

# **Perhitungan Rugi Daya Saluran Distribusi Primer 20 kV Feeder Adi Sucipto di GI Garuda Sakti Dengan Metode *Ladder Iterative Technique***

**Ardi Syaputra\*, Edy Ervianto\*\***

Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Riau  
Kampus Bina widya Km 12,5 Simpang Baru Panam, Pekanbaru 28293  
Jurusan Teknik Elektro Universitas Riau  
Email: [Ardisyaputra144@yahoo.co.id](mailto:Ardisyaputra144@yahoo.co.id)

## ***ABSTRACT***

*The Imbalance loads of distribution channel in a power system always happened, and the imbalance caused by the presence of conductive permanent resistance. Good conductor should not have resistance, but in reality every object has a resistance to electricity. Therefore it is necessary for the calculation of the power losses generated by the conductor. In this research power loss calculations made on the primary distribution system, namely when the system load. Total power loss that has generated in this study are at 791,995.227 Watt and the percentage of power loss to the average load is equal to 10.345%.*

*Keywords : Loss of power, The Imbalance Load, the primary distribution system*

# 1.PENDAHULUAN

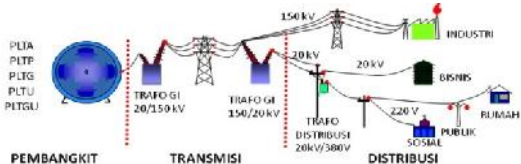
Sistem distribusi merupakan bagian dari sistem tenaga listrik yang berguna untuk menyalurkan tenaga listrik dari sumber daya yang besar agar sampai ke konsumen. Sebelum tenaga listrik sampai ke konsumen terdapat suatu permasalahan yang sering terjadi yaitu adanya rugi-rugi daya. Rugi-rugi daya ini menyebabkan hilangnya sebagian energi pada jaringan, sehingga dapat mengurangi total energi yang disalurkan ke konsumen. Hilangnya sebagian energi ini mengakibatkan peralatan listrik yang digunakan konsumen tidak bekerja dengan maksimal dan dapat terjadi kerusakan. Untuk itu perlu dilakukan perhitungan rugi-rugi daya untuk meningkatkan pelayanan dan efisiensi pada penyulang. Pengendalian rugi-rugi daya penting agar kerugian besar tidak ditanggung oleh penyedia maupun konsumen listrik.

Penyebab terjadinya rugi-rugi daya saluran distribusi antara lain kandungan tahanan dalam penghantar ataupun keadaan ilmiah jaringan itu sendiri seperti panjang jaringan yang sering bertambah.

## 2.LANDASAN TEORI

### 2.1 Sistem Tenaga Listrik

Sistem tenaga listrik merupakan gabungan mulai dari pusat pembangkit tenaga listrik, saluran transmisi, dan saluran distribusi. Dengan peningkatan tenaga listrik yang semakin meningkat dan luas daerah yang juga semakin meningkat, dengan demikian penyalur tenaga listrik tidak memungkinkan menggunakan tegangan rendah lagi, tetapi harus ditingkatkan menjadi tegangan menengah. Hal ini untuk mengurangi rugi-rugi daya jaringan dan jatuh tegangan yang terlalu besar.



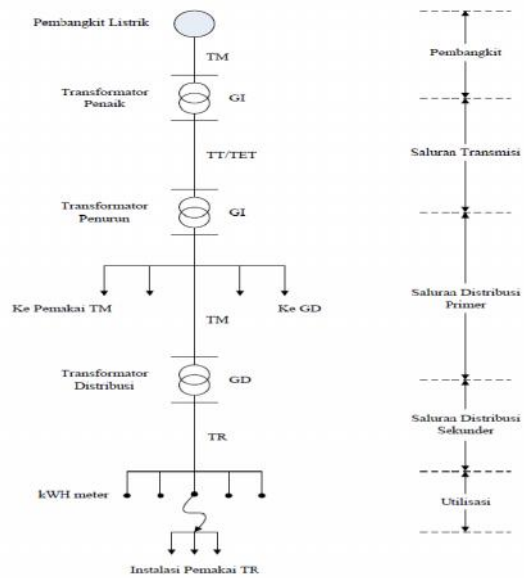
Gambar 1. Sistem Tenaga Listrik.

### 2.2 Sistem Distribusi

Sistem distribusi merupakan bagian dari sistem tenaga listrik. Sistem distribusi berguna untuk menyalurkan tenaga listrik dari sumber daya listrik menuju sampai ke konsumen. Jadi fungsi dari sistem saluran distribusi adalah : 1) sebagai pembagi atau penyalur tenaga listrik ke beberapa tempat (pelanggan), dan 2) merupakan sebagai sub

sistem tenaga listrik yang berhubungan langsung dengan pelanggan.

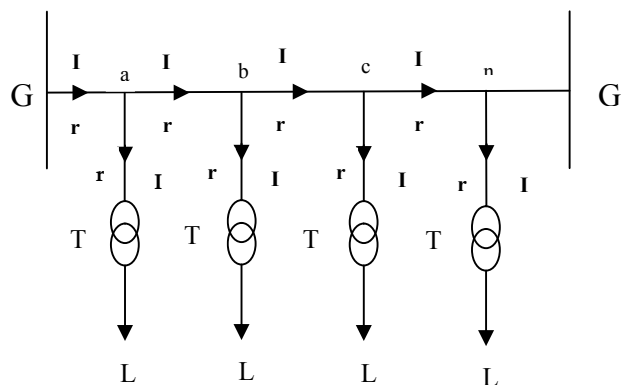
Tenaga listrik yang dikeluarkan melalui saluran transmisi akan sampai ke Gardu Induk (GI), dan tegangannya akan diturunkan melalui transformator penurun tegangan. Disinilah tegangannya akan berubah menjadi tegangan menengah, keluaran dari gardu induk inilah yang disebut dengan saluran distribusi tegangan menengah atau saluran distribusi primer.



