

Analisis Sistem Aliran Daya Dengan Menggunakan Aplikasi *Digsilent Powerfactory*

Maden Nolis Nani M¹

¹Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman
e-mail : madennolis@gmail.com

Submitted : 29 Mei 2023

Accepted: 07 Desember 2024

Abstrak

Digsilent merupakan perangkat lunak yang sangat penting dalam industri tenaga listrik modern. Dengan menggunakan Digsilent PowerFactory, para insinyur dan profesional dapat melakukan analisis yang mendalam terhadap sistem tenaga listrik, termasuk analisis aliran daya, analisis short circuit, analisis kestabilan, dan banyak lagi. Perangkat lunak Digsilent PowerFactory menawarkan antarmuka pengguna yang intuitif dan fitur-fitur yang lengkap untuk menganalisis dan merancang sistem tenaga listrik. Dengan kemampuan yang kuat, PowerFactory memungkinkan pengguna untuk memodelkan dan mensimulasikan sistem tenaga listrik dengan presisi tinggi. Analisis aliran daya dengan Digsilent PowerFactory memberikan pemahaman mendalam tentang tegangan, arus, dan daya di berbagai komponen dalam sistem. Hal ini memungkinkan para insinyur untuk mengidentifikasi masalah beban berlebih, kehilangan daya, atau ketidakseimbangan dalam sistem, dan mengoptimalkan penggunaan daya secara efisien.

Kata Kunci: Digsilent, PowerFactory, analisis aliran daya, analisis short circuit

Abstract

Digsilent is a very important piece of software in the modern electric power industry. Using Digsilent PowerFactory, engineers and professionals can perform in-depth analysis of power systems, including power flow analysis, short circuit analysis, stability analysis, and more. The Digsilent PowerFactory software offers an intuitive user interface and comprehensive features to analyze and design electric power systems. With its powerful capabilities, PowerFactory enables users to model and simulate electric power systems with high precision. Power flow analysis with Digsilent PowerFactory provides in-depth understanding of voltage, current, and power across various components in a system. This enables engineers to identify problems of overload, power loss, or imbalance in the system, and optimize power usage efficiently.

Keywords: Digsilent, PowerFactory, power flow analysis, short circuit analysis

1. PENDAHULUAN

Digsilent adalah perangkat lunak yang digunakan untuk analisis sistem tenaga listrik. Dikembangkan oleh perusahaan perangkat lunak perencanaan tenaga listrik. Digsilent menyediakan platform yang kuat dan komprehensif untuk analisis sistem tenaga listrik yang meliputi analisis steady-state, analisis transien, analisis harmonik, dan analisis dinamik. Perangkat lunak ini memungkinkan insinyur tenaga listrik untuk memodelkan sistem tenaga listrik dengan akurat, menganalisis kinerja sistem, dan mengidentifikasi masalah potensial. Digsilent juga menawarkan berbagai analisis yang canggih, seperti analisis stabilitas sistem, analisis koordinasi proteksi, analisis kualitas daya, dan analisis harmonik. Ini memungkinkan insinyur untuk mengidentifikasi

masalah seperti gangguan sistem, kehilangan tegangan, atau resonansi harmonik yang dapat mempengaruhi kinerja sistem tenaga listrik. Selain itu, Digsilent juga menyediakan antarmuka yang intuitif dan mudah digunakan, dengan berbagai alat visualisasi seperti grafik, diagram aliran daya, dan tabel data. Hal ini memungkinkan pengguna untuk menganalisis dan memahami data sistem dengan lebih baik. Dalam industri tenaga listrik yang terus berkembang dan kompleks, Digsilent telah menjadi alat yang sangat berharga bagi insinyur tenaga listrik untuk melakukan perencanaan, pengujian, dan pemecahan masalah sistem tenaga listrik. Dengan menggunakan Digsilent, insinyur dapat meningkatkan efisiensi, keandalan, dan keamanan sistem tenaga listrik secara keseluruhan.

2. METODE PENELITIAN

Pada kali ini akan dijelaskan tentang data rancangan pengamatan dan juga mengenai gambar rancangan yang akan dibuat.

Data Rancangan Pengamatan

Data Rancangan Pengamatan Laporan Operasi Sistem Tenaga Listrik Analisis Aliran Daya dan Short Circuit Pada Saluran Menggunakan Digsilent Powerfactory adalah sebagai berikut:.

