



Argyan Naufal B¹
 Fahroji²
 Suse Lamtiar*³
 Dhani Widya Kusuma⁴

ANALISIS PENGARUH FAKTOR DAYA TERHADAP JATUH TEGANGAN PADA JARINGAN DISTRIBUSI POWER HOUSE LAMA DI BANDAR UDARA HALIM PERDANAKUSUMA

Abstrak

Indikator utama keandalan sistem distribusi tenaga listrik adalah kualitas tegangan yang diterima oleh pelanggan. Gangguan yang disebut jatuh tegangan dapat mempengaruhi stabilitas dan keandalan penyaluran tenaga listrik. Jatuh tegangan disebabkan oleh beberapa faktor yaitu impedansi (z), faktor daya, dan jarak beban dari gardu induk. Pada jaringan distribusi PH Lama di Bandar Udara Halim Perdanakusuma ditemukannya penurunan nilai faktor daya dan pada saat yang sama terjadi penurunan tegangan. Analisis terkait hal tersebut dilakukan dengan dua cara, yaitu simulasi menggunakan ETAP 19.0.1 dan melakukan perhitungan. Dari hasil perhitungan dan simulasi pada jaringan distribusi trafo 1 menunjukkan nilai persentase jatuh tegangan tertinggi pada jam 18:00 yaitu untuk hasil perhitungan sebesar 5,53% dan untuk hasil simulasi sebesar 4,19% dengan nilai faktor daya sebesar 0,81. Hasil persentase tersebut melebihi standar yang diatur pada SPLN 72: 1987 dan PUIL 2020 yaitu maksimum 4%. Pada jaringan trafo 2 menunjukkan bahwa nilai persentase jatuh tegangan tertinggi pada jam 17:00 dengan nilai faktor daya 0,81 yaitu sebesar 1,12% untuk hasil perhitungan dan 1,5% untuk hasil simulasi. Pada jaringan trafo 3 menunjukkan bahwa nilai persentase jatuh tegangan paling tinggi pada jam 18:00 dengan nilai faktor daya 0,94 yaitu sebesar 2,25% untuk hasil perhitungan dan 1,65% untuk hasil simulasi.

Kata Kunci: Jatuh Tegangan, ETAP 19.0.1, Faktor Daya

Abstract

The main indicator of the reliability of the power distribution system is the quality of the voltage received by the customer. Disturbances called voltage drops can affect the stability and reliability of electric power distribution. Voltage drop is caused by several factors, namely impedance (z), power factor, and load distance from the substation. In the Old PH distribution network at Halim Perdanakusuma Airport, there was a decrease in the power factor value and at the same time a voltage drop. Analysis related to this is done in two ways, namely simulation using ETAP 19.0.1 and doing calculations. From the results of calculations and simulations on the transformer 1 distribution network, it shows the highest percentage value of voltage drop at 18:00, namely for the calculation results of 5.53% and for simulation results of 4.19% with a power factor value of 0.81. The percentage results exceed the standards set in SPLN 72: 1987 and PUIL 2020 which is a maximum of 4%. The transformer 2 network shows that the highest percentage value of voltage drop at 17:00 with a power factor value of 0.81 is 1.12% for the calculation results and 1.5% for the simulation results. The transformer 3 network shows that the highest percentage value of voltage drop is at 18:00 with a power factor value of 0.94, which is 2.25% for the calculation results and 1.65% for the simulation results.

Keywords: Voltage Drop, ETAP 19.0.1, Power Factor

^{1,4}Mahasiswa Progam Studi Teknik Listrik Bandara, Politeknik Penerbangan Indonesia

^{2,3} Dosen/Staf Pengajar Progam Studi Teknik Listrik Bandara, Politeknik Penerbangan Indonesia

