Analisa Aliran Daya Sistem Tenaga Pada PT. Trias Sentosa Menggunakan Simulasi

Bahardimas Yanuar Ari Leksono [1], Misbahul Munir[2], Novian Patria Uman Putra[3], Trisna wati[4], Nasyith Hananur Rohiem[5], Ilmiatul Masfufiah[6]

Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya[1,2,3,4,5,6]
e-mail: novian111190@itats.ac.id

ABSTRACT

A power flow analysis is a study that aims to obtain information on the electrical network system. production development of PT. Trias Sentosa, Tbk. very fast. Especially in the production section, there are always additions and updates to machines, so the burden that is borne will also increase. As a result, in carrying out their duties, the machines will always experience malfunctions or errors. To minimize these conditions, it is necessary to have a power flow analysis in order to review the condition of the electric power system. The benefit of this power flow analysis is that it can determine the condition of an unbalanced load. In research that uses manual calculations and calculations on this ETAP, using the current equation method to get the results of the power flow analysis. case studies of monitored power flow analysis in the form of voltage profiles, output power, input power, transformer loading, power loss values, voltage drop values, and load imbalance values.

Kata kunci: *malfunction, ETAP, power losses, drop voltage*

ABSTRAK

Analisa aliran daya merupakan sebuah studi yang bertujuan untuk mendapatkan informasi pada sistem jaringan listrik. Perkembangan produksi PT. Trias Sentosa, Tbk. Sangatlah pesat. Khususnya pada bagian produksi selalu ada penambahan dan pembaruan mesin, dengan begitu pasti beban yang ditanggung akan bertambah juga, akibatnya dalam menjalankan tugasnya mesin – mesin selalu mengalami malfungsi atau error. Untuk meminimalisir kondisi tersebut, perlu adanya analisa aliran daya agar dapat meninjau kondisi sistem tenaga listrik. Manfaat analisa aliran daya ini adalah dapat mengetahui kondisi beban yang tidak seimbang. Dalam penelitian yang menggunakan perhitungan manual dan perhitungan pada ETAP ini menggunakan metode persamaan arus untuk mendapatkan hasil analisa aliran daya. Studi kasus analisa aliran daya yang dipantau berupa profil tegangan, daya keluaran, daya input, pembebanan transformator, nilai rugi daya, nilai tegangan jatuh dan nilai ketidakseimbangan beban.

Kata kunci: malfungsi, ETAP, rugi daya, tegangan jatuh

PENDAHULUAN

PT. Trias Sentosa, Tbk menggunakan diagram segaris yang sudah dibuat dari awal pabrik berdiri sekitar tahun 1981. Namun saat ini pada kegiatan produksi selalu melakukan pengembangan dalam hal mesin produksi. Karena diagram segaris masih mengacu pada tahun 1981, akibatnya banyak mesin-mesin produksi yang tidak berjalan dengan sempurna, dan ada pula yang selalu mengalami masalah. Alasan Penulis untuk mengambil data penelitian dari PT Trias Sentosa, Tbk Waru Plant adalah kondisi beban yang tidak seimbang, penyebabnya ialah sering terjadi keadaan drop voltage, beban berupa mesin sinkron, dan adanya gangguan hubung singkat, akibatnya timbul nilai arus netral pada transformator. Pada analisa aliran daya dibawah ini akan menjelaskan analisa daya dengan kondisi beban tidak seimbang dengan menggunakan perhitungan manual dan perhitungan secara simulasi.

Analisa aliran daya ialah sebuah perhitungan untuk menentukan suatu nilai daya aktif dan reaktif. Oleh karena itu penelitian ini menggunakan perhitungan dengan menggunakan *software*. *Software* yang akan dipakai untuk menghitung analisa aliran daya ialah ETAP. Oleh sebab itu,

perlu dilakukan analisa pada aliran daya yang terhubung pada mesin produksi agar sesuai dengan kemampuan beban dan meminimalisir tegangan yang terbuang[1].

