

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

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

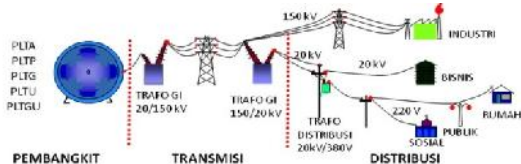
Sistem distribusi merupakan bagian dari sistem tenaga listrik yang berguna untuk menyalurkan tenaga listrik dari sumber daya yang besar agar sampai ke konsumen. Sebelum tenaga listrik sampai ke konsumen terdapat suatu permasalahan yang sering terjadi yaitu ada nya rugi-rugi daya. Rugi-rugi daya ini menyebabkan 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.



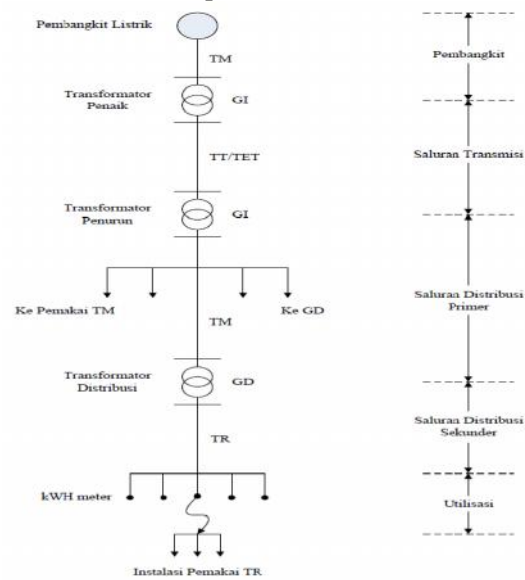
Gambar 1. Sistem Tenaga Listrik.

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.

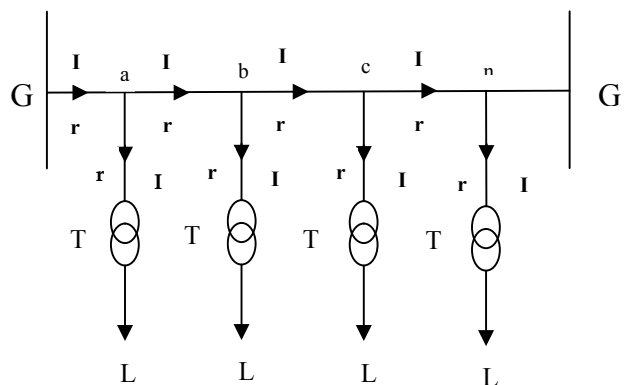
Tenaga listrik yang dikeluarkan melalui saluran transmisi akan sampai ke Gardu Induk (GI), dan tegangannya akan diturunkan melalui transformator penurun tegangan. Disinilah tegangannya akan berubah menjadi tegangan menengah, keluaran dari gardu induk inilah yang disebut dengan saluran distribusi tegangan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

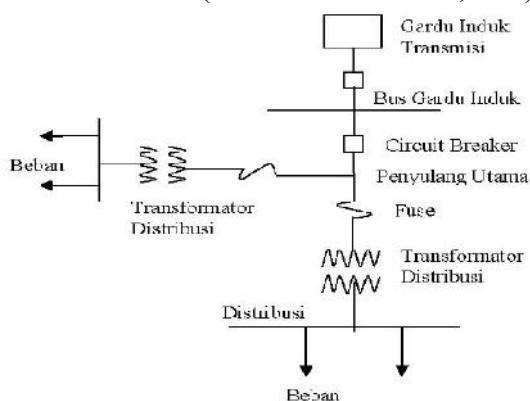
2.5 Konfigurasi Sistem Saluran Distribusi Primer.

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 (mm ²)	Jari-jari (mm)	Jumlah urat	GMR (mm)	Resistansi (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 Penampang (mm ²)	Resistansi (ohm/km)	Induktansi (mH / km)	Kapasitansi (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 $I^2 R$ 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 (Δ - Δ)
2. Hubungan bintang-bintang (Y-Y)
3. Hubungan delta-bintang (Δ -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)
$P_p = \sqrt{3} \times V_{LL} \times I_{LL} \times \cos \varphi$	$P_s = \sqrt{3} \times V_{LL} \times I_L \times \cos \varphi$
$P_A = \frac{\sqrt{3} \times V_{LL} \times I_p \times \cos \varphi}{\sqrt{3}}$	$P_A = V_{an} \times I_{an} \times \cos \varphi$
$I_p = \frac{P_p}{\sqrt{3} \times V_{LL} \times \cos \varphi}$	$P_B = V_{bn} \times I_{bn} \times \cos \varphi$
$P_{rugi\ trafo} = P_{inti} + P_{tembaga}$	$P_C = V_{cn} \times I_{cn} \times \cos \varphi$

Keterangan :

P_p = Daya pada sisi primer trafo

P_s = Daya pada sisi sekunder trafo

I_p = Arus pada sisi primer trafo

$P_{RUGI\ TRAFO}$ = 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

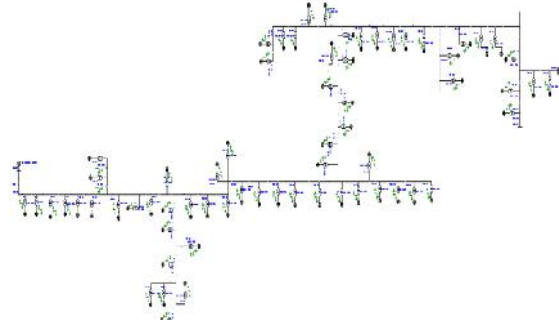
Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *Ladder Iterative Technique* dengan mengumpulkan data dari PT.PLN (Persero) GI Garuda Sakti untuk selanjutnya akan dilakukan analisa perhitungan rugi-rugi daya yang diserap atau yang dihasilkan oleh pengantar.