Gambar 2. Gambaran Umum Sistem Distribusi.

### 2.3 Sistem Distribusi Primer

Sistem distribusi primer digunakan sebagai penyalur tenaga listrik dari Gardu Induk distribusi menuju ke pusat-pusat beban. Pada saluran ini dapat digunakan di saluran udara, saluran kabel udara, dan saluran kabel tanah, sesuai dengan tingkat keandalan yang dibutuhkan dan kondisi lingkungan. Saluran distribusi ini direntangkan sepanjang area yang disuplai tenaga listrik sampai ke pusat beban.



Gambar 3. Saluran Distribusi Primer  
Keterangan :

$I_1$  = arus antara GI dengan titik a yaitu ( $I_2+I_a$ ),  
 $I_2$  = arus antara titik a dengan titik b yaitu ( $I_3+I_b$ ),  
 $I_3$  = arus antara titik b dengan titik c yaitu ( $I_4+I_c$ ),  
 $I_a$  = arus antara titik a dengan TD-1,  
 $I_b$  = arus antara titik b dengan TD-2,  
 $I_c$  = arus antara titik c dengan TD-3,  
 $I_n$  = arus antara titik n dengan TD-n,  
 $r$  = resistansi penghantar ( $\Omega / \text{km}$ )  
 $L$  = panjang penghantar (km)

## 2.4 Struktur Jaringan Distribusi

Struktur jaringan dari sistem distribusi primer dibagi menjadi 3 bagian ,yaitu (PLN, 2010) :

1. Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM)
2. Saluran Kabel Udara Tegangan Menengah (SKUTM)
3. Saluran Kabel Tanah Tegangan Menengah (SKTM)

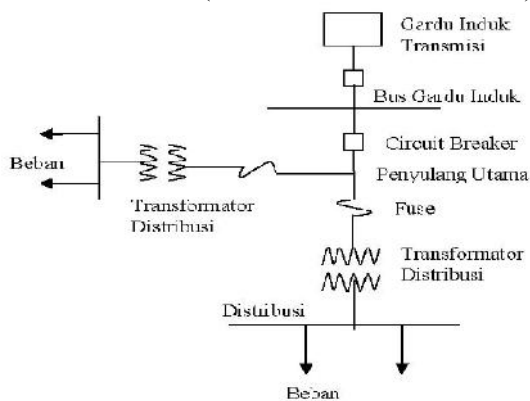
## 2.5 Konfigurasi Sistem Saluran Distribusi Primer.

Konfigurasi sistem saluran distribusi primer terdiri dari beberapa kelompok, yaitu :

1. Jaringan distribusi radial;
2. Jaringan distribusi *loop*;
3. Jaringan distribusi hantaran penghubung;
4. Jaringan distribusi *spindle*; dan Jaringan distribusi *cluster*.

## 2.6 Jaringan Distribusi Radial

Sistem distribusi dengan tipe radial ini mempunyai bentuk paling sederhana, dan banyak sekali digunakan serta mudah dalam pemakaiannya. Sistem ini menyalurkan tenaga listrik dari gardu induk kemudian disalurkan kepada konsumen melalui *feeder* primer kemudian tegangannya diturunkan dengan transformator penurun tegangan ke jaringan sekunder (Win Charles,2004).



Gambar 2.4 Jaringan Distribusi Radial

(Sumber : Henry,2013)

## 2.7 Penghantar

Penghantar adalah suatu benda yang berguna untuk menyalurkan arus listrik dari suatu titik ke titik yang lain, penghantar yang biasa digunakan dalam sistem distribusi terbagi atas 2 jenis, yaitu penghantar kawat dan penghantar kabel (Setyawan,2012).

Tabel 2.1 Resistansi / tahanan penghantar AAAC (*All Aluminium Alloy Conductor*) (SPLN 64 1985)

Luas Penampang ( $\text{mm}^2$ )	Jari-jari (mm)	Jumlah urat	GMR (mm)	Resistansi ( $\text{ohm/km}$ )
35	3,3371	7	2,4227	0,9217
50	3,9886	7	2,897	0,6452
70	4,7193	7	3,4262	0,4608
95	5,4979	19	4,1674	0,3396
120	6,1791	19	4,6837	0,2688
150	6,9084	19	5,2365	0,2162
185	7,6722	19	5,8155	0,1744
240	8,7386	19	6,6238	0,1344

Sumber : Donald, 2015

Tabel 2.2 Resistansi / tahanan penghantar XPLE (kabel tanah) (SPLN 43-5-4 1995)

Luas Penampa ng ( $\text{mm}^2$ )	Resista nsi ( $\text{ohm/k m}$ )	Indukta nsi (mH / km)	Kapacita nsi (mf / km)
150	0,206	0,33	0,26
240	0,125	0,31	0,31
300	0,100	0,30	0,34

Sumber : Donald, 2015

## 2.8 Rugi – Rugi Daya Saluran Distribusi

Rugi-rugi daya merupakan daya yang hilang dalam penyaluran daya listrik dari sumber daya listrik utama ke suatu beban seperti kerumah-rumah, ke gedung-gedung, dan lain sebagainya. rugi-rugi daya yang dihitung pada penelitian ini adalah  $I$  di primer trafo.

## 2.9 Hubungan belitan transformator

Sistem hubungan kumparan primer dan kumparan sekunder dikenal 4 macam sistem hubungan, yaitu (Donald,2015) :

1. Hubungan delta-delta ( $\Delta-\Delta$ )
2. Hubungan bintang-bintang (Y-Y)
3. Hubungan delta-bintang ( $\Delta-Y$ )

#### 4. Hubungan bintang-delta (Y-Δ)

Hubungan belitan yang digunakan pada trafo distribusi *Feeder* Adi Sucipto adalah trafo dengan hubungan belitan delta-bintang (Δ-Y).