Email: argyannl@gmail.com, suse.lamtiar@ppicurug.ac.id, dhaniwiken@gmail.com

PENDAHULUAN

Bandara Halim Perdanakusuma menggunakan sistem distribusi jaringan listrik tegangan menengah (TM) 20 kV. Pada panel TM dan Panel TR terdapat power meter atau screen indikator yang dapat menampilkan arus, tegangan, daya, dan faktor daya. Pada jaringan distribusi di Power House Baru terdapat 3 trafo step down 220/380 V dengan beban yang berbeda dan pada Power House Lama terdapat 3 panel TR Incoming Trafo. Dari informasi dan data berupa foto yang diberikan dari teknisi, bahwa pada Panel TR Power House Lama memiliki nilai faktor daya yang rendah. Dari data tersebut maka dilakukannya observasi lebih lanjut terkait nilai faktor daya pada Panel TR Power House Lama. Observasi dilakukan dengan mencatat hasil pengukuran pada power meter yang ditampilkan oleh Panel TM dan Panel TR pada jaringan distribusi Power House Baru menuju Power House Lama. Dari observasi tersebut ditemukannya penurunan nilai faktor daya. Penurunan nilai faktor daya semakin terlihat disertai dengan peningkatan beban pemakaian yang digunakan tiap waktu. Dan pada saat yang sama, terjadi penurunan tegangan yang terlihat pada pencatatan pengukuran Panel TR. Dari permasalahan tersebut, maka diperlukannya analisis terkait pengaruh faktor daya terhadap jatuh tegangan dengan menggunakan perhitungan matematis dan simulasi menggunakan software ETAP 19.0.1 pada jaringan distribusi Power House Baru menuju Power House Lama.

METODE

Pada penelitian ini akan menggunakan metode kualitatif. Menurut Prof. Dr. Sugiyono, (2019), menjelaskan bahwa, metode kualitatif yaitu metode dengan menggunakan peneliti sebagai alat utama, metode kualitatif merupakan teknik penelitian postpositivisme yang melihat kondisi alami suatu objek. Data dikumpulkan melalui triangulasi (kombinasi), dan analisis bersifat kualitatif. Dalam penelitian ini, penurunan tegangan pada jaringan distribusi Bandar Udara Halim Perdanakusuma menjadi penyebab turunnya kualitas tegangan dan merupakan kondisi yang dianalisis dengan menggunakan simulasi ETAP dan dengan perhitungan rumus. ETAP merupakan sebuah perangkat lunak yang digunakan untuk melakukan analisis pada sistem kelistrikan dengan melakukan simulasi aliran daya (Sihite dkk., 2024).

Menurut Zebua dkk., (2018), menjelaskan bahwa jatuh tegangan atau penurunan tegangan dapat menyebabkan ketidakstabilan tegangan dan menurunnya kualitas tegangan. Indikasi utama dari keandalan sistem dan kelemahan dalam distribusi dan pasokan listrik adalah kualitas tegangan. Salah satu gangguan yang mengganggu stabilitas dan keandalan distribusi adalah penurunan tegangan (Medina dkk., 2021). Menurut Subhan dkk., (2023), penurunan tegangan disebabkan oleh beberapa faktor yaitu arus (I), nilai impedansi, faktor daya, panjang kabel dan rendahnya tegangan yang disuplai dari Gardu Induk (GI). Dari faktor-faktor tersebut maka fokus penelitian ini adalah data berupa spesifikasi saluran, spesifikasi trafo, spesifikasi panel, dan data eksisting jaringan distribusi dari Panel Incoming di Power House Baru menuju ke Panel LVMDP Power House Lama. Data yang diperlukan yaitu data berupa arus, faktor daya dan tegangan selama 24 jam pada jaringan distribusi dari Panel Incoming PLN di Power House Baru menuju ke Panel LVMDP Power House Lama. Data tersebut diperlukan untuk melakukan analisis perhitungan jatuh tegangan. Penulis penelitian ini menggunakan metode berikut untuk mengumpulkan data:

1. Studi literatur yaitu pengumpulan data dari berbagai sumber tertulis, termasuk buku, jurnal, artikel, dan publikasi terkait untuk mengetahui tentang perhitungan jatuh tegangan secara metodis, tujuannya adalah untuk memahami ide, teori, dan penelitian sebelumnya (Widiarto & Arnas, 2024).
2. Observasi dilakukan untuk mengamati faktor daya dan jatuh tegangan (voltage drop) yang ada pada jaringan di area Bandara Halim Perdanakusuma. Dikarenakan penulis mengambil sampel penelitian pada jaringan distribusi dari Panel Incoming Power House Baru menuju ke Panel LVMDP Power House Lama. Maka penulis memfokuskan observasi di area tersebut.
3. Kegiatan wawancara dilakukan untuk menggali informasi tambahan terkait situasi dan kondisi yang saat ini terjadi dan pernah terjadi. Wawancara dilakukan dengan supervisor dari Eelectrical Mechanical Facility PT. Angkasa Pura II Kantor Cabang Bandar Udara Halim Perdanakusuma.

