

# ANALISA JATUH TEGANGAN DAN RUGI RUGI DAYA PADA PENYULANG MALEO DI PT. PLN (PERSERO) RAYON JAYAPURA

Oktavianus Kati<sup>1</sup>

<sup>1)</sup> Teknik Elektro, Universitas Cenderawasih, Indonesia  
email: oktavianuskati26@gmail.com

## Info Artikel

Histori Artikel:  
Diterima Jan 10, 2024  
Direvisi Jan 27, 2024  
Disetujui Jan 30, 2024

## ABSTRACT

*The purpose of this research is to analyze the voltage drop and power losses of the 20 kV distribution network in the Jayapura City network system at the Maleo feeder. The method used is calculation and simulation based on the collected data, as well as simulation using ETAP 16.0.0. These results were then analyzed for voltage drop and power losses.*

*The results show the largest voltage drop of 27.9279 V on the M12UB bus or A3CS branch (402.23 m). Meanwhile, the largest power loss is on the M12UB bus or A3CS branch (402.23 m) with a real power loss of 3.31147 kW and a reactive power loss of 7.80914 kVAr. The total calculated power losses are 7.2964 kW and 13.4762 kVAr. Meanwhile, the simulation results show total power losses of 6.58052 kW and 12.14672 kVAr. The use of AAACS conductors results in greater voltage losses and power losses compared to MVTIC (Twisted) and SKTM (Ground Cable) type conductors.*

**Keywords:** short circuit, voltage dip, power loss

---

## ABSTRAK

*Tujuan dari Penelitian ini adalah melakukan analisis jatuh tegangan dan rugi-rugi daya jaringan distribusi 20 kV pada sistem jaringan Kota Jayapura pada penyulang Maleo. Metode yang digunakan adalah dengan cara melakukan perhitungan dan simulasi berdasarkan data yang dikumpulkan, serta simulasi menggunakan ETAP 16.0.0. Hasil ini kemudian dianalisa jatuh tegangan dan rugi-rugi daya.*

*Hasil memperlihatkan jatuh tegangan terbesar yaitu 27,9279 V pada bus M12UB atau branch A3CS (402,23 m). Sedangkan rugi daya terbesar yaitu pada bus M12UB atau branch A3CS (402,23 m) dengan rugi daya nyata sebesar 3,31147 kW dan rugi daya reaktif 7,80914 kVAr. Total rugi daya hasil perhitungan adalah 7,2964 kW dan 13,4762 kVAr. Sedangkan hasil simulasi memperlihatkan total rugi daya sebesar 6,58052 kW dan 12,14672 kVAr. Penggunaan penghantar AAACS menghasilkan rugi tegangan dan rugi daya yang lebih besar dibandingkan dengan penghantar jenis MVTIC (Twisted) dan SKTM (Kabel Tanah).*

**Kata kunci:** penghantar saluran, jatuh tegangan, rugi daya

---

## Penulis Korespondensi:

Oktavianus Kati  
Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik,  
Universitas Cenderawasih,  
Email: oktavianuskati26@gmail.com

## 1. PENDAHULUAN

Jatuh tegangan adalah berkurangnya nilai tegangan akibat pembebanan dan penghantar pada titik beban dibandingkan tegangan nominal yang seharusnya sedangkan rugi daya atau energi adalah energi yang hilang karena ada tekanan atau resistansi dari sistem jaringan dan transformator. Perusahaan umum listrik negara adalah satu perusahaan yang diberi wewenang oleh pemerintah untuk menangani masalah kelistrikan, Kerugian atau daya yang hilang dapat mempengaruhi keseimbangan beban yang mengalir, dan kerugian yang sering dihadapi oleh masyarakat Jayapura adalah seringnya terjadi pemadaman, mengingat sistem jaringan Jayapura merupakan jaringan yang cukup lama seiring perkembangan ekonomi kota perlu peninjauan atau analisa kemampuan jaringan Jayapura. Dasar inilah sehingga penulis mengkaji dan Menganalisa rugi-rugi daya distribusi yang terjadi pada Penyulang Maleo di PT. PLN (PERSERO) Rayon Jayapura dengan Kriteria yang dijadikan acuan untuk Drop tegangan adalah Standar SPLN SPLN No.72 Tahun 1987 (halaman 6) yaitu Turun tegangan yang diperbolehkan pada JTM adalah 5 % dari tegangan kerja untuk sistem Radial diatas tanah.