##### 2.9.1 Hubungan belitan (Δ-Y).

Hubungan (Δ-Y) ini merupakan hubungan campuran, dimana ke tiga kumparan primer dihubungkan dengan Δ dan ketiga kumparan sekunder dihubungkan dengan Y.

Tabel 2.1 Rumus perhitungan pada sisi primer trafo dan pada sisi sekunder trafo.

Primer (Δ)	Sekunder (Y)
$P_p = \sqrt{3} \times V_{LL} \times I_{LL} \times \cos \frac{\phi}{\phi}$	$P_s = \sqrt{3} \times V_{LL} \times I_L \times \cos \frac{\phi}{\phi}$
$P_A = \frac{\sqrt{3} \times \text{mer}(\Delta)}{\sqrt{3}} \times \frac{V_{LL} \times I_{LL} \times \cos \phi}{I_p \times \cos \phi}$	$P_A = V_{an} \times I_{an} \times \cos \frac{Y}{C}$
$I_p = \frac{P_p}{\sqrt{3} \times V_p \times \cos \phi}$	$P_B = V_{bn} \times I_{bn} \times \cos \frac{\phi}{\phi}$
$P_{\text{rugi trafo}} = P_{\text{inti}} + P_{\text{tembaga}}$	$P_C = V_{cn} \times I_{cn} \times \cos \frac{\phi}{\phi}$

Keterangan :

$P_p$  = Daya pada sisi primer trafo

$P_s$  = Daya pada sisi sekunder trafo

$I_p$  = Arus pada sisi primer trafo

$P_{\text{RUGI TRAFO}}$  = Rugi trafo pada sisi sekunder

$P_A$  = Daya pada fasa A

$P_B$  = Daya pada fasa B

$P_C$  = Daya pada fasa C

##### 2.10 Ladder Iterative Technique

*Ladder Iterative Technique* merupakan salah satu metode dalam menentukan besarnya rugi-rugi daya pada saluran distribusi, pada metode ini perhitungan untuk menentukan besarnya rugi-rugi daya pada saluran distribusi dimulai dari ujung saluran, dan dihitung persegmen atau per section sampai kepangkal saluran atau sumber (Kersting William.H, *Distribution System Modeling and Analysis*).

### 3. Metode Penelitian

#### 3.1 Metode Penelitian

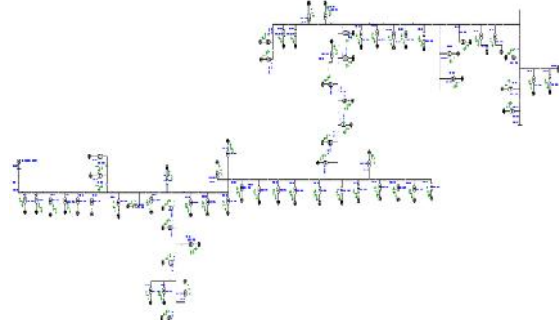
Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *Ladder Iterative Technique* dengan mengumpulkan data dari PT.PLN (Persero) GI Garuda Sakti untuk selanjutnya akan dilakukan analisa perhitungan rugi-rugi daya yang diserap atau yang dihasilkan oleh pengantar.

#### 3.2 Langkah-langkah Penelitian

Gambar 3.1 *Flow Chart* penelitian

### 3.3 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada saluran distribusi primer 20 kV *Feeder* Adi Sucipto di GI Garuda Sakti.



Gambar 3.2 One Line Diagram Jaringan Distribusi *Feeder* Adi Sucipto.

### 4. Hasil dan Pembahasan

#### 4.1 Umum

Pada bab ini penulis membahas tentang perhitungan rugi-rugi daya saluran distribusi primer *feeder* Adi Sucipto yang diserap oleh penghantar, serta persentase besarnya rugi-rugi daya yang dihasilkan *feeder* Adi Sucipto terhadap beban yang terpakai selama bulan oktober 2016. Data pengukuran arus beban sisi sekunder trafo distribusi *feeder* Adi Sucipto merupakan data pengukuran pada bulan oktober 2016. Total kapasitas *feeder* Adi Sucipto adalah sebesar 11.105 KVA.

#### 4.2 Arus Pada Sisi Primer Trafo

Arus pada sisi primer trafo distribusi digunakan untuk mendapatkan besarnya arus saluran atau arus yang mengalir pada

penghantar saat berbeban, sebab arus saluran atau arus yang mengalir pada penghantarsama dengan arus sisi primer trafo.