Perhitungan transien elektromagnetik, membutuhkan penggunaan solusi aliran beban tak seimbang multifase yang diikuti dengan solusi kondisi-mapan dengan model yang setara dialihkan ke domain waktu. Pembangkit terdistribusi dengan generalisasi untuk perangkat arbitrer dan topologi jaringan[2].

Faktor daya yang ditetapkan oleh PLN adalah sebesar 0.85 (85%). Ketika akan mencapai nilai tersebut perlu memasang kapasitor bank yang memiliki tujuan untuk memperbaiki nilai faktor daya. Faktor daya dapat meningkat bergantung dengan besar kapasitor yang dipasang dengan satuan (kVAR)[3].

TINJAUAN PUSTAKA

Analisa Daya Asimetri

Analisa daya pada komponen asimetri dengan komponen yang simetri memiliki perbedaan, perbedaan tersebut ditimbulkan oleh nilai arus dan tegangan tiap-tiap fasa dari komponen asimetri yang berbeda, sedangkan pada komponen simetri nilai arus dan tegangan tiap-tiap fasa dari komponen simetri yang sama. Persamaan 2.1 dibawah ini adalah suatu persamaan yang digunakan untuk mencari daya semu pada jaringan asimetri.

$$S_A = \sqrt{P^2 + Q^2 + N^2} \tag{2.1}$$

Keterangan:
S_A = Daya semu pada jaringan asimetri
P = Nilai daya aktif pada jaringan asimetri
Q = Nilai daya reaktif pada jaringan asimetri
N = Nilai daya nyata pada jaringan asimetri
Dari persamaan 2.2 nilai P diperoleh dari persamaan berikut ini

$$P = 3(V_0 I_0 \cos\varphi_0 + V_1 I_1 \cos\varphi_1 + V_2 I_2 \cos\varphi_2) \tag{2.2}$$

Pada penelitian berikut ini terdapat bebrapa persamaan untuk menentukan perhitungan aliran daya, persamaan-persamaan tersebut seperti dibawah ini:

$$S_i = P_i + jQ = (P_{Gi} - P_{Li}) + j(Q_{Gi} - Q_{Li}) \tag{2.3}$$

Dengan keterangan:

G = Generator ($S_{Gi} = P_{Gi} + jQ_{Gi}$) (2.4)

L = Load ($S_{Li} = P_{Li} + jQ_{Li}$) (2.5)

Persamaan diatas untuk menentukan total daya aktif dan daya reaktif dari generator maupun beban.

$$P_i - jQ_i = V_i * \sum_{k=1}^{n} V_{ik} \cdot Y_{ik} \tag{2.6}$$

Persamaan diatas digunakan untuk menghitung analisa sistem tenaga daya semu. Pada sistem analisa daya daya semu diatas, kita dapat memperoleh persamaan baru. Berikut ini adalah persamaan baru dari hasil persamaan sebelumnya:

$$P_i = \sum_{k=1}^{n} |V_i||V_k|[G_{ik}\cos(\theta_i - \theta_k) + B_{ik}\sin(\theta_i - \theta_k)] \tag{2.7}$$

$$Q_i = \sum_{k=1}^{n} |V_i||V_k|[G_{ik}\sin(\theta_i - \theta_k) + B_{ik}\cos(\theta_i - \theta_k)] \tag{2.8}$$

Persamaan diatas ialah persamaan yang digunakan untuk mencari nilai daya aktif dan reaktif menggunakan metode newton rhapson. Sedangkan untuk merubah nilai besaran sesungguhnya menjadi besaran p.u (per unit) ialah dengan cara

$$p.u. = \frac{Besaran\ sesungguhnya}{Besaran\ dasar\ yang\ berdimensi\ sama\ (Base)} \quad (2.9)$$

Persamaan dibawah ini adalah persamaan tentang rugi-rugi daya dan drop tegangan.