Data-data yang diperoleh selanjutnya akan diolah dengan metode pengolahan data pada penelitian kualitatif. Pengolahan data pada penelitian kualitatif terdiri dari reduksi data, penyajian data, dan pengambilan kesimpulan (Prof. Dr. Sugiyono, 2019).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Istilah "jatuh tegangan" menggambarkan variasi antara tegangan yang dikirim dan tegangan yang diterima. Hal ini mungkin disebabkan oleh beberapa variabel, termasuk faktor daya, jarak, arus, dan impedansi saluran. Untuk memastikan tegangan yang diterima peralatan tidak melebihi batas toleransi, maka beban konsumen seperti peralatan mempunyai pengaruh yang besar terhadap jatuh tegangan (voltage Drop) pada kabel (Abdullah & Badaruddin, 2020). Dengan kata lain, perangkat tidak akan beroperasi sebagaimana mestinya jika tegangan yang diterimanya kurang dari ambang batas minimal. menghitung jatuh tegangan pada jaringan distribusi dapat dinyatakan dengan persamaan menurut Pramono dkk., (2018), yang merujuk pada buku dari Columbia oleh Gonen, (1986), meliputi:

$$\Delta V = \sqrt{3} \times I \times L (R \cos \varphi + X \sin \varphi)$$

Persentase jatuh tegangan dapat dicari dengan menggunakan persamaan berikut:

$$\%Vd = \frac{Vd}{Vs} \times 100\%$$

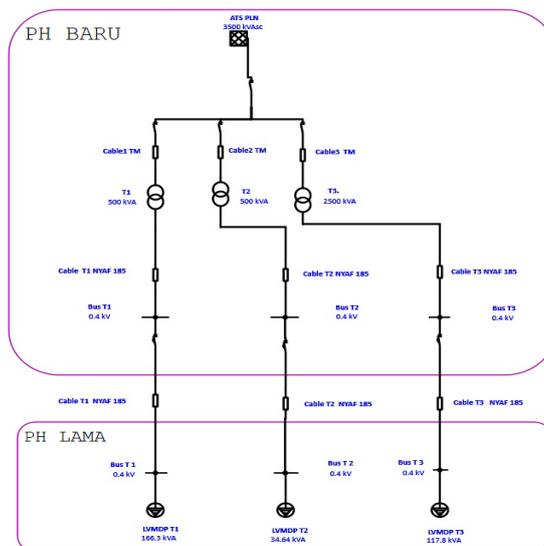
Untuk Cos φ dan Sin φ dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$\sin \varphi = \sin (\text{Arc Cos } \varphi)$$

Keterangan :

- Vd = Jatuh Tegangan
- Vr = Tegangan Penerimaan Disisi Beban
- Vs = Tegangan Pengiriman Dari Sumber
- I = Arus melalui beban (A)
- L = Panjang saluran (km)
- R = Besar resistansi saluran (Ohm)
- X = Besar reaktansi induksi (Ohm)
- Cos φ = faktor daya

Simulasi aliran daya dapat dilakukan dengan membuat singe line atau jaringan distribusi pada Power House Baru – Power House Lama software ETAP 19.0.1. Masukkan komponen atau instrument peralatan listrik yang digunakan dan input data spesifikasi yang digunakan sesuai dengan data yang telah diperoleh dari Bandar Udara Halim Perdanakusuma pada software ETAP 19.0.1.



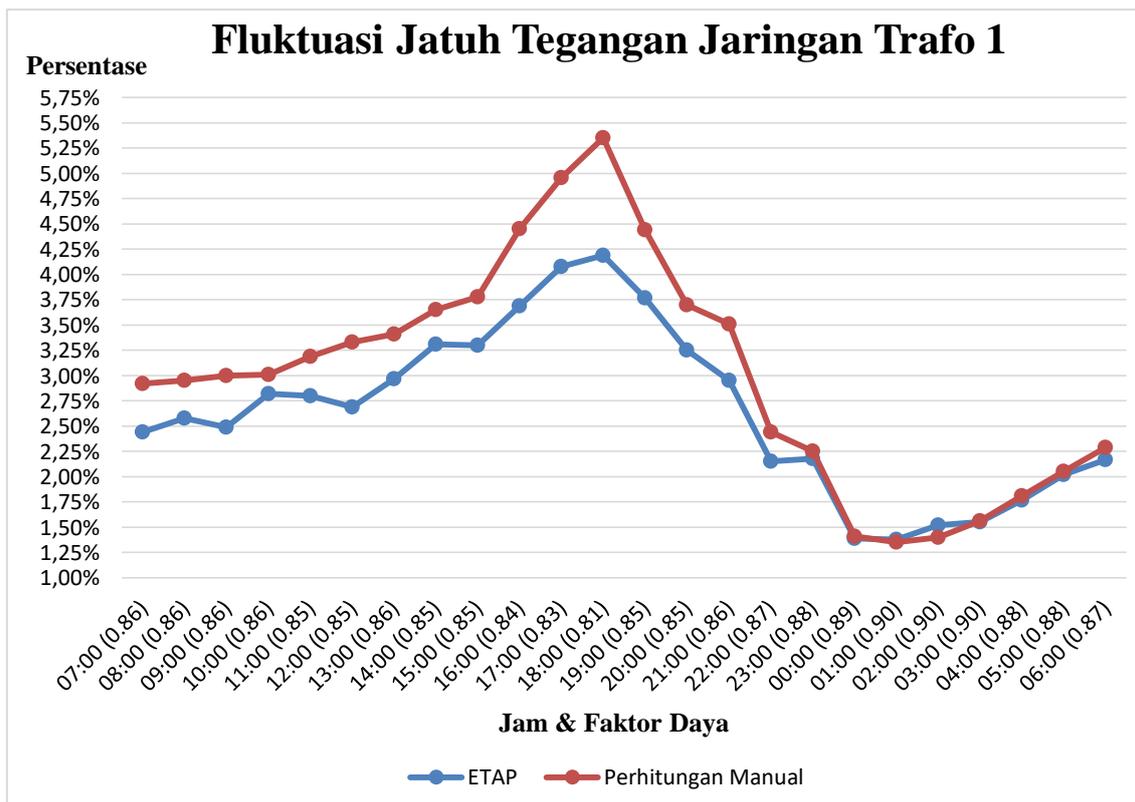
Gambar 1. Jaringan Distribusi Power House Baru – Power House Lama pada ETAP