Tabel 4.2 Arus beban pada sisi primer trafo

No	ID Trafo distribusi	No. Trafo	Arus Beban Pada Primer Trafo		
			R (4)	S (5)	T (6)
(1)	(2)				
1	ST.119 Jl.soekarno hatta Dkt Rm Lb Anai	TR 1	3.86	3.91	3.94
2	ST Trafindo Jl. Arengka	TR 2	1.75	1.15	1.13
3	ST.120 Jl.Arengka	TR 3	5.20	4.27	4.58
4	ST Sintra Jl.Arengka	TR 4	2.44	2.25	2.30
5	ST.380 Jl.Arengka (SPBU)	TR 5	0.84	0.63	0.81
6	ST Unindo Jl.Arengka	TR 6	5.07	5.04	5.59
7	ST.197 Jl.Seirama Tengah	TR 7	0.67	0.40	0.16
8	ST.160 Jl.Seirama	TR 8	3.80	4.38	3.76
9	ST.Unindo Jl.Arengka	TR 9	4.82	5.00	4.70
10	ST.Unindo Jl.Arengka	TR 10	2.22	1.05	1.04
11	ST.123 Jl.Soekarno Hatta BALMON	TR 11	1.40	1.55	2.07
12	ST.Sisip Trafindo Jl.Arengka	TR 12	4.62	4.14	4.48
13	ST.124 Jl.Perum Sidomulyo Garden	TR 13	2.11	2.16	2.06
14	ST.Sisip Trafindo Jl.Perum Sidomulyo	TR 14	3.01	3.53	3.43
15	ST.224 Jl.Merak VII Perum Sidomulyo	TR 15	4.03	1.95	1.95
16	ST.311 Perum Sidomulyo	TR 16	5.48	4.87	3.56
17	ST.125 Perum Sidomulyo	TR 17	5.27	6.84	5.43
18	ST.190 Perum Sidomulyo	TR 18	5.32	4.96	5.84
19	ST.353 Perum Sidomulyo	TR 19	0.80	0.83	1.41
20	ST.Sneider Perum Sidomulyo	TR 20	4.12	4.21	4.21
21	ST.Trafindo Jl.Arengka	TR 21	4.63	4.77	5.21
22	ST.129 PT.PRASS Jl.Arengka/Soekarno Hatta Ujung	TR 22	2.36	1.66	2.12
23	ST.505 Jl.Arengka/Soekarno Hatta Ujung	TR 23	4.76	3.94	3.50
24	ST.91 Jl.Kaharudin Nasution Timur	TR 24	4.93	4.62	4.36
25	ST.Trafindo Asrama Tentara	TR 25	5.56	5.50	5.69
26	ST.Unindo Jl.KH Nasution Barat	TR 26	3.26	3.62	3.64
27	ST.Unindo Jl.KH Nasution Barat	TR 27	2.03	2.08	2.36
28	ST.88 Jl.KH Nasution Barat	TR 28	3.07	3.21	3.36
29	ST.PT PRASS	TR 29	4.32	4.80	4.40
30	Jl.KH Nasution Barat ST.Starlite Jl.KH Nasution Barat	TR 30			3.11
31	ST.281 Jl.KH Nasution Barat / BLPP Pertanian	TR 31	0.57	0.86	0.96
32	ST.Trafindo Jl.KH Nasution Barat	TR 32	4.93	4.83	4.82
33	ST.B&G Jl.Sri Gemilang	TR 33	4.47	4.65	4.49
34	ST.83 Jl.KH Nasution Barat /Arama Ahanud	TR 34	2.79	1.91	2.43
35	ST.Unindo Jl.KH Nasution Barat	TR 35	4.48	3.29	3.92
36	ST.82 Jl.KH Nasution Barat	TR 36	3.79	3.25	3.53
37	ST.81 Morawa Jl.KH Nasution Barat	TR 37	5.45	4.86	4.58
38	ST.GM Sisip Trafindo Jl.Gading Marpoyan	TR 38	1.11	1.15	1.40
39	ST.GM PT.Prass Jl.Gading Marpoyan	TR 39	3.21	2.39	2.35
40	ST.GM PT.Prass Jl.Gading Marpoyan	TR 40	5.90	5.64	5.97
41	ST.GM PAC Jl.Gading Marpoyan	TR 41	1.50	1.66	1.73
42	ST.GM 86 Jl.Gading Marpoyan	TR 42	5.43	5.48	5.65
43	ST.332 Prm BMP/Edi Gabot Jl.Melon	TR 43	3.15	2.93	2.93
44	ST.259 PRM Gading Marpoyan II	TR 44	1.58	1.83	1.78
45	ST.260 PRM Gading Marpoyan II	TR 45	1.76	2.33	1.72
46	ST.87 Jl.Gading Marpoyan	TR 46	5.62	5.08	5.27
47	ST.54 Jl.Gading Marpoyan Mesjid Inhu Tani	TR 47	1.50	1.16	1.35
48	ST.236 Jl.Gading Marpoyan Smpg,Prm Mutiara	TR 48	5.35	6.01	4.62
49	ST.GM B&D Jl.Gading Marpoyan	TR 49	5.38	5.13	5.44
50	ST.Trafindo Jl.Gading Marpoyan	TR 50	3.68	3.91	3.95
51	ST.Morawa Jl.Gading Marpoyan	TR 51	4.18	4.16	3.88
52	ST.467 Jl.Sengon ,Pandau	TR 52	3.05	3.03	2.94
53	ST.Trafindo ,Pandau	TR 53	2.80	3.26	2.68
54	ST.52 Jl.Giam ,Pandau	TR 54	6.26	6.08	5.52
55	ST.53 Jl.Giam ,Pandau	TR 55	6.91	5.52	6.89
56	ST.47 Jl.Poros ,Pandau	TR 56	5.14	3.56	4.70
57	ST.48 Jl.Mahang Raya ,Pandau	TR 57	5.95	6.41	5.94
58	ST.49 Pandau Busway I	TR 58	5.16	4.67	5.11

59	ST.51 Jl.Kedondong Raya	TR 59	6.30	7.04	6.82
60	ST.50 Pandau Raya Ujung	TR 60	3.66	3.18	3.11
61	ST.105 Pandau	TR 61	3.77	3.79	4.23
62	ST.258 Jl.Poros Pandau ,Pandau raya	TR 62	3.69	3.90	3.22
63	ST.465 Prm. Putri Molek II ,Pandau	TR 63	1.67	0.76	1.35
64	ST.285 Prm. Mahang Raya, Jl.Mangga golek ,Pandau	TR 64	4.86	4.43	4.33
65	ST.359 Jl.Raya Pandau	TR 65	2.33	2.83	3.09
66	ST.267 Jl.Raya Pandau	TR 66	2.86	3.35	2.86

Besar nilai arus beban pada sisi primer trafo yang telah di dapat dari tabel 4.2 diatas, maka besar arus saluran atau arus yang mengalir pada penghantar *feeder* Adi Sucipto dapat dihitung. Hasil dari nilai arus saluran atau arus yang mengalir pada penghantar didapatkan dari tabel 4.3 di bawah ini.