Tabel 1 Synchronous Machine

SYNCHRONOUS MACHINE			
Basic Data			
Name		Generator	Motor
Basic Data Type	Nominal	10 MVA	1 MVA
	Apparent Power		
	Nominal Voltage	3.3 kV	6.6 kV
	Power Factor	0.85	0.6
	Connection	YN	YN
Load Flow Type	Xd	2 p.u.	
	Xq	2 p.u.	
	X0	0.1 p.u.	
	R0	0 p.u.	
	X2	0.2 p.u.	
	R2	0 p.u.	
	Min Reactive Power Limits	2 MVAR	-10 MVAR
	Max Reactive Power Limits	4 MVAR	20 MVAR
Generator/Motor		Generator	Motor
Parallel Machine		1	1
Load Flow			
Corresponding Bus Type	Slack		
Mode of Local Voltage Controller	Voltage		Power Factor
Input Mode	P cos (phi)		P cos (phi)
Active Power	10 MW		0.5 MW
Power Factor	0.85 ind		1 ind
Voltage	1 p.u.		
Min Reactive Power Operational Limits	0.1 p.u.		-1 p.u.
Max Reactive Power Operational Limits	0.4 p.u.		1 p.u.
Min Active Power Operational Limits	0 MW		0 MW
Max Active Power Operational Limits	17 MW		99 MW

Max Active Power Rating	8.5 MW	125 MW
-------------------------	--------	--------

Tabel 2 Transformer

TRANSFORMER		
	TR-1	TR-2
Basic Data Type		
Rated Power	20 MVA	15 MVA
Nominal Frequency	50 Hz	50 Hz
Rated Voltage	3.3/10 kV	10/6.6 kV
Vector Group	Dyn 5	Dyn 6
SC Volatge uk	4%	8%
Ratio X/R	3.75	3.75
SC Volatege uk0	4%	4%
SHC Volatge uk0	2.36%	2.36%
Load Flow Type		
Impedance No Load Current	0.21%	0.11%
Impedance No Load Losses	13 kW	5.45 kW
Additional Voltage Per Tap	2.5%	2.5%
Min. Position	-2	-2
Max.Position	2	2

Tabel 3 Line

Line	
CBL_SS-03B	
Length Of Line	2KM
Basic Data Type	
Rated Voltage	10 kV
Rated Current	1 kA
Nominal Frequency	50 Hz
Cable	Overhead Line
Resistance R'	0.2162 Ohm/km
Reactance X'	0.3305 Ohm/km
Resistance R0'	0.3631 Ohm/km
Reaztance X0'	1,6180 Ohm/km
Load Flow Type	
Conductor Material	Alumunium

Tabel 1 General Load

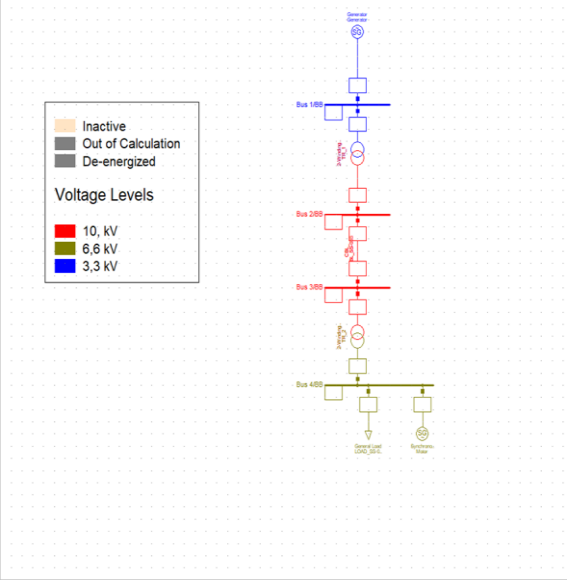
General Load	
LOAD-SS-05A-1	
Coeff aP	0

Coeff bP	0
Coeff aQ	0
Coeff bQ	0
Coeff e_aP	0
Coeff e_aP	0
Coeff e_bP	
Coeff e_cP	2
Coeff e_aQ	0
Coeff e_bQ	1
Coeff e_cQ	2

Input Mode	S cos (phi)
Apparent/Active Power	4 MVA
Power Factor	0.6 ind
Voltage	1 p.u