Metode analisa perhitungan jatuh tegangan dapat disimulasikan menggunakan *software* ETAP 12.6.0 [3], dimana penelitian ini menghasilkan prosentase penurunan tegangan ujung sebelum uprating penghantar dan breakdown beban pada refiner PU.6 pada hasil pengukuran tegangan pada Beban Akhir sebesar 24,12%, tegangan pada Beban Tengah sebesar 18,09 % dan tegangan pada Beban Genap sebesar 12.06%.

Metode untuk memperkecil nilai losses dan drop tegangan terkecil juga dilakukan dengan metode pemindahan titik beban rekonfigurasi penyulang, khususnya dengan memindahkan sebagian beban dari Penyulang Gading ke Penyulang Sumber Glagah [4]. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rekonfigurasi menyebabkan pengurangan drop tegangan pada penyulang Sumber Glagah dan Gading, dengan nilai drop tegangan berkurang dari 0,264% menjadi 0,208%.

Berdasarkan latar belakang sebelumnya tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui jatuh tegangan dan rugi-rugi daya serta faktor-faktor

yang mempengaruhi jatuh tegangan dan rugi-rugi daya yang terjadi pada Penyulang Maleo di PT. PLN (Persero) Rayon Jayapura. Metode yang digunakan adalah menggunakan persamaan yang ada serta melakukan simulasi menggunakan *software* ETAP.

## 2. LANDASAN TEORI

### 2.1 Tegangan Jatuh (*Drop Voltage*)

Tegangan jatuh atau drop tegangan (*drop voltage*) atau juga rugi tegangan adalah perbedaan tegangan kirim dan tegangan terima karena adanya impedansi pada penghantar.

Faktor – faktor yang mempengaruhi nilai tegangan jatuh, adalah:

- Panjang dari kabel penghantar, semakin panjang kabel semakin besar nilai tegangan jatuhnya;
- Luas penampang penghantar, luas penampang kabel yang besar (diameter) akan memiliki nilai tegangan jatuh yang lebih kecil dibandingkan dengan kabel yang mempunyai luas penampang yang lebih kecil pada panjang kabel yang sama;
- Resistivitas atau tahanan jenis dari konduktor penghantar;
- Besar nilai arus, semakin besar nilai arus, maka akan semakin turun nilai dari tegangan.

Pengaturan tegangan dan turun tegangan [7], yaitu:

- Turun Tegangan pada JTM dibolehkan 2% dari tegangan kerja sebagaimana tercantum pada ayat 22 bagi sistem yang tidak memanfaatkan STB yaitu sistem spindel dan gugus, 5% dari tegangan kerja bagi sistem yang memanfaatkan STB yaitu sistem radial diatas tanah dan sistem simpul.
- Turun tegangan pada transformator distribusi dibolehkan 3% dari tegangan kerja.

Adapun rumus tegangan jatuh adalah:

$$\Delta V_{1 \text{ fasa}} = I . (R . \cos \theta + X \sin \theta) . L \dots\dots\dots (1)$$

$$\Delta V_{3 \text{ fasa}} = \sqrt{3} . I . (R . \cos \theta + X \sin \theta) . L \dots\dots\dots (2)$$

dimana:

$\Delta V$  = Jatuh Tegangan/rugi tegangan (V)

$I$  = Besar arus (A)

$L$  = Panjang kabel penghantar (m)

$\cos \theta$  = Faktor daya

$\sin \theta$  = Faktor daya  
 $R$  = Resistansi Penghantar ( $\Omega/\text{km}$ )  
 $X$  = Reaktansi Penghantar ( $\Omega/\text{km}$ )

Persentase Rugi Tegangan pada Ujung Jaringan:

$$V_{drop\ ujung} (\%) = \frac{V_s - V_r}{V_s} \dots\dots\dots (3)$$

dimana:

$V_{drop\ ujung}$  = Jatuh Tegangan (V)  
 $V_r$  = Tegangan ujung (V)  
 $V_s$  = Tegangan pangkal (V)

## 2.2 Daya

Daya adalah laju sebuah energi yang berubah dari satu bentuk ke bentuk yang lainnya. Daya diperoleh dari adanya tegangan diantara sebuah elemen yang dilalui oleh arus. Daya disimbolkan dengan P. Besarnya daya dapat dinyatakan dalam satuan Watt (W). Daya listrik merupakan hasil perkalian antara tegangan (V) dan arus (I).