Tabel 4.3 Arus Saluran yang mengalir

N O	ID Penghantar	Keterang an	R	S	T
			(3)	(4)	(5)
(1)	(2)				
1	SUTM - KE JL.RAYA PANDAU	IL1=ITR 66	2.86	3.35	2.86
2	SUTM - KE JL.RAYA PANDAU- PERUM.MUTIAR AHATI	IL2=IL1 +ITR65	5.19	6.18	5.95
3	SUTM-PERUM MUTIARA HATI	IL3=ITR 64	4.86	4.43	4.33
4	SUTM - JL.MANGGA GOLRK	IL4=IL3 +ITR63	6.53	5.19	5.68
5	SUTM -PERUM PUTRI MOLEK II	IL5=IL2 +IL4+IT R62	15.4	15.2	14.8
6	SUTM - JL.RAYA PANDAU	IL6=IL5	15.4	15.2	14.8
7	SUTM - JL.RAYA PANDAU	IL7=IL6 +ITR61	19.1	19.0	19.0
8	SUTM- JL.PANDAU	IL8=IL7 +ITR60	22.8	22.2	22.1
9	SUTM - JL.PANDAU	IL9=ITR 59	6.30	7.04	6.82
10	SUTM - JL.PANDAU	IL10=IL 9+IL8	29.1	29.2	29.0
11	SUTM - JL.KEDONDONG RAYA	IL11=IT R58	5.16	4.67	5.11
12	SUTM - JL.KEDONDONG RAYA	IL12=IL 11+ITR5 7	11.1	11.0	11.0
13	SUTM - JL.PANDAU	IL13=IL 12+IL10	40.2	40.3	40.0
14	SUTM - JL.PANDAU	IL14=IL 13+ITR5 6	45.3	43.9	44.7
15	SUTM -	IL15=IL	52.3	49.4	51.6

16	JL.PANDAU	14+ITR5 5	0	4	5
17	SUTM - JL.PANDAU	IL16=IL 15+ITR5 4	58.5	55.5	57.1
18	SUTM - JL.PANDAU	IL17=IL 16+ITR5 3	61.3	58.7	59.8
19	SUTM - JL.PANDAU	IL18=IL 17+ITR5 2	64.4	61.8	62.7
20	SUTM - JL.PANDAU- GADING	IL19=IT R51	4.18	4.16	3.88
21	MARPOYAN SUTM - JL.GADING	IL20=IL 19+ITR5 0	7.86	8.07	7.83
22	MARPOYAN SUTM - JL.GADING	IL21=IL 20	7.86	8.07	7.83
23	MARPOYAN SUTM- JL.GADING	IL22=IL 21+ITR4 9	13.2	13.2	13.2
24	MARPOYAN SUTM- JL.GADING	IL23=IL 22+ITR4 8	18.5	19.2	17.8
25	MARPOYAN SUTM - JL.GADING	IL24=IL 23+ITR4 7	20.0	20.3	19.2
26	MARPOYAN SUTM- JL.GADING	IL25=IL 24+ITR4 6	25.7	25.4	24.5
27	MARPOYAN SUTM- JL.GADING	IL26=IL 18+IL25	90.1	87.2	87.3
28	MARPOYAN SUTM- JL.GADING	IL27=IL 26+ITR4 5	91.8	89.5	89.0
29	MARPOYAN SUTM- JL.GADING	IL28=IL 27+ITR4 4	93.4	91.4	90.8
30	MARPOYAN SUTM- JL.GADING	IL29=IT R43	3.15	2.93	2.93
31	MARPOYAN SUTM - JL.GADING	IL30=IL 29+IL28	96.6	94.3	93.7
32	MARPOYAN SUTM - JL.GADING	IL31=IL 30+ITR4 2	102.	99.8	99.3
33	MARPOYAN SUTM - JL.GADING	IL32=IL 31+ITR4 1	103.	101.	101.
34	MARPOYAN SUTM - JL.GADING	IL33=IL 32+ITR4 0	109.	107.	107.
35	MARPOYAN- KH.NASUTION BARAT	IL34=IL 33+ITR3 9	112.	109.	109.
36	JL.KH.NASUTIO N BARAT	IL35=IL 34+ITR3 8	113.	110.	110.
37	JL.KH.NASUTIO N BARAT	IL36=IT R37	5.45	4.86	4.58
38	JL.KH.NASUTIO N BARAT	IL37=IL 36+ITR3 6	9.24	8.11	8.11
39	JL.KH.NASUTIO N BARAT	IL38=IL 37+ITR3 5	13.7	11.4	12.0
	SUTM -	IL39=IL	16.5	13.3	14.4