Hasil simulasi drop tegangan dengan program ETAP 19.0.1 dan hasil perhitungan dengan rumus diatas akan dimasukkan dalam tabel di bawah ini :

Tabel 1. Hasil Simulasi dan Perhitungan Jatuh Tegangan Jaringan Distribusi Tafo 1

Waktu	Jaringan Distribusi Tafo 1 (3 Phase)				SPLN 72:1987	PUIL 2020
	Arus (A) PH Lama	Faktor Daya PH Lama	Hasil Perhitungan	Hasil Simulasi ETAP	max = 4 %	max = 4 %
07:00	150	0,86	2,92 %	2,44 %	Sesuai	Sesuai
08:00	153	0,86	2,95 %	2,58 %	Sesuai	Sesuai
09:00	154	0,86	3,00 %	2,49 %	Sesuai	Sesuai
10:00	156	0,86	3,01 %	2,82 %	Sesuai	Sesuai
11:00	161	0,85	3,19 %	2,8 %	Sesuai	Sesuai
12:00	167	0,85	3,33 %	2,69 %	Sesuai	Sesuai
13:00	174	0,86	3,41 %	2,97 %	Sesuai	Sesuai
14:00	183	0,85	3,65 %	3,31 %	Sesuai	Sesuai
15:00	190	0,85	3,78 %	3,3 %	Sesuai	Sesuai
16:00	216	0,84	4,45 %	3,69 %	Tidak Sesuai & Sesuai	Tidak Sesuai & Sesuai
17:00	235	0,83	4,96 %	4,08 %	Tidak Sesuai	Tidak Sesuai
18:00	240	0,81	5,35 %	4,19 %	Tidak Sesuai	Tidak Sesuai
19:00	223	0,85	4,44 %	3,77 %	Tidak Sesuai & Sesuai	Tidak Sesuai & Sesuai
20:00	186	0,85	3,7 %	3,25 %	Sesuai	Sesuai
21:00	180	0,86	3,51 %	2,95 %	Sesuai	Sesuai
22:00	130	0,87	2,44 %	2,15 %	Sesuai	Sesuai
23:00	126	0,88	2,25 %	2,18 %	Sesuai	Sesuai
00:00	83	0,89	1,41 %	1,39 %	Sesuai	Sesuai
01:00	83	0,90	1,35 %	1,38 %	Sesuai	Sesuai
02:00	86	0,90	1,4 %	1,52 %	Sesuai	Sesuai
03:00	96	0,90	1,56 %	1,55 %	Sesuai	Sesuai
04:00	103	0,88	1,81 %	1,77 %	Sesuai	Sesuai
05:00	114	0,88	2,05 %	2,02 %	Sesuai	Sesuai
06:00	124	0,87	2,29 %	2,17 %	Sesuai	Sesuai

Hasil perbandingan antara hasil perhitungan dengan hasil simulasi pada jaringan trafo 1 menunjukkan bahwa nilai persentase jatuh tegangan paling tinggi pada jam 18:00 yaitu sebesar 5,35% untuk hasil perhitungan dan 4,19% untuk hasil simulasi. Nilai tersebut melebihi batas dari aturan terkait jatuh tegangan yaitu maksimum 4%. Untuk nilai persentase jatuh tegangan terendah yaitu pada jam 01:00 yaitu sebesar 1,35% untuk hasil perhitungan dan 1,38% untuk hasil simulasi. Nilai persentase tersebut masih dibawah batas atau masih sesuai dengan aturan terkait jatuh tegangan.