$$Ploss = In^2 x\ Rn \quad (2.10)$$

Dengan keterangan

Ploss = rugi-rugi daya dengan satuan watt

I = Arus yang disalurkan

R = tahanan saluran dengan satuan Ω/meter

Persamaan dibawah ini adalah persamaan dari mencari nilai *drop* tegangan (tegangan jatuh), persamaan dapat ditunjukkan dibawah ini:

$$Vdrop = I\ x\ Z \quad (2.11)$$

Dengan keterangan:

I = Arus yang disalurkan

Z = Impedansi saluran

$$\Delta V = Vs - Vr \quad (2.12)$$

Dengan keterangan:

ΔV = tegangan jatuh dalam satuan volt

Vs = tegangan kirim dengan satuan volt

Vr = tegangan terima dengan satuan volt

Persamaan dibawah ini untuk menentukan persentase nilai *drop* tegangan (tegangan jatuh), persamaan dapat ditunjukkan dibawah ini:

$$\Delta V\% = \frac{Vs-Vr}{Vr} x\ 100\% \quad (2.13)$$

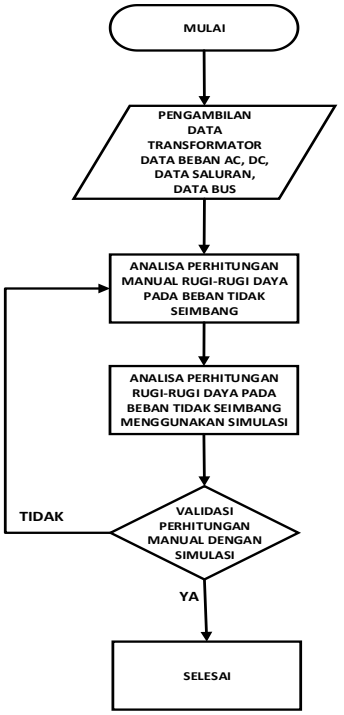
Dengan keterangan:

$\Delta V\%$ = tegangan jatuh dalam satuan persen (%)

Vs = tegangan kirim dengan satuan volt

Vr = tegangan terima dengan satuan volt[17]

METODE

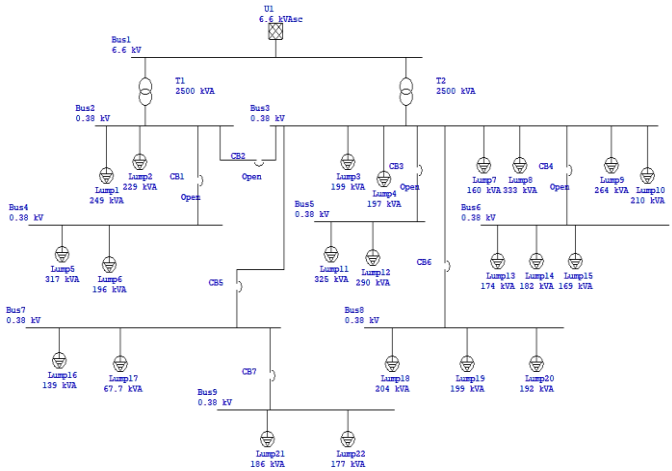


Gambar 2. Diagram alir Penelitian

Penelitian ini membahas mengenai Analisa aliran daya sistem tenaga pada pt. trias sentosa, tbk. menggunakan simulasi ETAP menggunakan proses perhitungan manual pada perhitungan rugi-rugi daya pada beban tidak setimbang dengan komparasi sistem menggunakan simulasi sebagai proses validasi perhitungan yang telah dilakukan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Diagram satu garis milik PT. Trias Sentosa, Tbk inilah yang dijadikan acuan oleh para mekanik dalam hal perbaikan ataupun penambahan beban yang baru. Pada gambar 3.3 dibawah ini adalah diagram satu garis sistem jaringan PT. Trias Sentosa, Tbk. yang mana terdapat 2 buah transformator didalamnya.