	JL.KH.NASUTIO N BARAT	38+ITR3 4	1	1	6
	SUTM- JL.SRI GEMILANG	IL40=IL 39+ITR3 3	20.9	17.9	18.9
40	SUTM - JL.KH.NASUTIO N BARAT-SPMA	IL41=IL 40+ITR3 2	8	6	5
41	SUTM - JL.KH.NASUTIO N BARAT	IL42=IL 41+IL35 +ITR31	140.	134.	135.
42	SUTM- JL.KH.NASUTIO N BARAT	IL43=IL 42+ITR3 0	143.	138.	138.
43	SUTM - JL.KH.NASUTIO N BARAT	IL44=IL 43+ITR2 9	148.	142.	143.
44	SUTM- JL.KH.NASUTIO N BARAT	IL45=IL 44+ITR2 8	151.	146.	146.
45	SUTM - JL.KH.NASUTIO N BARAT	IL46=IL 45+ITR2 7	153.	148.	148.
46	SUTM - JL.KH.NASUTIO N BARAT	IL47=IL 46+ITR2 6	156.	151.	152.
47	SUTM- JL.KH.NASUTIO N BARAT	IL48=IT R25	5.56	5.50	5.69
48	SUTM - ASRAMA TENTARA	IL49=IT R24	4.93	4.62	4.36
49	SUTM - ASRAMA TENTARA	IL50=IL 47+IL48 +IL49	166.	161.	162.
50	SUTM - JL.KH.NASUTIO N TIMUR	IL51=IL 50+ITR2 3	171.	165.	165.
51	SUTM- JL.ARENGKA	IL52=IL 51+ITR2 2	173.	167.	168.
52	SUTM- JL.ARENGKA	IL53=IL 52+ITR2 1	178.	172.	173.
53	SUTM - PERUM.SIDOMU LYO	IL54=IT R20	4.12	4.21	4.21
54	SUTM - PERUM.SIDOMU LYO	IL55=IT R19	0.80	0.83	1.41
55	SUTM - PERUM.SIDOMU LYO	IL56=IL 55+IL54	4.92	5.04	5.62
56	SUTM - PERUM.SIDOMU LYO	IL57=IT R18	5.32	4.96	5.84
57	SUTM - PERUM.SIDOMU LYO	IL58=IL 57+ITR1 7	10.5	11.8	11.2
58	SUTM - PERUM.SIDOMU LYO	IL59=IL 56+IL58	15.5	16.8	16.8
59	SUTM- PERUM.SIDOMU LYO	IL60=IL 59+ITR1 6	20.9	21.7	20.4
60	SUTM- PERUM.SIDOMU LYO	IL61=IT R15	4.03	1.95	1.95
61	SUTM- PERUM.SIDOMU LYO	IL62=IL 60+IL61	25.0	23.6	22.4
62	SUTM- PERUM.SIDOMU LYO	IL63=IL 62+ITR1 4	28.0	27.1	25.8
63	SUTM- PERUM.SIDOMU	IL64=IL 63+ITR1	30.1	29.3	27.8
64			4	5	9

	LYO	3			
	SUTM - PERUM.SIDOMU	IL65=IL 64+IL53	208.	201.	201.
65	LYO I SUTM - PERUM.SIDOMU	IL66=IL 65+ITR1	213.	205.	205.
	LYO- JL.ARENGKA	2			
66	SUTM - JL.ARENGKA	IL67=IT R11	1.40	1.55	2.07
67	SUTM - JL.ARENGKA	IL68=IL 66+IL67	214.	207.	208.
68	SUTM - JL.ARENGKA	IL69=IT R10	73	31	35
69	SUTM - JL.ARENGKA	IL70=IL 68+IL69	2.22	1.05	1.04
70	SUTM - JL.ARENGKA	IL71=IL 70+ITR9	216.	208.	209.
71	JL.ARENGKA- JL.SEIRAMA SUTM -	IL72=IT R8	95	36	39
72	JL.ARENGKA SUTM -	IL73=IL 72+ITR7	221.	213.	214.
73	JL.ARENGKA SUTM -	IL74=IL 71+IL73	77	36	09
74	JL.ARENGKA SUTM- JL.ARENGKA	IL75=IT R5	3.80	4.38	3.76
75	JL.ARENGKA SUTM- JL.ARENGKA (SPBU)	IL76=IL 75+ITR6	4.47	4.78	3.92
76	SUTM- JL.ARENGKA	IL77=IL 74+IL76	226.	218.	218.
77	SUTM- JL.ARENGKA	IL78=IT R4	24	14	01
78	SUTM - JL.ARENGKA	IL79=IL 77+IL78	0.84	0.63	0.81
79	SUTM- JL.ARENGKA	IL80=IT R3	5.91	5.67	6.40
80	SUTM- JL.ARENGKA	IL81=IL 79+IL80	232.	223.	224.
81	SUTM- JL.BANGAU SAKTI	IL82=IL 81+ITR2	15	81	41
82	SUTM- JL.BANGUN SARI	IL83=IL 82+ITR1	2.44	2.25	2.30
83	SUTM- JL.MELATI	IL84=IL 83	234.	226.	226.
84	SUTM- JL.TRATAK AIR HITAM	IL85=IL 84	59	06	71
85			5.20	4.27	4.58

Pada tabel 4.3 diatas menjelaskan beberapa penghantar yang mempunyai arus yang mengalir sama dengan penghantar lain, hal ini di akibatkan pada 1 (satu) segmen terdapat beberapa penghantar.

Jadi arus atau beban yang di lalui pada penghantar sama dengan penghantar lainnya

### 4.3 Rugi-rugi Daya Pada Penghantar

Perhitungan rugi-rugi daya yang di hasilkan oleh penghantar dapat dikalkulasikan dengan persamaan .

Rugi-rugi daya yang di hasilkan oleh penghantar dengan “ID SUTM-JL.Raya Pandau”.

Fasa R :  $P = I^2 \times R$

$$P = 2,86^2 \times 0,15484$$

$$P = 1,266 \text{ Watt}$$

Fasa S :  $P = I^2 \times R$

$$P = 3,35^2 \times 0,15484$$

$$P = 1,737 \text{ Watt}$$

Fasa T :  $P = I^2 \times R$

$$P = 2,86^2 \times 0,15484$$

$$P = 1,266 \text{ Watt}$$

Pada perhitungan rugi-rugi daya di atas, maka dapat diterapkan pada semua penghantar yang terdapat di Feeder Adi Sucipto, di jelaskan pada tabel 4.4 di bawah ini.