Rancangan Pengamatan

Gambar Rancangan Laporan Operasi Sistem Tenaga Listrik Analisis Aliran Daya dan Short Circuit Pada Saluran Menggunakan Digsilent Powerfactory adalah sebagai berikut:
Gambar Rancangan Pengamatan



Gambar 1. Sistem Tenaga Listrik

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Hasil Pengamatan

Data hasil pengamatan Laporan Operasi Sistem Tenaga Listrik Analisis Aliran Daya dan Short Circuit Pada Saluran Menggunakan Digsilent Powerfactory adalah sebagai berikut:

Tabel 5 Busbar Terminal

Rated Voltage		Bus-Voltage			Active Power	Reactive Power	Power Factor	Current	Loading
[kV]	[p.u.]	[kV]	[deg]	[MW]	[Mvar]	[-]	[kA]	[%]	
Bus 1/BB									
3,30	1,00	3,30	0,00						
Cub_3/Asm		Generator			1,93	3,39	0,49	0,68	39,07
Cub_4/Sym		2-Winding Transformer			1,93	3,39	0,49	0,68	19,53

Bus 2/BB									
10,00	0,99	9,93	149,78						
Cub_2/Lne	CBL_			1,93	3,39	0,50	0,23	22,55	
Cub_3/Tr2	2-Winding Transformer			-1,93	-3,39	-0,50	0,23	19,53	
Bus 3/BB									
20,00	0,99	9,89	150,20						
Cub_1/Lne	CBL_			-1,90	-3,36	-0,49	0,23	22,55	
Cub_2/Tr2	2-Winding Transformer			1,90	3,36	0,49	0,23	234,39	

Bus 4/BB									
20,00	6,60	1,44	9,53						
Cub_2/Sym	Synchronous Machin			0,50	-0,00	1,00	0,03	49,99	
Cub_3/Lod	General Load			2,40	3,20	0,60	0,24		
Cub_1/Tr2	2-Winding Transformer			-1,90	-3,20	-0,51	0,23	234,39	

Tabel 6 Total Summary

No. of Substation: 0	No. of Busbars: 4	No. of Terminals 0	
No. of 2-w Trfs: 2	No. of 3-w Trfs: 0	No. of syn. Machines:2	
No. of Loads: 1	No. of Shunt: 0	No. of SVS: 0	
Generation	2,43 MW	3,39 Mvar	4,18 MVA
External Infeed	0,00 MW	0,00 Mvar	0,00 MVA
Load P (U)	2,40 MW	3,20 Mvar	4,00 MVA
Load P (Un)	2,40 MW	3,20 Mvar	4,00 MVA
Load P (Un-U)	0,00 MW	0,00 Mvar	
Motor Load	0,00 MW	0,20 Mvar	0,00 MVA
Grid Losses	0,03 MW	0,00 Mvar	
Line Charging		0,00 Mvar	
Compensation ind.		0,00 Mvar	
Compensation cap.		0,00 Mvar	
Installed Capacity	9,30 MW		
Spinning Reserve	7,73 MW		
Total Power Factor			
Generation	0,58 [-]		
Load/Motor	0,60/0,00 [-]		

Tabel 7 Grid Summary

No. of Substation: 0	No. of Busbars: 4	No. of Terminals 0
No. of 2-w Trfs: 2	No. of 3-w Trfs: 0	No. of syn. Machines: 2
No. of Loads: 1	No. of Shunt: 0	No. of SVS: 0

Generation	2,43 MW	3,39 Mvar	4,18 MVA
External Infeed	0,00 MW	0,00 Mvar	0,00 MVA
Inter Grid Flow	0,00 Mw	0,00 Mvar	
Load P (U)	2,40 MW	3,20 Mvar	4,00 MVA
Load P (Un)	2,40 MW	3,20 Mvar	4,00 MVA
Load P (Un-U)	0,00 MW	0,00 Mvar	
Motor Load	0,00 MW	0,20 Mvar	0,00 MVA
Grid Losses	0,03 MW	0,00 Mvar	
Line Charging		0,00 Mvar	
Compensation ind.		0,00 Mvar	
Compensation cap.		0,00 Mvar	
Installed Capacity	9,30 MW		
Spinning Reserve	7,73 MW		
Total Power Factor			
Generation	0,58 [-]		
Load/Motor	0,60/0,00 [-]		