Gambar 3. *Single Line Diagram* Sistem

Pada analisa aliran daya pada beban tidak seimbang dengan perhitungan manual dapat menggunakan suatu persamaan. Persamaan yang digunakan untuk analisa aliran daya ini adalah persamaan (2.2), berikut ini adalah perhitungan manual untuk mencari nilai-nilai daya aktif dan daya reaktif

Tabel 1 Hasil analisa daya dengan menggunakan perhitungan manual

SALURAN	FASA	DAYA KIRIM		DAYA TERIMA	
		MW	Mvar	MW	Mvar
1	A	0.159	0.093	-0.159	-0.093
	B	0.161	0.094	-0.161	-0.095
	C	0.158	0.093	-0.158	-0.094
2	A	0.009	0.004	-0.009	-0.004
	B	0.011	0.006	-0.011	-0.006
	C	0.008	0.005	-0.008	-0.005
3	A	0.018	0.011	-0.018	-0.011
	B	0.019	0.013	-0.019	-0.013
	C	0.017	0.012	-0.017	-0.012
4	A	0.134	0.084	-0.134	-0.084
	B	0.137	0.086	-0.137	-0.086
	C	0.136	0.085	-0.136	-0.085
5	A	0.011	0.007	-0.011	-0.007
	B	0.012	0.008	-0.012	-0.008
	C	0.009	0.006	-0.009	-0.006
6	A	0.022	0.013	-0.022	-0.013
	B	0.023	0.014	-0.023	-0.014
	C	0.021	0.012	-0.021	-0.012

SALURAN	FASA	DAYA KIRIM		DAYA TERIMA	
		MW	Mvar	MW	Mvar
7	A	0.042	0.025	-0.042	-0.025
	B	0.043	0.026	-0.043	-0.026
	C	0.041	0.024	-0.041	-0.024
8	A	0.066	0.037	-0.066	-0.037
	B	0.068	0.039	-0.068	-0.039
	C	0.063	0.032	-0.063	-0.032
9	A	0.012	0.007	-0.012	-0.007
	B	0.016	0.011	-0.016	-0.011
	C	0.013	0.006	-0.013	-0.006

Analisa rugi- rugi daya dengan menggunakan perhitungan manual dengan menggunakan persamaan (2.3) untuk perhitungan rugi daya aktif dan pada persamaan (2.6) untuk perhitungan rugi daya reaktif. Berikut ini adalah perhitungan rugi-rugi daya pada sistem

Tabel 2 Hasil perhitungan manual rugi daya dan drop tegangan

BUS	FASA	V_{DROP}%	RUGI DAYA	
			kW	Kvar
1	A	0.796	0.478	0.257
	B	0.802	0.399	0.215
	C	0.798	0.346	0.186
2	A	0.799	0.375	0.264
	B	0.805	0.376	0.278
	C	0.799	0.374	0.252
3	A	0.799	0.371	0.245
	B	0.799	0.373	0.249
	C	0.795	0.372	0.237
4	A	0.797	0.376	0.207
	B	0.803	0.378	0.214
	C	0.802	0.375	0.201
5	A	0.803	0.377	0.251
	B	0.802	0.378	0.267
	C	0.805	0.376	0.244
6	A	0.797	0.372	0.213
	B	0.803	0.375	0.221
	C	0.799	0.373	0.211
7	A	0.798	0.374	0.234
	B	0.801	0.378	0.242

BUS	FASA	V_{DROP}%	RUGI DAYA	
			kW	Kvar
	C	0.794	0.373	0.226
8	A	0.8	0.372	0.216
	B	0.799	0.373	0.221
	C	0.799	0.375	0.209
9	A	0.799	0.376	0.224
	B	0.802	0.378	0.232
	C	0.798	0.375	0.214