Daya listrik dapat dinyatakan dengan:

$$S = V \cdot I \dots\dots\dots (1)$$

$$P = V \cdot I \cdot \cos \theta \dots\dots\dots (2)$$

$$Q = V \cdot I \cdot \sin \theta \dots\dots\dots (3)$$

Arus fasa (beban) suatu penghantar dapat dinyatakan dengan:

$$I_{fasa} = \frac{S_{3fasa}}{\sqrt{3} \cdot V_{L-L}} \dots\dots\dots (4)$$

dimana:

$S$  = Daya Semu (VA)  
 $P$  = Daya Nyata (W)  
 $Q$  = Daya Reaktif (VAr)  
 $V_{L-L}$  = Tegangan fasa ke fasa (V)

## 2.3 Rugi Daya

Rugi daya adalah hilangnya daya listrik akibat tahanan atau resistansi pada penghantar atau konduktor. Rugi daya juga dapat diartikan sebagai selisih antara daya yang dikirim dengan daya yang diterima oleh beban (konsumen).

Besarnya rugi daya aktif ( $\Delta P$ ) dapat dirumuskan dengan persamaan:

$$\Delta P_{1\ fasa} = I_{fasa}^2 \times R \times L \dots\dots\dots (5)$$

$$\Delta P_{3\ fasa} = 3 \times I_{fasa}^2 \times R \times L \dots\dots\dots (6)$$

Besarnya rugi daya reaktif ( $\Delta Q$ ) dapat dirumuskan dengan persamaan:

$$\Delta Q_{1\ fasa} = I_{fasa}^2 \times X \times L \dots\dots\dots (7)$$

$$\Delta Q_{3\ fasa} = 3 \times I_{fasa}^2 \times X \times L \dots\dots\dots (8)$$

## 2.4 Electric Transient and Analysis Program (ETAP)

Perangkat lunak ETAP merupakan suatu perangkat lunak yang mendukung sistem tenaga listrik. Perangkat ini mampu bekerja dalam keadaan offline untuk simulasi tenaga listrik, online untuk pengelolaan data real-time atau digunakan untuk mengendalikan sistem secara realtime. Fitur yang terdapat di dalamnya pun bermacam-macam antara lain fitur yang digunakan untuk menganalisa pembangkitan tenaga listrik, sistem transmisi maupun sistem distribusi tenaga listrik.

Analisa tenaga listrik yang dapat dilakukan ETAP antara lain:

- a. Analisa aliran daya (*Load Flow*);
- b. Analisa hubung singkat (*Short Circuit*);
- c. Arc Flash Analysis
- d. Analisa kestabilan transien. dll.

ETAP memiliki 2 macam standar yang digunakan untuk melakukan analisa kelistrikan, ANSI dan IEC, Pada dasarnya perbedaan yang terjadi di antara kedua standar tersebut adalah frekuensi yang digunakan, yang berakibat pada perbedaan spesifikasi peralatan yang sesuai dengan frekuensi tersebut. Simbol elemen listrik yang digunakan dalam analisa dengan menggunakan ETAP pun berbeda ANSI adalah Amerika yang berarti 60 Hz dan IEC adalah Eropa yang berarti 50 Hz yaitu sesuai dengan frekuensi yang dipakai oleh Indonesia.

## 2. 3. METODOLOGI

Dalam rangka untuk mencapai tujuan dari penelitian ini, maka diperlukan data-data yang lengkap berupa data *Single Line* Penyulang Maleo, data jumlah dan kapasitas transformator distribusi, data *tagging* lokasi dan jarak/panjang penghantar antar beban, dan data impedansi setiap penghantar yang digunakan. Data-data tersebut kemudian diolah untuk menghitung jatuh tegangan serta rugi daya pada penyulang dengan setiap penghantar menggunakan persamaan yang ada, kemudian dibandingkan dengan hasil simulasi menggunakan perangkat lunak Etap 16.0.0.