Tabel 4.4 Rugi-rugi yang dihasilkan penghantar

No	ID Penghantar	Rugi-Rugi Daya (Watt)		
		R (3)	S (4)	T (5)
1	SUTM - KE JL.RAYA PANDAU	1.267	1.738	1.267
2	SUTM - KE JL.RAYA PANDAU- PERUM.MUTIARAH ATI	9.385	13.307	12.335
3	SUTM-PERUM MUTIARA HATI SUTM - JL.MANGGA	9.144	7.597	7.258
4	SUTM -PERUM GOLRK	21.459	13.556	16.236
5	SUTM -PERUM PUTRI MOLEK II	91.929	90.266	85.369
6	SUTM - JL.RAYA PANDAU	101.122	99.292	93.906
7	SUTM - JL.RAYA PANDAU	42.723	42.190	42.279
8	SUTM-JL.PANDAU SUTM -	282.726	268.067	266.863
9	JL.PANDAU	6.146	7.675	7.202
10	SUTM - JL.PANDAU	131.488	132.754	130.317
11	SUTM - JL.KEDONDONG RAYA	2.061	1.689	2.022
12	JL.KEDONDONG RAYA	38.226	38.020	37.815
13	SUTM -JL.PANDAU	62.716	63.059	62.125
14	SUTM -JL.PANDAU	1595.130	1493.483	1551.157
15	SUTM -JL.PANDAU	211.777	189.249	206.546
16	SUTM -JL.PANDAU	1062.032	954.629	1012.213
17	SUTM -JL.PANDAU	1166.021	1070.027	1109.338

1				1831.
8	SUTM -JL.PANDAU SUTM - JL.PANDAU- GADING	1927.230	1774.779	504
1	MARPOYAN	2.706	2.680	2.331
9	SUTM -JL.GADING	2.392	2.521	2.373
2	MARPOYAN	16.741	17.648	16.614
0	SUTM -JL.GADING	6.786	6.745	6.817
2	MARPOYAN	53.514	57.143	49.559
1	SUTM - JL.GADING	187.494	192.756	171.964
2	MARPOYAN	102.355	100.295	93.023
5	SUTM - JL.GADING	1257.616	1179.060	1180.142
6	MARPOYAN	1634.021	1553.584	1533.878
7	SUTM - JL.GADING	3043.264	2911.860	2872.499
2	MARPOYAN	3.841	3.323	3.323
9	SUTM - JL.GADING MARPOYAN-	3974.500	3790.723	3741.067
3	JL.MELON	1612.302	1543.220	1529.338
1	SUTM - JL.GADING MARPOYAN	2490.079	2392.453	2374.571
3	SUTM - JL.GADING MARPOYAN	2781.948	2665.748	2663.260
3	SUTM - JL.GADING MARPOYAN-	4912.562	4643.361	4635.733
4	KH.NASUTION BARAT	7514.776	7112.081	7132.660
3	SUTM - JL.KH.NASUTION	0.385	0.306	0.272
6	BARAT SUTM-	6.645	5.119	5.119
3	JL.KH.NASUTION BARAT	7.325	5.058	5.632
7	SUTM - JL.KH.NASUTION	10.608	6.894	8.137
9	BARAT	62.807	46.027	51.241
4	SUTM - JL.SRI GEMILANG	139.335	107.799	117.270
1	SUTM - JL.KH.NASUTION	1530.742	1404.234	1430.281
2	BARAT SUTM-	1342.136	1236.447	1247.217
4	JL.KH.NASUTION BARAT	1423.959	1323.912	1327.621
3	SUTM - JL.KH.NASUTION	1780.293	1660.886	1668.854
4	BARAT SUTM-	609.468	569.507	574.360
6	JL.KH.NASUTION			60



4	BARAT			
4	SUTM –			
4	JL.KH.NASUTION		1205.	
7	BARAT	1271.341	1195.353	613
4	SUTM-			
4	JL.KH.NASUTION			
8	TIMUR	1.604	1.570	1.680
4	SUTM – ASRAMA			
9	TENTARA	2.207	1.938	1.726
5	SUTM – ASRAMA			2397.
0	TENTARA	2526.977	2380.119	203
	SUTM -			
5	JL.KH.NASUTION			2144.
1	TIMUR	2291.350	2140.606	222
5	SUTM-			3299.
2	JL.ARENGKA	3532.225	3275.511	019
5	SUTM-	10341.03		9740.
3	JL.ARENGKA	4	9624.236	790
	SUTM –			
5	PERUM.SIDOMULY			
4	O	0.220	0.230	0.230
	SUTM -			
5	PERUM.SIDOMULY			
5	O	0.033	0.036	0.103
	SUTM -			
5	PERUM.SIDOMULY			
6	O	1.256	1.318	1.639
	SUTM -			
5	PERUM.SIDOMULY			
7	O	3.304	2.872	3.982
	SUTM -			
5	PERUM.SIDOMULY			14.04
8	O	12.404	15.401	8
	SUTM –			
5	PERUM.SIDOMULY			31.55
9	O	26.607	31.366	2
	SUTM-			
6	PERUM.SIDOMULY			208.1
0	O	219.285	234.586	47
	SUTM-			
6	PERUM.SIDOMULY			
1	O	0.843	0.197	0.197
	SUTM-			
6	PERUM.SIDOMULY			
2	O	8.120	7.262	6.509
	SUTM-			
6	PERUM.SIDOMULY			34.61
3	O	40.767	38.361	9
	SUTM-			
6	PERUM.SIDOMULY			20.18
4	O	23.568	22.349	1
	SUTM -			
6	PERUM.SIDOMULY			525.1
5	O I	565.059	527.320	25
	SUTM -			
6	PERUM.SIDOMULY	14168.44		13170
6	O-JL.ARENGKA	0	13180.749	.501
	SUTM –			
7	JL.ARENGKA	0.229	0.280	0.500
	SUTM -			1126.
8	JL.ARENGKA	1196.251	1115.007	222
	SUTM -			
9	JL.ARENGKA	0.128	0.029	0.028
7	SUTM -	10990.02		10237
0	JL.ARENGKA	7	10136.970	.439
	SUTM -			
7	JL.ARENGKA-			594.5
1	JL.SEIRAMA	637.988	590.518	65
	SUTM -			
7	JL.SEIRAMA	0.562	0.747	0.550
	SUTM -			
7	JL.SEIRAMA			
3	JL.SEIRAMA	1.037	1.186	0.797