Hasil analisa aliran daya menggunakan software ETAP

Tabel 3 Analisa aliran daya pada ETAP

BUS	FASA	DAYA KIRIM		DAYA TERIMA	
		MW	Mvar	MW	Mvar
1	A	0.161	0.097	-0.162	-0.100
	B	0.163	0.099	-0.164	-0.102
	C	0.160	0.098	-0.161	-0.101
2	A	0.011	0.006	-0.012	-0.007
	B	0.013	0.008	-0.014	-0.009
	C	0.010	0.007	-0.011	-0.008
3	A	0.020	0.013	-0.021	-0.014
	B	0.021	0.015	-0.022	-0.016
	C	0.019	0.014	-0.020	-0.015
4	A	0.136	0.086	-0.137	-0.087
	B	0.139	0.088	-0.014	-0.089
	C	0.138	0.087	-0.139	-0.088
5	A	0.013	0.009	-0.014	-0.010
	B	0.014	0.010	-0.015	-0.011
	C	0.011	0.008	-0.012	-0.009
6	A	0.020	0.011	-0.019	-0.010
	B	0.021	0.012	-0.020	-0.011
	C	0.019	0.010	-0.018	-0.009
7	A	0.044	0.027	-0.045	-0.028
	B	0.045	0.028	-0.046	-0.029
	C	0.043	0.026	-0.044	-0.027
8	A	0.068	0.039	-0.069	-0.040

BUS	FASA	DAYA KIRIM		DAYA TERIMA	
		MW	Mvar	MW	Mvar
	B	0.070	0.041	-0.071	-0.042
	C	0.065	0.034	-0.066	-0.035
	A	0.014	0.009	-0.015	-0.010
9	B	0.018	0.013	-0.019	-0.014
	C	0.015	0.008	-0.016	-0.009

Tabel 3 diatas adalah hasil perhitungan analisa daya pada beban tidak seimbang dari simulasi dengan menggunakan *software* ETAP dari masing-masing bus di sistem

Tabel 4 Analisa rugi daya dan drop tegangan menggunakan ETAP

BUS	FASA	V_{DROP}%	RUGI DAYA	
			kW	Kvar
1	A	0.791	0.480	0.264
	B	0.795	0.408	0.224
	C	0.792	0.354	0.191
2	A	0.795	0.383	0.268
	B	0.796	0.380	0.281
	C	0.794	0.382	0.259
3	A	0.791	0.378	0.252
	B	0.793	0.378	0.256
	C	0.792	0.380	0.241
4	A	0.796	0.379	0.214
	B	0.798	0.383	0.221
	C	0.795	0.383	0.207
5	A	0.797	0.380	0.258
	B	0.798	0.382	0.275
	C	0.796	0.380	0.251
6	A	0.792	0.380	0.222
	B	0.795	0.381	0.228
	C	0.793	0.379	0.212
7	A	0.794	0.382	0.241
	B	0.798	0.386	0.249
	C	0.793	0.375	0.232
8	A	0.792	0.380	0.223
	B	0.793	0.381	0.228
	C	0.795	0.383	0.212
9	A	0.796	0.383	0.231

BUS	FASA	V_{DROP}%	RUGI DAYA	
			kW	Kvar
	B	0.798	0.386	0.239
	C	0.795	0.383	0.216

Pada tabel 4 diatas adalah hasil analisa rugi-rugi daya dan *drop* tegangan dengan menggunakan *software* ETAP

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian analisa aliran daya pada PT Trias Sentosa dengan menggunakan software ETAP dapat disimpulkan bahwa :

1. Persentase rugi daya pada kondisi beban tidak seimbang memiliki toleransi 5% menurut peraturan dari SPLN tahun 2015
2. Pada analisa beban tidak seimbang, nilai drop tegangan dengan menggunakan perhitungan manual yang paling tinggi terletak pada bus 9 yaitu mencapai pada fasa a sebesar 0.796%, pada fasa b sebesar 0.798% sedangkan pada fasa c sebesar 0.795%
3. Pada analisa sistem jaringan dengan menggunakan perhitungan manual, nilai rugi daya paling rendah terletak pada bus 5 yaitu sebesar 0.715 kW pada fasa a, dan pada fasa b sebesar 0.728 kW, sedangkan pada fasa c ialah sebesar 0.705 kW. Untuk nilai rugi daya paling besar terletak pada bus 7 yaitu sebesar 0.784 kW pada fasa a, untuk fasa b sebesar 0.791 kW, sedangkan pada fasa c sebesar 0.765 kW.