Gambar 2. Fluktuasi Jatuh Tegangan Jaringan Trafo 1

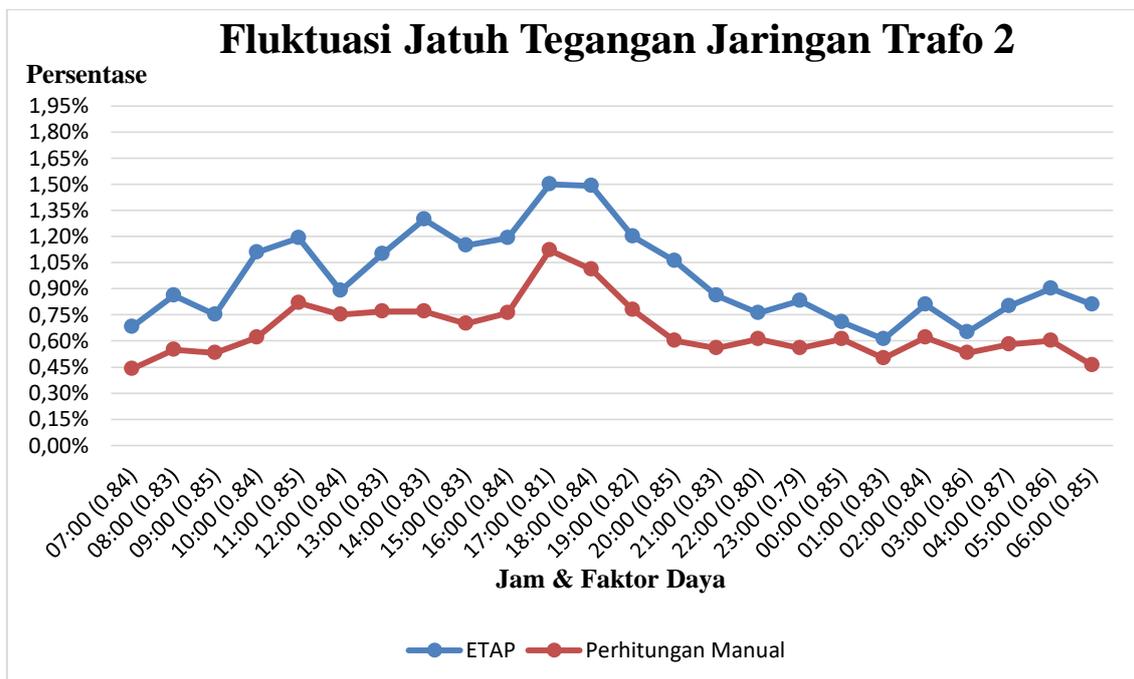
Grafik fluktuasi di atas menghasilkan gambaran mengenai penurunan tegangan yang terjadi seiring dengan penurunan faktor daya bersamaan dengan penambahan beban pemakaian selama 24 jam pada jaringan trafo 1. Kenaikan grafik tertinggi yang terjadi pada jam 18:00 merupakan beban puncak yang terjadi pada jaringan trafo 1 dengan nilai faktor daya terendah sebesar 0,81. Dan penurunan grafik terendah terjadi pada jam 01:00 yang merupakan beban terendah dengan nilai faktor daya tertinggi yaitu sebesar 0,90.

Tabel 2. Hasil Simulasi dan Perhitungan Jatuh Tegangan Jaringan Distribusi Tafo 2