7	SUTM -			
4	JL.SEIRAMA-			4932.
4	JL.ARENGKA	5311.727	4938.187	303
	SUTM-			
5	JL.ARENGKA	0.082	0.046	0.077
	SUTM-			
7	JL.ARENGKA			
6	(SPBU)	1.812	1.668	2.125
7	SUTM-			3919.
7	JL.ARENGKA	4194.648	3898.676	608
	SUTM-			
8	JL.ARENGKA	0.463	0.394	0.412
7	SUTM –			4667.
9	JL.ARENGKA	4997.168	4640.368	092
	SUTM-			
8	JL.ARENGKA	1.754	1.183	1.361
8	SUTM-	70858.61		65924
1	JL.SUBARANTAS	8	65377.989	.107
8	SUTM-JL.BANGAU	40110.76		37138
2	SAKTI	4	36839.163	.966
8	SUTM-JL.BANGUN			6522.
3	SARI	7030.700	6468.826	250
		32028.74		29712
8	SUTM-JL.MELATI	4	29469.096	.470
4	SUTM-JL.TRATAK	21367.43		19822
5	AIR HITAM	1	19659.805	.168
			256624.	
	<b>Total rugi daya perfasa</b>	2770	283	258331.03
	<b>Total rugi daya</b>		<b>791995.27 Watt</b>	

Dilihat dari tabel 4.4 di atas ditunjukkan bahwa rugi-rugi daya terbesar terdapat pada penghantar “SUTM – JL.SUBRANTAS” dengan besar rugi-rugi daya pada fasa R adalah 70858,618 Watt, Fasa S adalah 65377,989 Watt, dan Fasa T adalah 65924,107 Watt. Dimana besarnya arus yang mengalir dan besarnya nilai tahanan yang dimiliki penghantar tersebut yang menyebabkan penghantar tersebut menjadi penghantar yang memiliki rugi-rugi daya paling besar.

Total rugi-rugi daya yang dihasilkan di *feeder* Adi Sucipto sebesar fasa R adalah 277039.961 Watt, fasa S adalah 256624.283 Watt, dan fasa T adalah 258331.033 Watt. Sedangkan total keseluruhan rugi-rugi daya yang di hasilkan pada penghantar *feeder* Adi Sucipto sebesar 791995.277 Watt.

#### 4.6 Daya Yang Terpakai

Untuk mendapatkan daya yang terpakai di *feeder* Adi Sucipto selama bulan Oktober 2016, di gunakan data beban rata-rata pada bulan Oktober 2016 yang terukur pada pangkal *feeder* Adi Sucipto. Besarnya rata-rata beban tersebut adalah 260 A, Daya yang terpakai pada bulan Oktober 2016 di *feeder* Adi Sucipto dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$P = \sqrt{3} \times V \times I_{rata - rata} \times \cos\phi$$

$$P = \sqrt{3} \times 20000 \times 260 \times 0.85$$

$$P = 7.655.664,569 \text{ Watt}$$

#### 4.7 Persentase Rugi Daya

Persentase yang terpakai pada bulan Oktober 2016 di *feeder* Adi Sucipto dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$\% \text{ Rugi-Rugi Daya} = (P \text{ rugi total} / P \text{ terpakai}) \times 100\%$$

$$\% \text{ Rugi-Rugi Daya} = (791.995,277 / 7.655.664,569) \times 100\%$$

$$\% \text{ Rugi-Rugi Daya} = 10,345\%$$

Besar persentase rugi-rugi daya terhadap daya yang terpakai pada bulan Oktober 2016 di *feeder* Adi Sucipto adalah 10,345%. Dan besar persentase rugi-rugi daya ini masih di dalam batas toleransi.

#### 5. Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil perhitungan rugi-rugi daya yang dihasilkan oleh penghantar pada saluran distribusi primer di *Feeder* Adi Sucipto dapat diambil sebuah kesimpulan, yaitu :

Rugi-rugi daya yang terbesar terdapat pada penghantar SUTM – JL. Subrantas, dimana pada penghantar ini memiliki arus dan tahanan yang besar dari penghantar yang lainnya. Total dari Rugi daya yang diserap penghantar adalah sebesar 791995,277 Watt dan persentase rugi-rugi daya terhadap daya yang terpakai pada *Feeder* Adi Sucipto adalah sebesar 10,345%, rugi-rugi daya ini merupakan rugi paling kecil karena hanya menghitung rugi-rugi daya yang terjadi pada penghantar saja. Rugi-rugi daya ini didapat dari hasil pengukuran beban real yang terpakai pada masing-masing trafo distribusi.

#### Daftar Pustaka

- Setyawan, A.2012. Analisa susut energi pada konduktor jaringan tegangan menengah berbasis bentuk kurva beban harian. *Skripsi*. Universitas Indonesia. Depok.
- Win, charles.2004. Studi Perhitungan Voltage Drop dan losses per Penyulang Menggunakan Etap 4.0 PLN APJ Surabaya. *Skripsi*. Universitas Kristeb Petra. Surabaya.
- Alfredo, D. 2016. Analisa Perhitungan Susut Daya Dan Energi Dengan Pendekatan Kurva Beban Pada Jaringan Distribusi PT.PLN (Persero) Area Pekanbaru. *Skripsi* Universitas Riau. Riau.
- Kersting William, H. 2012. Distribution System Modeling and Analysis. CRC Press LLC. *Third Edition*. Halaman 344.