DAFTAR PUSTAKA

[1]. N. Cahyo, “Analisa Aliran Daya Sistem Tenaga Listrik Pt. Indofood Cbp Sukses Makmur, Tbk Divisi Food Seasoning Semarang Menggunakan Etap 12.6.”

I. Kocar, U. Karaagac, J. Mahseredjian, And B. Cetindag, “Multiphase Load-Flow Solution And Initialization Of Induction Machines,” *Ieee Trans. Power Syst.*, Vol. 33, No. 2, Pp. 1650–1658, Mar. 2018,

[2]. [3] D. Effendi, *Analisa Tegangan Kedip Dan Perbaikan Kualitas Daya Listrik Di Pt. Trias Sentosa, Tbk. Plant Krian*. Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya, 2015.

[3]. M. Schonecker-Baubmann, “Reference Load For Power Analyzer Phase Adjustment And Calibration Up To 150 Khz,” *Ieee Trans. Instrum. Meas.*, Vol. 69, No. 7, Pp. 5058–5063, Jul. 2020, Doi: 10.1109/Tim.2019.2950605.

A. Pamungkas And S. Isnur Haryudo, “Studi Analisis Kerugian Daya Pada Jaringan Distribusi 20 Kv Penyulang Modo Area Bojonegoro Menggunakan Software Etap 12.6,” *J. Tek. Elektro*, Vol. 8, No. 2, 2019.

B. T. Aribowo, “Simulasi Dan Analisis Load Flow Sistem Interkoneksi Kalimantan Timur Menggunakan Software Etap 12.6,” P. 8, 2018.

[4]. U. Ilmi, “Studi Persamaan Regresi Linear Untuk Penyelesaian Persoalan Daya Listrik,” *J. Tek.*, Vol. 11, No. 1, Pp. 1083–1088, 2019

A. U. Ulya, “Analisis Dan Simulasi Pengaruh Pemasangan Capasitor Bank Untuk Perbaikan Faktor Daya Menggunakan Simulink Pada Sistem Tenaga Listrik Di Pt. Bogowonto Primalaras,” *Media Elektr.*, Vol. 12, No. 1, Pp. 1–11, 2019

[5]. D. Oleh, "Studi Aliran Daya Pada Sistem Tenaga Listrik Menggunakan Software Simulasi Di Pt Cemindo Gemilang Site Bayah," P. 13

[6]. E. Pradana And I. A. Raharjo, "Simulasi Aliran Daya Pada Sistem Tenaga Listrik Di Gardu Induk Gandul Pt. Pln (Persero) Menggunakan Software Matlab Power System Analysis Toolbox (Psat) 2.1. 7 Dengan Metode Newton Raphson," *J. Electr. Vocat. Educ. Technol.*, Vol. 5, No. 1, Pp. 14–20, 2020

[7]. N. H. Rohiem, A. Soeprijanto, O. Penangsang, N. P. U. Putra, R. Defianti, and T. Suheta, "Automatic Fault Location Identification and Isolation Method for Smart Distribution Network in Surabaya City," in Journal of Physics: Conference Series, 2021, vol. 2117, no. 1. doi: 10.1088/1742-6596/2117/1/012025.

[8]. N. P. U. Putra, N. H. Rohiem, A. B. al Fahri, A. Soeprijanto, and D. F. U. Putra, "Energy Transaction Management in Radial Distribution Networks Considering the Effect of PV, Load and Power Quality," 2020. doi: 10.1109/ICSECC51444.2020.9557458.

[9]. D. F. U. Putra, A. Soeprijanto, O. Penangsang, R. Delfianti, N. H. Rohiem, and N. P. U. Putra, "Increased Resilience Using Close Loop Renewable Microgrids in the Surabaya Distribution System as a Self-Healing Application," in Journal of Physics: Conference Series, 2021, vol. 2117, no. 1. doi: 10.1088/1742-6596/2117/1/012026.