-F3	729	7,6	26,5	1,0
TR_SS-F4	26,9	0,0	0,0	0,0

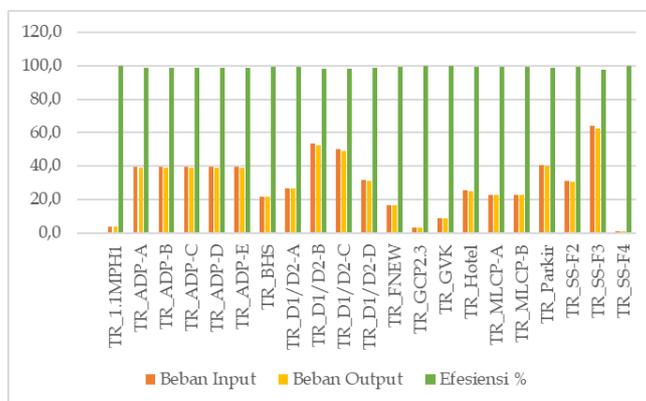
Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa rugi daya saluran terbesar terjadi pada saluran dari MPH 2 menuju SS-D1/D2 dengan nilai 3,9 kW untuk daya aktif dan 3,2 kVAR untuk daya reaktif sedangkan rugi daya transformator terbesar terjadi pada trafo D1/D2-B dengan nilai 7,7 kW untuk daya aktif dan 46,2 kVAR untuk daya reaktif. Rugi-rugi yang terjadi ini disebabkan nilai pembebanan yang besar yaitu 1400 kVA dan juga jatuh tegangan saluran sebesar 2,5% juga dapat menyebabkan rugi rugi daya yang terjadi pada D1/D2.

Analisa Hasil Simulasi Aliran Daya Suplai dari Genset  
 Pembebanan Transformator Suplai dari Genset



Gambar 4 Grafik Perbandingan Kapasitas dan Pembebanan Transformator Suplai dari Genset

Hasil simulasi menunjukkan bahwa trafo dengan persentase pembebanan terbesar adalah trafo SS-F3 dengan nilai pembebanan 800,36kVA atau 64% dari kapasitas trafo. Nilai ini masih berada dibawah batas pembebanan trafo 1000 kVA.



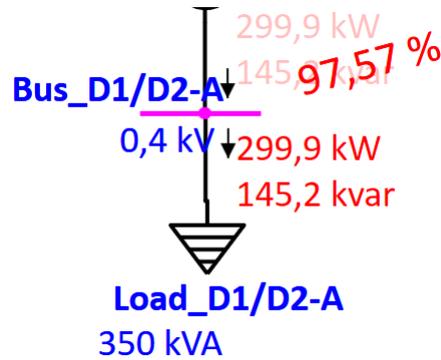
Gambar 5 Grafik Persentase Nilai Pembebanan dan Efisiensi Transformator Suplai dari Genset

Hasil simulasi menunjukkan bahwa trafo 1.1 MPH 1, trafo 2.1 dan trafo SS-F4 memiliki tingkat efisiensi trafo tertinggi sebesar 100%. Trafo 1.1 MPH 1 memiliki nilai pembebanan yang relatif rendah, yaitu 36,95 KVA atau 3,7% pada sisi input dan pada sisi output 3,7% dari kapasitas pembebanan maksimal dan berdasarkan tabel IV.17 menunjukkan bahwa trafo ADP memiliki nilai efisiensi terendah yaitu 98,5%.

Jatuh Tegangan Suplai dari Genset

Dari tabel diatas didapatkan nilai jatuh tegangan terbesar terjadi pada bus D1/D2-A sebesar 4,43% dari tegangan nominal 0,4 kV. Nilai jatuh tegangan ini masih dianggap aman karena nilainya berada di bawah ambang tegangan yang ditentukan oleh SPLN No.1 tahun 1995, yaitu sebesar -10% sampai dengan +5%. Hal ini berarti pada sistem kelistrikan Terminal

Internasional Bandar Udara I Gusti Ngurah Rai Bali memenuhi standar untuk menjalankan operasional dari unit-unit beban listrik.