Waktu	Jaringan Distribusi Tafo 2 (3 Phase)				SPLN 72:1987	PUIL 2020
	Arus (A) PH Lama	Faktor Daya PH Lama	Hasil Perhitungan	Hasil Simulasi ETAP	max = 4 %	max = 4 %
07:00	20	0,84	0,44 %	0,68 %	Sesuai	Sesuai
08:00	26	0,83	0,55 %	0,86 %	Sesuai	Sesuai
09:00	26	0,85	0,53 %	0,75%	Sesuai	Sesuai
10:00	30	0,84	0,62 %	1,11 %	Sesuai	Sesuai
11:00	43	0,85	0,82 %	1,19 %	Sesuai	Sesuai
12:00	36	0,84	0,75 %	0,89 %	Sesuai	Sesuai
13:00	36	0,83	0,77 %	1,1 %	Sesuai	Sesuai
14:00	36	0,83	0,77 %	1,3 %	Sesuai	Sesuai
15:00	33	0,83	0,70 %	1,15 %	Sesuai	Sesuai
16:00	36	0,84	0,76 %	1,19 %	Sesuai	Sesuai
17:00	50	0,81	1,12 %	1,5 %	Sesuai	Sesuai
18:00	50	0,84	1,01 %	1,49 %	Sesuai	Sesuai
19:00	36	0,82	0,78 %	1,2 %	Sesuai	Sesuai
20:00	26	0,81	0,60 %	1,06 %	Sesuai	Sesuai
21:00	26	0,83	0,56 %	0,86 %	Sesuai	Sesuai
22:00	26	0,80	0,61 %	0,76 %	Sesuai	Sesuai

23:00	23	0,79	0,56 %	0,83 %	Sesuai	Sesuai
00:00	30	0,85	0,61 %	0,71 %	Sesuai	Sesuai
01:00	23	0,83	0,50 %	0,61 %	Sesuai	Sesuai
02:00	30	0,84	0,62 %	0,81 %	Sesuai	Sesuai
03:00	26	0,86	0,53 %	0,65 %	Sesuai	Sesuai
04:00	30	0,87	0,58 %	0,80 %	Sesuai	Sesuai
05:00	30	0,86	0,6 %	0,90 %	Sesuai	Sesuai
06:00	23	0,85	0,46 %	0,81 %	Sesuai	Sesuai

Hasil perbandingan antara hasil perhitungan dengan hasil simulasi pada jaringan trafo 2 menunjukkan bahwa nilai persentase jatuh tegangan paling tinggi pada jam 17:00 yaitu sebesar 1,12% untuk hasil perhitungan dan 1,5% untuk hasil simulasi. Nilai tersebut masih dibawah batas dari aturan terkait jatuh tegangan yaitu maksimum 4%. Untuk nilai persentase jatuh tegangan terendah yaitu pada jam 01:00 yaitu sebesar 0,50% untuk hasil perhitungan dan 0,61% untuk hasil simulasi.



Gambar 3. Fluktuasi Jatuh Tegangan Jaringan Trafo 2

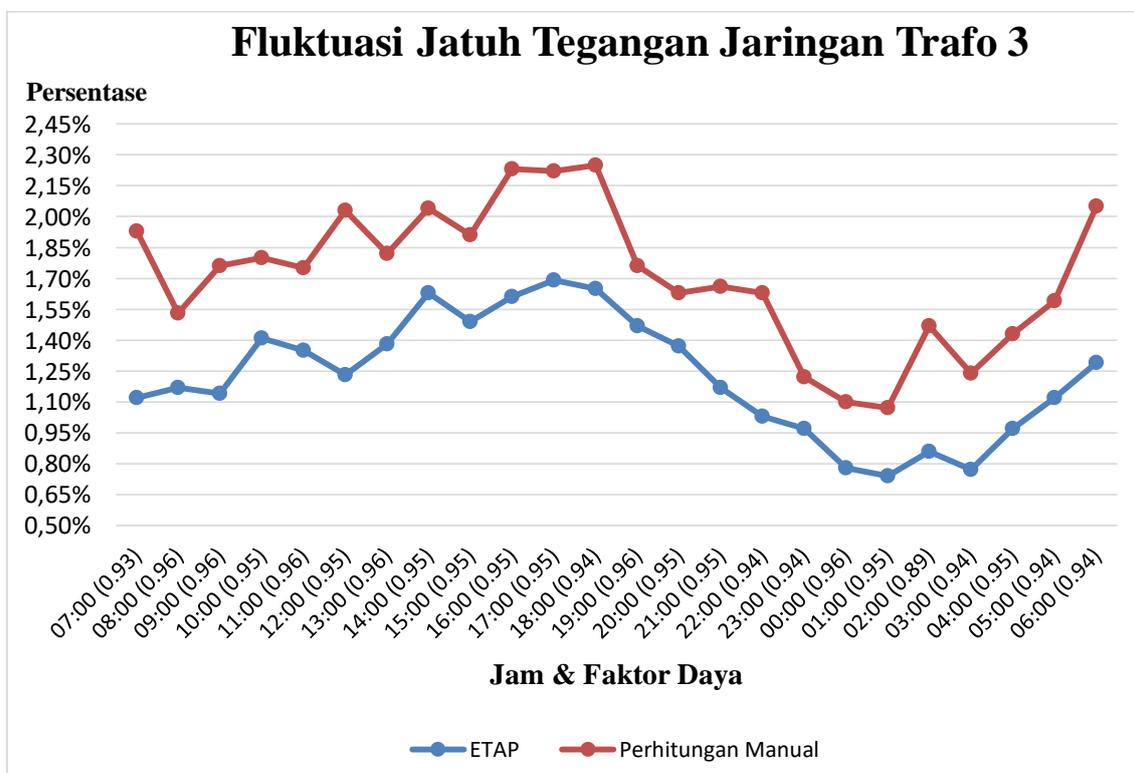
Grafik fluktuasi di atas menghasilkan gambaran mengenai penurunan tegangan yang terjadi seiring dengan penurunan faktor daya bersamaan dengan penambahan beban pemakaian selama 24 jam pada jaringan trafo 2. Kenaikan grafik tertinggi yang terjadi pada jam 17:00 merupakan beban puncak yang terjadi pada jaringan trafo 2 dengan nilai faktor daya sebesar 0,81. Dan penurunan grafik terendah terjadi pada jam 01:00 yang merupakan beban terendah dengan nilai faktor daya sebesar 0,83.