Tabel 8 Edge Elements

Name	Type	Loading [%]	Busbar	Active Power [MW]	Reactive Power [Mvar]	Power Factor [-]	Current	
							[kA]	[p.u.]
General Load	Lod		Bus 4/BB	2,400	3,200	0,60	0,242	0,693
Generator	Sym	39,07	Bus 1/BB	1,933	3,395	0,49	0,683	0,391
Synchronous Machine	Sym	49,99	Bus 4/BB	0,500	-0,000	1,00	0,030	0,315
CBL	Lne	22,55	Bus 2/BB	1,933	3,364	0,50	0,226	0,266
			Bus 3/BB	-1,900	-3,364	-0,49	0,226	0,266
2-Winding Transformer	Tr2	19,53	Bus 2/BB	-1,933	-3,364	-0,50	0,226	0,195
			Bus 1/BB	1,933	3,395	0,49	0,683	0,195
2-Winding Tranformer	Tr2	234,39	Bus 3/BB	1,900	3,364	0,49	0,226	2,344
			Bus 4/BB	-1,900	-3,200	-0,51	0,226	2,344

Analisis Data

Adapun analisis data yang didapatkan dari perhitungan daya aktif dan daya reaktif, Sebagai berikut ;

Perhitungan Daya Aktif

$P = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos \Phi$

$P = \sqrt{3} \times 9.53 \times 0.242 \times 0,60$

$P = 2.39 \text{ MW}$

1. Generator

$P = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos \Phi$

$P = \sqrt{3} \times 3.30 \times 0.683 \times 0,49$

$P = 2.39 \text{ MW}$

$P = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos \Phi$

$P = \sqrt{3} \times 9.53 \times 0.030 \times 1$

$P = 2.39 \text{ MW}$

$P = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos \Phi$

$P = \sqrt{3} \times 9.89 \times 0,226 \times 0.50$

$P = 2.39 \text{ MW}$

$P = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos \Phi$

$P = \sqrt{3} \times 9.53 \times 0.226 \times 0,49$

$P = 2.39 \text{ MW}$

Perhitungan Daya Reaktif

$Q = \sqrt{3} \times V \times I \times \sin \Phi$

$Q = \sqrt{3} \times 9.53 \times 0.242 \times \sin 53.13$

$Q = 3.19 \text{ MW}$

$Q = \sqrt{3} \times V \times I \times \sin \Phi$

$Q = \sqrt{3} \times 3.30 \times 0.683 \times \sin 60.65$

$Q = 3,40 \text{ MW}$

$Q = \sqrt{3} \times V \times I \times \sin \Phi$

$Q = \sqrt{3} \times 9.53 \times 0.030 \times \sin 0$

$Q = 0 \text{ MW}$

$Q = \sqrt{3} \times V \times I \times \sin \Phi$

$Q = \sqrt{3} \times 9.89 \times 0,226 \times \sin 60$

$Q = 3.35 \text{ MW}$

$Q = \sqrt{3} \times V \times I \times \sin \Phi$

$Q = \sqrt{3} \times 9.53 \times 0.226 \times \sin 60.65$

$Q = 3.25 \text{ MW}$

2. PEMBAHASAN

Perhitungan Daya Aktif (P) $P = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos \Phi$
Perhitungan Daya Reaktif (Q): $Q = \sqrt{3} \times V \times I \times \sin \Phi$
Di sini, P adalah daya aktif, Q adalah daya reaktif, V adalah tegangan, I adalah arus, $\cos \Phi$ adalah faktor daya kosinus, dan $\sin \Phi$ adalah faktor daya sinus. Berikut adalah hasil perhitungan daya aktif dan reaktif untuk komponen-komponen dalam sistem tenaga listrik yang disebutkan General Load: Daya Aktif (P) = 2.39 MW, Daya Reaktif (Q) = 3.19 MW. Generator Daya Aktif (P) = 2.39 MW, Daya Reaktif (Q) = 3.40 MW, Synchronous Machine Daya Aktif (P) = 2.39 MW, Daya Reaktif (Q) = 0 MW 2-Winding Transformer (1) Daya Aktif (P) = 2.39 MW, Daya Reaktif (Q) = 3.35 MW 2-Winding Transformer (2) Daya Aktif (P) = 2.39 MW Daya Reaktif (Q) = 3.25 MW Perlu diperhatikan bahwa faktor daya ($\cos \Phi$ atau $\sin \Phi$) digunakan untuk menghitung daya aktif atau reaktif tergantung pada jenis komponen dan kondisi operasi. Faktor daya yang digunakan bergantung pada sudut fase (Φ) yang sesuai dengan komponen tersebut. Dalam contoh ini, faktor daya untuk General