Gambar 6 Tampilan Nilai Drop Voltage Bus D1/D2-A Hasil

Tabel 2 Data Rugi Daya Trafo Suplai dari Genset

Trafo	KW	Rugi Daya Aktif (kW)	Rugi Daya Reaktif (kVAR)	Rugi Daya Aktif (%)
TR_1.1MPH1	33,24	0,0	0,1	0,1
TR_ADP-A	17,69	0,2	0,3	1,1
TR_ADP-B	17,69	0,2	0,3	1,1
TR_ADP-C	17,69	0,2	0,3	1,1
TR_ADP-D	17,69	0,2	0,3	1,1
TR_ADP-E	17,69	0,2	0,3	1,1
TR_BHS	614,73	1,6	9,6	0,3
TR_D1/D2-A	301,18	1,3	4,5	0,4
TR_D1/D2-B	1187,40	10,1	35,2	0,9
TR_D1/D2-C	892,16	7,1	24,8	0,8
TR_D1/D2-D	703,87	3,5	12,3	0,5
TR_FNEW	75,04	0,3	0,5	0,4
TR_GCP2.3-B	37,73	0,0	0,1	0,0
TR_GVK	243,11	0,2	1,5	0,1
TR_Hotel	284,23	1,1	3,9	0,4
TR_MLCP-A	102,82	0,6	0,9	0,6
TR_MLCP-B	102,82	0,6	0,9	0,6
TR_Parkir	182,68	1,9	2,9	1,0
TR_SS-F2	441,47	1,6	9,8	0,4
TR_SS-F3	711,02	7,3	25,6	1,0
TR_SS-F4	26,17	0,0	0,0	0,0

Pada tabel rugi daya trafo diatas menunjukkan bahwa rata-rata rugi daya aktif pada trafo masih kecil dibawah 2%. Hal ini masih sesuai dengan standar yang ditetapkan SPLN 50 : 1997 bahwa rugi daya pada trafo distribusi sebesar  $\leq 2\%$

**UCAPAN TERIMA KASIH**

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Executive General Manager Bandara Internasional I Gusti Ngurah Rai – Bali dan seluruh staff Bandara Internasional I Gusti Ngurah Rai Bali yang telah memberi persetujuan sehingga kegiatan penelitian dapat terlaksana. Disampaikan pula kepada seluruh rekan-rekan On Job Training (OJT) yang telah memberikan motivasi dan semangat dalam berkegiatan di penelitian Politeknik Penerbangan Indonesia Curug.

## SIMPULAN

Hasil analisis aliran daya untuk kecukupan catu daya saat ini yang dilakukan dengan ETAP 19.0.1, menunjukkan bahwa jalur distribusi tegangan menengah terminal internasional Bandar Udara Internasional I Gusti Ngurah Rai memiliki kualitas yang baik dan sudah sesuai persyaratan, dengan klasifikasi sebagai berikut :

Nilai pembebanan unit transformator suplai dari PLN masih tergolong baik untuk pembebanan saat ini dikarenakan masih berkisar dari 1,2% sampai 66,3% dari kapasitas setiap transformator dan nilai rata-rata pembebanan transformator saat ini kurang dari 40%. Nilai jatuh tegangan yang terjadi sebesar 2,2% dan rugi daya transformator sebesar 1,1%. Nilai tersebut masih dibawah standar yang diatur oleh SPLN No.50 tahun 1997 dan SPLN No.1 Tahun 1995.