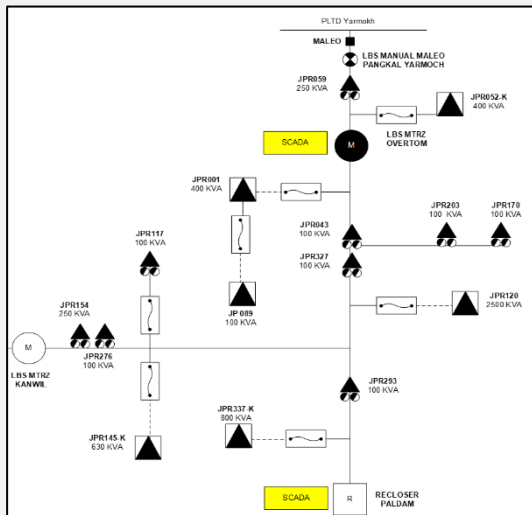
Gambar 1. Diagram alir penelitian

Gambar 1 memperlihatkan diagram alir prosedur penelitian.

Perhitungan dan simulasi dilakukan dengan skenario arus pembebanan 85% dari kapasitas terpasang transformator distribusi untuk mengetahui nilai jatuh tegangan dan rugi daya.

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Data



Gambar 2. Single Line Diagram Penyulang Maleo

Gambar 2 memperlihatkan diagram satu garis saluran dan posisi transformator distribusi pada penyulang Maleo. Adapun data penghantar dan impedansi penghantar serta

transformator distribusi pada penyulang Maleo dapat dilihat pada tabel 1 dan tabel 2.

Tabel 1 Data Impedansi Penghantar

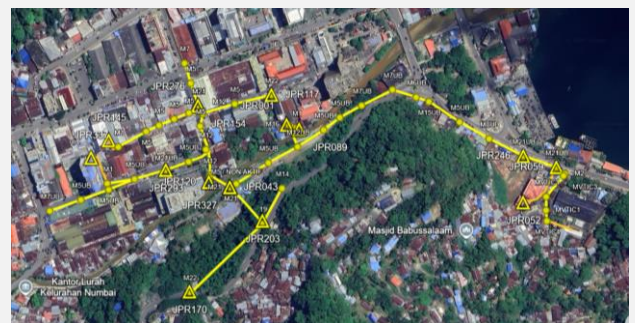
Jenis Penghantar	Impedansi Urutan Positif ( $Z_1$ )		Impedansi Urutan Nol ( $Z_0$ )	
	R	$jX$	R	$jX$
SKTM 3x240	0,098	0,120	0,245	0,300
MVTIC 3x150	0,265	0,130	0,663	0,325
AAACS 3x150	0,134	0,316	0,282	1,603

Sumber: PT. PLN ULP Jayapura

Tabel 2 Transformator Distribusi Penyulang Maleo

No.	Kode Gardu	Daya Terpasang (KVA)	Pembebanan 85% (kVA)	Arus Beban (A)
1	JPR 059	250	212,5	6,134
2	JPR 052-K	400	340,0	9,815
3	JPR 246	200	170,0	4,907
4	JPR 001	400	340,0	9,815
5	JPR 089	100	85,0	2,454
6	JPR 043	100	85,0	2,454
7	JPR 203	100	85,0	2,454
8	JPR 170	100	85,0	2,454
9	JPR 327	100	85,0	2,454
10	JPR 120	2500	2125,0	61,343
11	JPR 293	100	85,0	2,454
12	JPR 337-K	800	680,0	19,630
13	JPR 117	100	85,0	2,454
14	JPR 145-K	630	535,5	15,459
15	JPR 276	276	234,6	6,772
16	JPR 154	250	212,5	6,134

Sumber: PT. PLN ULP Jayapura



Gambar 3 Data view satelit tagging Penyulang

Gambar 3 memperlihatkan data hasil tagging transformator dan Saluran Tegangan



Untuk perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada tabel 4 berikut.