Tabel 3. Hasil Simulasi dan Perhitungan Jatuh Tegangan Jaringan Distribusi Tafo 3

Waktu	Jaringan Distribusi Tafo 3 (3 Phase)				SPLN 72:1987	PUIL 2020
	Arus (A) PH Lama	Faktor Daya PH Lama	Hasil Perhitungan	Hasil Simulasi ETAP	max = 4 %	max = 4 %
07:00	141	0,93	1,93 %	1,12 %	Sesuai	Sesuai
08:00	143	0,96	1,53 %	1,17 %	Sesuai	Sesuai
09:00	157	0,96	1,76 %	1,14 %	Sesuai	Sesuai
10:00	147	0,95	1,80 %	1,41 %	Sesuai	Sesuai
11:00	161	0,96	1,75 %	1,35 %	Sesuai	Sesuai

12:00	172	0,95	2,03 %	1,23 %	Sesuai	Sesuai
13:00	167	0,96	1,82 %	1,38 %	Sesuai	Sesuai
14:00	170	0,95	2,04 %	1,63 %	Sesuai	Sesuai
15:00	162	0,95	1,91 %	1,49 %	Sesuai	Sesuai
16:00	188	0,95	2,23 %	1,61 %	Sesuai	Sesuai
17:00	182	0,95	2,22 %	1,69 %	Sesuai	Sesuai
18:00	170	0,94	2,25 %	1,65 %	Sesuai	Sesuai
19:00	164	0,96	1,76 %	1,47 %	Sesuai	Sesuai
20:00	139	0,95	1,63 %	1,37 %	Sesuai	Sesuai
21:00	140	0,95	1,66 %	1,17 %	Sesuai	Sesuai
22:00	126	0,94	1,63 %	1,03 %	Sesuai	Sesuai
23:00	95	0,94	1,22 %	0,97 %	Sesuai	Sesuai
00:00	103	0,96	1,10 %	0,78 %	Sesuai	Sesuai
01:00	92	0,95	1,07 %	0,74 %	Sesuai	Sesuai
02:00	84	0,89	1,47 %	0,86 %	Sesuai	Sesuai
03:00	95	0,94	1,24 %	0,77 %	Sesuai	Sesuai
04:00	117	0,95	1,43 %	0,97 %	Sesuai	Sesuai
05:00	123	0,94	1,59 %	1,12 %	Sesuai	Sesuai
06:00	159	0,94	2,05 %	1,29 %	Sesuai	Sesuai

Hasil perbandingan antara hasil perhitungan dengan hasil simulasi pada jaringan trafo 3 menunjukkan bahwa nilai persentase jatuh tegangan paling tinggi pada jam 18:00 yaitu sebesar 2,25% untuk hasil perhitungan dan 1,65% untuk hasil simulasi. Nilai tersebut masih dibawah batas dari aturan terkait jatuh tegangan yaitu maksimum 4%. Untuk nilai persentase jatuh tegangan terendah yaitu pada jam 01:00 yaitu sebesar 1,07% untuk hasil perhitungan dan 0,74% untuk hasil simulasi. Nilai persentase tersebut masih dibawah batas atau masih sesuai dengan aturan terkait jatuh tegangan.