Load, Generator, dan 2-Winding Transformer (2) diberikan dalam bentuk angka desimal, sedangkan faktor daya untuk Synchronous Machine dan 2-Winding Transformer (1) diberikan dalam bentuk sudut fase dalam satuan derajat. Hasil perhitungan daya aktif dan reaktif untuk komponen-komponen dalam sistem tenaga listrik tersebut memberikan informasi penting tentang kontribusi masing-masing komponen terhadap beban jaringan. Daya aktif menggambarkan jumlah daya yang benar-benar digunakan untuk melakukan kerja dalam sistem, sedangkan daya reaktif mengindikasikan perpindahan daya antara elemen-elemen dalam sistem tanpa melakukan kerja yang berguna. Dalam perhitungan tersebut, terdapat variasi daya aktif dan reaktif antara komponen-komponen, tergantung pada tegangan, arus, dan faktor daya yang digunakan dalam rumus perhitungan. Hal ini menunjukkan perbedaan karakteristik dan respons sistem yang dimiliki oleh masing-masing komponen. Dengan memahami daya aktif dan reaktif dari komponen-komponen dalam sistem, para insinyur tenaga listrik dapat melakukan perencanaan yang efisien dalam membangun, mengoperasikan, dan memelihara jaringan listrik. Informasi ini juga membantu dalam mengoptimalkan kinerja sistem, mencegah kerugian

daya yang tidak perlu, dan meningkatkan efisiensi energi.

4. KESIMPULAN

Adapun Kesimpulan dari Laporan Operasi Sistem Tenaga Listrik Analisis Aliran Daya dan Short Circuit Pada Saluran Menggunakan Digsilent Powerfactory adalah:

1. Digsilent PowerFactory memberikan kemampuan yang kuat untuk melakukan analisis aliran daya dalam sistem tenaga listrik.
2. Hasil analisis aliran daya memberikan informasi tentang tegangan, arus, dan daya aktif serta reaktif di berbagai komponen dalam sistem.
3. Dengan menggunakan PowerFactory, dapat diidentifikasi beban yang mengalami kelebihan daya atau kondisi tegangan yang tidak diinginkan.
4. Perencanaan dan pengoptimalan sistem dapat dilakukan berdasarkan hasil analisis aliran daya untuk meningkatkan efisiensi dan kinerja sistem tenaga listrik.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Trimakasih buat semua teman teman saya yang sudah membantu dalam pembuatan jurnal ini sekian dan terima kasih sampai berjumpa di lain waktu

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Christine, 2015 Analisa Interkoneksi Sistem Menggunakan Digsilent (Studi Kasus Pltu Pulang Pisau Kalimantan Tengah). Jurnal Sutet, Vol.5(1)
- [2] Yodiawan, Revandy Radik, 2021 Perbaikan Drop Tegangan 150kV Gardu Induk Segoromadu Dengan Software Digsilent. Undergraduate, Thesis, Universitas Muhammadiyah Gresik
- [3] Ramlan Syadidan, Ulinnuha Latifa, 2023, Analisa Aliran Beban Sistem Tenaga Listrik Pada Power Plant Ambon Menggunakan ETAP 19.1
- [4] Marceau A F Haurissa, 2023, Simulasi Aliran Daya Berbasis Etap Menggunakan Metode Newtonraphson Pada Jaringan Distribusi

20kv Penyulang Lateri 2 Dan Lateri 3, Jurnal
Mahasiswa Teknik Informatik,

- [5] Citra Candranurani, Rizki Firmansyah Setya Budi, Sahala M. Lumbanraja, 2015 Analisis Aliran Daya Untuk Penentuan Lokasi Penyaluran Daya Pltn Pada Sistem Kalimantan Barat, Jurnal Pengembangan Energi Nuklir Volume 17, Nomor 1

- [6] Martunis, Muliadi, Fadli, Aditya Chandra, 2023, Studi Aliran Daya Pada Penyulang GH-06 PT. PLN (Persero) Rayon Lancang Garam Lhokseumawe, Aceh Journal of Electrical Engineering and Technology Volume 3 Nomor 1