**Tabel 4** Hasil Perhitungan Jatuh Tegangan

Branch ID	Arus (A)	Impedansi		L (kms)	$\Delta V$ (volt)
		R	X		
SKTM (41,23 m)	156,83	0,098	0,12	0,04123	<b>1,6398</b>
MVTIC (83,58 m)	156,83	0,265	0,13	0,08358	<b>6,6664</b>
A3CS (16,42 m)	156,83	0,134	0,316	0,01642	<b>1,2494</b>
SKTM (81,14 m)	9,82	0,098	0,12	0,08114	<b>0,2020</b>
A3CS (54,30 m)	140,88	0,134	0,316	0,0543	<b>3,7115</b>
A3CS (402,24 m)	135,97	0,134	0,316	0,40224	<b>26,5361</b>
A3CS (37,40 m)	12,27	0,134	0,316	0,0374	<b>0,2226</b>
SKTM (1,98 m)	9,82	0,098	0,12	0,00198	<b>0,0049</b>
A3CS (13,13 m)	2,45	0,134	0,316	0,01313	<b>0,0156</b>
SKTM (12,77 m)	2,45	0,098	0,12	0,01277	<b>0,0079</b>
A3CS (123,03 m)	123,70	0,134	0,316	0,12303	<b>7,3840</b>
A3CS (76,46 m)	4,85	0,134	0,316	0,07646	<b>0,1801</b>
A3CS (147,2 m)	2,40	0,134	0,316	0,1472	<b>0,1714</b>
A3CS (36,17 m)	114,05	0,134	0,316	0,03617	<b>2,0014</b>
SKTM (10,57 m)	61,20	0,098	0,12	0,01057	<b>0,1641</b>
A3CS (38,01 m)	52,85	0,134	0,316	0,03801	<b>0,9746</b>
A3CS (74,25 m)	22,08	0,134	0,316	0,07425	<b>0,7956</b>
A3CS(50,15 m)	19,63	0,134	0,316	0,05015	<b>0,4776</b>
AAACS (41,23 m)	19,63	0,134	0,316	0,04123	<b>0,3927</b>
SKTM (52,17 m)	19,63	0,098	0,12	0,05217	<b>0,2597</b>
A3CS (60,38 m)	30,77	0,134	0,316	0,06038	<b>0,9013</b>
A3CS (143,01 m)	15,46	0,134	0,316	0,14301	<b>1,0726</b>
SKTM (24,57 m)	15,46	0,098	0,12	0,02457	<b>0,0963</b>
A3CS (111,11 m)	2,40	0,134	0,316	0,11111	<b>0,1294</b>
A3CS (14,26 m)	12,91 6,77	0,134	0,316	0,01426	<b>0,0893</b>

Tabel 4 memperlihatkan jatuh tegangan pada setiap bus beban dimana jatuh tegangan terbesar adalah 26,5361 volt pada bus Cabang1 di tiang M12UB. Hal ini disebabkan arus yang masuk pada cabang tersebut cukup besar dan panjang penghantar cabang adalah 402,24 m.

Tabel 5 berikut memperlihatkan nilai tegangan dan persentase tegangan bus terhadap tegangan menengah 20 kV dimana terlihat bahwa pada ujung saluran nilai tegangan bus adalah 19.948,85 V (19,95 kV) atau 99,74%.

**Tabel 5** Nilai Tegangan Pada setiap Cabang

Branch ID	Arus beban (A)	$\Delta V$ (Volt)	Tegangan Kirim (Volt)	Tegangan Bus	
				(Volt)	%
SKTM (41,23 m)	156,83	1,6398	20000	19998,36	99,99
MVTIC (83,58 m)	156,83	6,6664	19998,36	19991,69	99,96
A3CS (16,42 m)	156,83	1,2494	19991,69	19990,44	99,95
SKTM (81,14 m)	9,82	0,2020	19990,44	19990,24	99,95
A3CS (54,30 m)	140,88	3,7115	19990,44	19986,73	99,93
A3CS (402,24 m)	4,91	0,0000	19990,44	19990,44	99,95
A3CS (37,40 m)	135,97	26,536	19986,73	19960,20	99,80
SKTM (1,98 m)	12,27	0,2226	19960,20	19959,97	99,80
A3CS (13,13 m)	9,82	0,0049	19959,97	19959,97	99,80
SKTM (12,77 m)	2,45	0,0156	19959,97	19959,96	99,80
A3CS (123,03 m)	2,45	0,0079	19959,96	19959,95	99,80
A3CS (76,46 m)	123,70	7,3840	19960,20	19952,81	99,76
A3CS (147,2 m)	4,85	0,1801	19952,81	19952,63	99,76
A3CS (36,17 m)	2,40	0,1714	19952,63	19952,46	99,76
SKTM (10,57 m)	114,05	2,0014	19952,81	19950,81	99,75
A3CS (38,01 m)	61,20	0,1641	19950,811 4	19950,65	99,75
A3CS (74,25 m)	52,85	0,9746	19950,81	19949,84	99,75
A3CS (50,15 m)	22,08	0,7956	19949,84	19949,04	99,75
AAACS (41,23 m)	19,63	0,4776	19949,04	19948,56	99,74
SKTM (52,17 m)	19,63	0,3927	19948,56	19948,17	99,74
A3CS (60,38 m)	19,63	0,2597	19948,17	19947,91	99,74
A3CS (143,01 m)	30,77	0,9013	19949,84	19948,94	99,74
SKTM (24,57 m)	15,46	1,0726	19948,94	19947,86	99,74
A3CS (111,11 m)	15,46	0,0963	19947,86	19947,77	99,74
A3CS (14,26 m)	12,91 6,77	0,0893	19948,94	19948,85	99,74