Selain itu, hasil simulasi suplai dari genset menunjukkan bahwa nilai pembebanan unit transformator sangat baik untuk pembebanan saat ini karena masih berkisar dari 1,2% hingga 64% dari kapasitas masing-masing transformator. Nilai jatuh tegangan yang pada simulasi aliran daya terbesar adalah 4,43%, Rugi yang terjadi pada transformator menunjukkan bahwa rata-rata rugi daya aktif pada trafo masih kecil dibawah 2%. Nilai tersebut masih dibawah standar yang diatur oleh SPLN No.50 tahun 1997 dan SPLN No.1 Tahun 1995.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anggoro, B. A., Utomo, S. B., & Widihastuti, I. (2020). Analisa Rugi-Rugi Daya Dan Jatuh Tegangan Pada Saluran Transmisi 150 kV GI Pati Bay GI Jekulo Menggunakan ETAP 12.6.0 Bayu. 80–85.
- Faruq, U., Ridho, A., Vrayulis, M., & Julio, E. (2021). Analisa Aliran Daya Pada Sistem Tenaga Listrik Menggunakan Software Etap 12.6. SainETIn (Jurnal Sain, Energi, Teknologi & Industri), 06(1), 16–22. <https://doi.org/10.31849/sainetin.v6i1.7031>
- Hasibuan, A., Isa, M., Yusoff, M. I., & Rahim, S. R. A. (2020). Analisa Aliran Daya Pada Sistem Tenaga Listrik Dengan Metode Fast Decoupled Menggunakan Software Etap. RELE (Rekayasa Elektrikal Dan Energi): Jurnal Teknik Elektro, 3(1), 37–45. <https://doi.org/10.30596/rele.v3i1.5236>
- Kumolo, C. (2016). Analisis Aliran Beban pada Sistem Tenaga Listrik di KSO Pertamina EP – GEO Cepu Indonesia Distrik 1 Kawangan menggunakan Software ETAP 12.6. Emitor: Jurnal Teknik Elektro, 16(1), 1–15. <https://doi.org/10.23917/emitor.v16i1.2677>
- Nigara, A. G., & Primadiyono, Y. (2015). Analisis Aliran Daya Sistem Tenaga Listrik pada Bagian Texturizing di PT Asia Pasific Fibers Tbk Kendal menggunakan Software ETAP Power Station 4.0. Jurnal Teknik Elektro, 7(1), 7–10.
- Nizar, A. (2021). Analisis Rugi Daya Menggunakan Etap Pada Jaringan Distribusi 20kv Penyulang Bagong. Jurnal Teknik Elektro.
- Pamungkas, A. (2019). Studi Analisis Kerugian Daya Pada Jaringan Distribusi 20 Kv Penyulang Modo Area Bojonegoro Menggunakan Software Etap 12.6. 08.
- Pangloli, K. M., Thaha, S., & Gaffar, H. A. (2020). Analisis Aliran Daya Menggunakan Metode Fast Decoupled Pada Sisi Tegangan 6.3 KV PT. Semen Tonasa V. Publikasi Ilmiah, 8–14.
- Pujianto, L. (2020). Tansmisi dan Distribusi. Internasional English Institute of Indonesia.
- Risnandar, M. A., Faridah, L., & Nurdiansyah, R. (2022). Analisis Rugi Daya Trafo Distribusi pada Penyulang Tamansari Kota Tasikmalaya. Journal of Energy and Electrical Engineering (JEEE), 4(1), 13–19. <https://jurnal.unsil.ac.id/index.php/jeee/article/view/5643%0Ahttp://jurnal.unsil.ac.id/index.php/jeee/article/download/5643/2295>

- Rusdi, K. (n.d.). Studi Aliran Daya Listrik Di Pt . Showa Indonesia Manufacturing Tugas Akhir Oleh : Kamil Rusdi Abstrak.
- Saadah, A. (2020). Studi Perencanaan Pembangunan Penyulang Baru Untuk Pembagian Beban Penyulang Sahang 1 Dan Raya 17 Pt Pln (Persero) Ulp Siantan. Program Studi Teknik Elektro Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura, 2(No 1), 14. <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jteuntan/article/view/43319>
- Safitri, F. D. (2020). Simulasi Penempatan Transformator Pada Jaringan Distribusi Berdasarkan Jatuh Tegangan Menggunakan Etap Power Station 12.6.0. Jurnal Edukasi Elektro, 4(1), 12–24. <https://doi.org/10.21831/jee.v4i1.29315>
- Sugiyono. (2018). Metode Penelitian Kuantitatif. Alfabeta.
- Supriyadi, A. (2016). Analisa Aliran Daya Pada Sistem Tenaga Listrik Menggunakan Software Etap 12.6. Forum Teknologi, 13(1), 104–116.
- Yudanto, D., & Tessel, D. (2021). Analisis Aliran Daya Sistem Tenaga Listrik Pada PT. Sele Raya Merangin Dua Menggunakan Metode Newton-Raphson. Journal of Electrical Power Control and Automation (JEPKA), 4(2), 51. <https://doi.org/10.33087/jepca.v4i2.53>