Gambar 4. Fluktuasi Jatuh Tegangan Jaringan Trafo 3

Grafik fluktuasi di atas menghasilkan gambaran mengenai penurunan tegangan yang terjadi seiring dengan penurunan faktor daya bersamaan dengan penambahan beban pemakaian selama 24 jam pada jaringan trafo 3. Kenaikan grafik tertinggi yang terjadi pada jam 18:00

dengan nilai faktor daya sebesar 0,94. Dan penurunan grafik terendah terjadi pada jam 01:00 dengan nilai faktor daya sebesar 0,95.

SIMPULAN

Dari hasil perhitungan dan simulasi bahwa pada jaringan distribusi trafo 1, trafo 2 dan trafo 3 bahwa nilai faktor daya dapat mempengaruhi nilai jatuh tegangan yang terjadi pada jaringan distribusi Power House Lama di Bandar Udara Halim Perdanakusuma. Persentase nilai jatuh tegangan mengalami peningkatan yang disertai dengan penurunan nilai faktor daya. Jatuh tegangan yang terjadi tidak konstan karena beban dan nilai faktor daya yang berubah-ubah yang disebabkan oleh pemakaian energi listrik yang berbeda-beda tiap waktunya membuat adanya penurunan jatuh tegangan yang terjadi di beberapa jam (jam operasional).

Pada jaringan distribusi trafo 1 menunjukkan nilai persentase jatuh tegangan tertinggi yaitu pada jam 17:00 dengan nilai faktor daya sebesar 0,83, dan pada jam 18:00 dengan nilai faktor daya sebesar 0,81. Untuk hasil perhitungan pada jam 17:00 sebesar 4,96% dan untuk hasil simulasi sebesar 4,08%, sedangkan untuk hasil perhitungan pada jam 18:00 sebesar 5,53% dan untuk hasil simulasi sebesar 4,19%. Hasil persentase tersebut melebihi standar yang diatur pada SPLN 72:1987 dan PUIL 2020 yaitu maksimum 4%. Pada jaringan trafo 2 menunjukkan bahwa nilai persentase jatuh tegangan tertinggi pada jam 17:00 dengan nilai faktor daya 0,81 yaitu sebesar 1,12% untuk hasil perhitungan dan 1,5% untuk hasil simulasi. Pada jaringan trafo 3 menunjukkan bahwa nilai persentase jatuh tegangan paling tinggi pada jam 18:00 dengan nilai faktor daya 0,94 yaitu sebesar 2,25% untuk hasil perhitungan dan 1,65% untuk hasil simulasi. Nilai tersebut masih dibawah batas dari aturan terkait jatuh tegangan yaitu maksimum 4%.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, D., & Badaruddin. (2020). Analisa Perbaikan Penampang Penghantar Guna Mengurangi Drop Tegangan Dan Simulasi Etap 16.0 Pada Jtr Gd Krdb Di Wilayah Kerja Pt. Pln (Persero) Ulp Serang Kota. *Jurnal Teknologi Elektro*.
- Gonen, T. (1986). *Electric Power Distribution System Engineering*. McGraw-Hill.
- Medina, D., Ratnata, W., & Waluyo. (2021). Analisis Jatuh Tegangan Jaringan Distribusi 20 Kv Pada Penyulang Cpk Pt. Pln (Persero) Up3 Bandung. *Prosiding Seminar Nasional Energi, Telekomunikasi Dan Otomasi Sneto 2021*.
- Pramono, T. J., Erlina, Soewono, S., & Fatimah. (2018). Analisis Drop Tegangan Pada Jaringan Tegangan Menengah Dengan Menggunakan Simulasi Program Etap.
- Prof. Dr. Sugiyono. (2019). *Metode Penelitian Kualitatif, Kuantitatif, Dan R&D*.
- Sihite, E. C., Desryanto, N., & Prawiraatmaja, B. A. (2024). Analisis Aliran Daya Terminal Internasional Bandar Udara Internasional I Gusti Ngurah Rai Menggunakan Etap 19.0.1. *Jurnal Review Pendidikan Dan Pengajaran*, 7(2).
- Subhan, Fauzi, Murisal Asyadi, T., Muliadi, Syukri, & Masrurha, F. (2023). Analisa Perbaikan Tegangan Ujung Pada Jaringan Distribusi 20 Kv Di Gh Tangse Ulp Beureunuen.
- Widiarto, H., & Arnas, Y. (2024). Rancangan Alat Moitoring Pemakaian Daya Listrik 3 Phase Berbasis Internet Of Things Menggunakan Aplikasi Blynk. *Jurnal Review Pendidikan Dan Pengajaran*, 7.
- Zebua, O., Soedjarwanto, N., & Anggara, J. (2018). Monitoring Stabilitas Tegangan Pada Jaringan Distribusi Tegangan Rendah. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Elektro Terapan*.