#### 4.2 Perhitungan Rugi Daya

Perhitungan Rugi daya dimulai dari beban ujung saluran salah satunya yaitu JPR145 yaitu sebagai berikut:

JPR145 - M1JPR145, dengan data arus beban 15,459 A, impedansi penghantar 0,098 + j 0,12 ohm/kms dan panjang penghantar 0,02457 kms, maka besarnya rugi daya nyata ( $\Delta P$ ) dapat dirumuskan dengan persamaan (6) dan (8) sebagai berikut.

$$\Delta P_{3 \text{ fasa}} = 3 \times I_{\text{fasa}}^2 \times R \times L$$

$$\Delta P_{3 \text{ fasa}} = \sqrt{3} \times 15,459^2 \times 0,098 \times 0,02457$$

$$\Delta P_{3 \text{ fasa}} = 1,726 \text{ W} = 0,001726 \text{ kW}$$

Besarnya rugi daya reaktif ( $\Delta Q$ ) dapat dirumuskan dengan persamaan:

$$\Delta Q_{3 \text{ fasa}} = \sqrt{3} \times I_{\text{fasa}}^2 \times X \times L$$

$$\Delta Q_{3 \text{ fasa}} = \sqrt{3} \times 15,459^2 \times 0,134 \times 0,06038$$

$$\Delta Q_{3 \text{ fasa}} = 32,399 \text{ VAR} = 0,002114 \text{ kVAR}$$

Untuk perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada tabel 6 berikut.

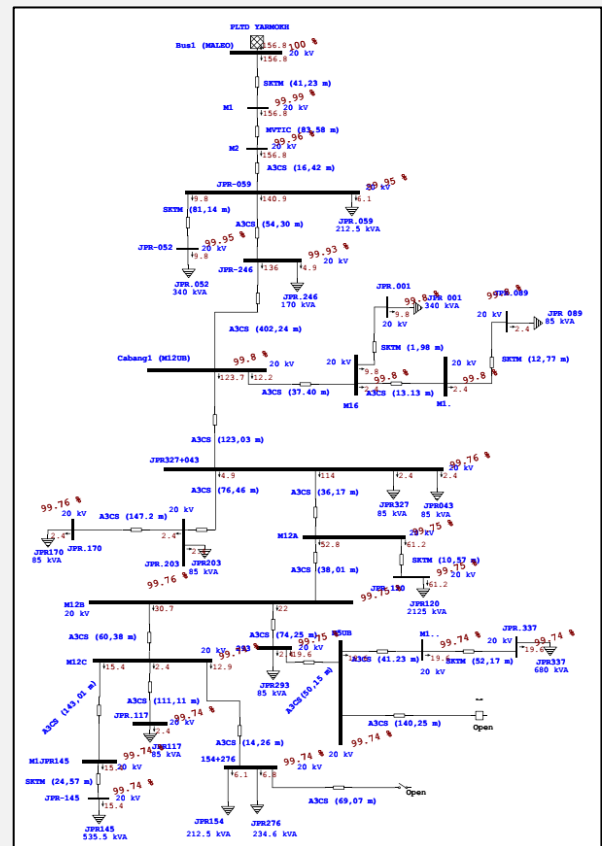
Tabel 6 Hasil Perhitungan Rugi Daya

ID Penghantar	Rugi Daya	
	Daya Nyata (kW)	Daya Reaktif (kVAR)
SKTM (41,23 m)	0,298135	0,365064
MVTIC (83,58 m)	1,634264	0,801714
A3CS (16,42 m)	0,162350	0,382855
SKTM (81,14 m)	0,002298	0,002814
A3CS (54,30 m)	0,433236	1,021661
A3CS (402,24 m)	2,989625	7,050160
A3CS (37,40 m)	0,002263	0,005337
SKTM (1,98 m)	0,000056	0,000069
A3CS (13,13 m)	0,000032	0,000075
SKTM (12,77 m)	0,000023	0,000028
A3CS (123,03 m)	0,756841	1,784789
A3CS (76,46 m)	0,000724	0,001708
A3CS (147,2 m)	0,000341	0,000804
A3CS (36,17 m)	0,189132	0,446013
SKTM (10,57 m)	0,011639	0,014252
A3CS (38,01 m)	0,042679	0,100646
A3CS (74,25 m)	0,014557	0,034329
A3CS(50,15 m)	0,007769	0,018320
AAACS (41,23 m)	0,006387	0,015061
SKTM (52,17 m)	0,005910	0,007237
A3CS (60,38 m)	0,022975	0,054181
A3CS (143,01 m)	0,013739	0,032399
SKTM (24,57 m)	0,001726	0,002114
A3CS (111,11 m)	0,000257	0,000607
A3CS (14,26 m)	0,000955	0,002252
<b>Total Rugi Daya</b>	<b>6,5979</b>	<b>12,1445</b>

Tabel 6 memperlihatkan hasil perhitungan rugi daya nyata dan reaktif pada setiap titik beban/cabang. Total rugi daya pada penyulang Maleo adalah 6,5979 kW untuk daya nyata dan 12,1445 kVAR untuk daya reaktif.

### 4.3 Simulasi Jatuh Tegangan dan Rugi Daya

Berdasarkan gambar 4 dengan menggunakan data dan parameter yang ada pada perangkat lunak ETAP 16.0.0 maka dapat dianalisis jatuh tegangan serta rugi daya akibat pembebanan menggunakan tools *Power Flow Analysis* dan menghasilkan aliran daya seperti yang ditunjukkan gambar 5 berikut.



Gambar 5 Hasil running Load Flow ETAP

Dengan menggunakan fasilitas report manager maka hasil running program dapat dilihat pada tabel 7 berikut.

Tabel 7 Hasil Simulasi ETAP

Branch ID	Losses		% Bus Voltage	
	kW	kvar	From	To
A3CS (14,26 m)	0,00095	0,00224	99,744	99,745
A3CS (50,15 m)	0,00773	0,01822	99,745	99,743
A3CS (74,25 m)	0,01448	0,03415	99,745	99,749
SKTM (41,23 m)	0,29817	0,36511	100,000	99,992
A3CS (37,40 m)	0,00225	0,00532	99,801	99,800
A3CS (123,03 m)	0,75740	1,78610	99,801	99,764
A3CS (402,24 m)	2,99053	7,05228	99,801	99,934
SKTM (1,98 m)	0,00006	0,00007	99,800	99,800
SKTM (81,14 m)	0,00230	0,00281	99,951	99,952
A3CS (16,42 m)	0,16237	0,38291	99,952	99,959
A3CS (54,30 m)	0,43335	1,02192	99,952	99,934
SKTM (12,77 m)	0,00002	0,00003	99,800	99,800
A3CS (111,11 m)	0,00027	0,00063	99,744	99,745
SKTM (10,57 m)	0,01164	0,01425	99,753	99,754
SKTM (24,57 m)	0,00172	0,00210	99,739	99,739
A3CS (147,2 m)	0,00035	0,00084	99,762	99,763
A3CS (76,46 m)	0,00074	0,00174	99,763	99,764
A3CS (36,17 m)	0,18883	0,44529	99,764	99,754
SKTM (52,17 m)	0,00588	0,00720	99,740	99,741
MVTIC (83,58 m)	1,61598	0,80182	99,992	99,959
A3CS (13,13 m)	0,00003	0,00007	99,800	99,800
A3CS (41,23 m)	0,00635	0,01498	99,741	99,743
A3CS (143,01 m)	0,01367	0,03223	99,739	99,745
A3CS (38,01 m)	0,04254	0,10032	99,754	99,749
A3CS (60,38 m)	0,02294	0,05409	99,749	99,745
<i>Total Losses</i>			<b>6,5805</b>	<b>12,1467</b>

Tabel 7 memperlihatkan hasil simulasi aliran daya menggunakan ETAP 16.0.0. Total rugi daya pada penyulang Maleo adalah 6,5805 kW untuk daya nyata dan 12,1467 kVAr untuk daya reaktif.

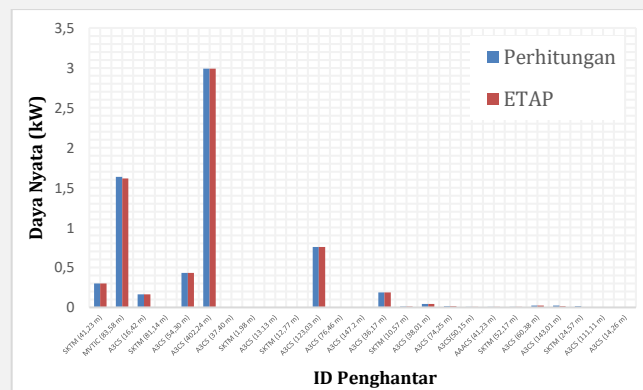
#### 4.4 Pembahasan

Setelah melakukan perhitungan dan simulasi ETAP, maka hasil perhitungan tersebut dapat dilihat pada tabel 8 perbandingan berikut ini.

Tabel 8 Perbandingan Hasil Perhitungan dan Simulasi ETAP

ID Penghantar	Perhitungan			ETAP		
	kW	kvar	% Tegangan	kW	kvar	% Tegangan
SKTM (41,23 m)	0,298135	0,365064	99,99	0,29817	0,36511	99,99
MVTIC (83,58 m)	1,634264	0,801714	99,96	1,61598	0,80182	99,96
A3CS (16,42 m)	0,16235	0,382855	99,95	0,16237	0,38291	99,96
SKTM (81,14 m)	0,002298	0,002814	99,95	0,00230	0,00281	99,95
A3CS (54,30 m)	0,433236	1,021661	99,93	0,43335	1,02192	99,93
A3CS (402,24 m)	2,989625	7,05016	99,95	2,99053	7,05228	99,93
A3CS (37,40 m)	0,002263	0,005337	99,80	0,00225	0,00532	99,80
SKTM (1,98 m)	0,000056	0,000069	99,80	0,00006	0,00007	99,80
A3CS (13,13 m)	0,000032	0,000075	99,80	0,00003	0,00007	99,80
SKTM (12,77 m)	0,000023	0,000028	99,80	0,00002	0,00003	99,80
A3CS (123,03 m)	0,756841	1,784789	99,80	0,75740	1,78610	99,76
A3CS (76,46 m)	0,000724	0,001708	99,76	0,00074	0,00174	99,76
A3CS (147,2 m)	0,000341	0,000804	99,76	0,00035	0,00084	99,76
A3CS (36,17 m)	0,189132	0,446013	99,76	0,18883	0,44529	99,75
SKTM (10,57 m)	0,011639	0,014252	99,75	0,01164	0,01425	99,75
A3CS (38,01 m)	0,042679	0,100646	99,75	0,04254	0,10032	99,75
A3CS (74,25 m)	0,014557	0,034329	99,75	0,01448	0,03415	99,75
A3CS (50,15 m)	0,007769	0,01832	99,75	0,00773	0,01822	99,74
AAACS (41,23 m)	0,006387	0,015061	99,74	0,00635	0,01498	99,74
SKTM (52,17 m)	0,00591	0,007237	99,74	0,00588	0,00720	99,74
A3CS (60,38 m)	0,022975	0,054181	99,74	0,02294	0,05409	99,74
A3CS (143,01 m)	0,022975	0,054181	99,74	0,01367	0,03223	99,74
SKTM (24,57 m)	0,013739	0,032399	99,74	0,01172	0,00210	99,74
A3CS (111,11 m)	0,001726	0,002114	99,74	0,00027	0,00063	99,74
A3CS (14,26 m)	0,000955	0,002252	99,74	0,00095	0,00224	99,74

Hasil simulasi memperlihatkan Persentase tegangan pada penghantar beban/cabang memiliki nilai yang sama dengan hasil perhitungan.



Gambar 6 Perbandingan Rugi Daya Nyata Hasil Perhitungan dengan Simulasi ETAP



- [8] SPLN No.1. 1995. Tegangan-Tegangan Standar. Jakarta : PT. PLN (Persero).
- [9] SPLN No.72. 1987. Spesifikasi Desaint untuk Jaringan Tegangan Menengah (JTM) dan Jaringan Tegangan Rendah (JTR). Jakarta : PT. PLN (Persero).
- [10] Suhadi, dkk. 2008. Teknik Distribusi Tenaga Listrik Jilid 1. Jakarta : Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.