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		
			(A)		
			R	S	T
(1)	(2)		(4)	(5)	(6)
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/Soekar no Hatta Ujung	TR 22	2.36	1.66	2.12
23	ST.505 Jl.Arengka/Soekar no 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			
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 ST.258 Jl.Poros	TR 61 TR 62	3.77 3.69	3.79 3.90	4.23 3.22
62	Pandau ,Pandau raya				
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 (3)	S (4)	T (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 1	15.2 7	14.8 5
6	SUTM - JL.RAYA PANDAU	IL6=IL5 1	15.4 1	15.2 7	14.8 5
7	SUTM - JL.RAYA PANDAU	IL7=IL6 +ITR61	19.1 8	19.0 6	19.0 8
8	SUTM- JL.PANDAU	IL8=IL7 +ITR60	22.8 4	22.2 4	22.1 9
9	SUTM - JL.PANDAU	IL9=ITR 59	6.30	7.04	6.82
10	SUTM - JL.PANDAU	IL10=IL 9+IL8	29.1 4	29.2 8	29.0 1
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 1	11.0 8	11.0 5
13	SUTM - JL.PANDAU	IL13=IL 12+IL10	40.2 5	40.3 6	40.0 6
14	SUTM - JL.PANDAU	IL14=IL 13+ITR5 6	45.3 9	43.9 2	44.7 6
15	SUTM -	IL15=IL	52.3	49.4	51.6

	JL.PANDAU	14+ITR5 5	0	4	5
16	SUTM - JL.PANDAU	IL16=IL 15+ITR5 4	58.5 6	55.5 2	57.1 7
17	SUTM - JL.PANDAU	IL17=IL 16+ITR5 3	61.3 6	58.7 8	59.8 5
18	SUTM - JL.PANDAU	IL18=IL 17+ITR5 2	64.4 1	61.8 1	62.7 9
19	SUTM - JL.PANDAU- GADING MARPOYAN	IL19=IT R51	4.18	4.16	3.88
20	SUTM - JL.GADING MARPOYAN	IL20=IL 19+ITR5 0	7.86	8.07	7.83
21	SUTM - JL.GADING MARPOYAN	IL21=IL 20	7.86	8.07	7.83
22	SUTM- JL.GADING MARPOYAN	IL22=IL 21+ITR4 9	13.2 4	13.2 0	13.2 7
23	SUTM- JL.GADING MARPOYAN	IL23=IL 22+ITR4 8	18.5 9	19.2 1	17.8 9
24	SUTM - JL.GADING MARPOYAN	IL24=IL 23+ITR4 7	20.0 9	20.3 7	19.2 4
25	SUTM- JL.GADING MARPOYAN	IL25=IL 24+ITR4 6	25.7 1	25.4 5	24.5 1
26	SUTM- JL.GADING MARPOYAN	IL26=IL 18+IL25	90.1 2	87.2 6	87.3 0
27	SUTM- JL.GADING MARPOYAN	IL27=IL 26+ITR4 5	91.8 8	89.5 9	89.0 2
28	SUTM- JL.GADING MARPOYAN	IL28=IL 27+ITR4 4	93.4 6	91.4 2	90.8 0
29	SUTM- JL.GADING MARPOYAN	IL29=IT R43	3.15	2.93	2.93
30	SUTM - JL.GADING MARPOYAN- JL.MELON	IL30=IL 29+IL28	96.6 1	94.3 5	93.7 3
31	SUTM - JL.GADING MARPOYAN	IL31=IL 30+ITR4 2	102. 04	99.8 3	99.3 8
32	SUTM- JL.GADING MARPOYAN	IL32=IL 31+ITR4 1	103. 54	101. 49	101. 11
33	SUTM - JL.GADING MARPOYAN	IL33=IL 32+ITR4 0	109. 44	107. 13	107. 08
34	SUTM - JL.GADING MARPOYAN- KH.NASUTION BARAT	IL34=IL 33+ITR3 9	112. 65	109. 52	109. 43
35	SUTM - JL.KH.NASUTIO N BARAT	IL35=IL 34+ITR3 8	113. 76	110. 67	110. 83
36	SUTM- JL.KH.NASUTIO N BARAT	IL36=IT R37	5.45	4.86	4.58
37	SUTM- JL.KH.NASUTIO N BARAT	IL37=IL 36+ITR3 6	9.24	8.11	8.11
38	SUTM- JL.KH.NASUTIO N BARAT	IL38=IL 37+ITR3 5	13.7 2	11.4 0	12.0 3
39	SUTM -	IL39=IL	16.5	13.3	14.4

	JL.KH.NASUTIO N BARAT	38+ITR3 4	1	1	6
		IL40=IL	20.9	17.9	18.9
40	SUTM- JL.SRI GEMILANG	39+ITR3 3	8	6	5
	SUTM -	IL41=IL	25.9	22.7	23.7
41	JL.KH.NASUTIO N BARAT-SPMA	40+ITR3 2	1	9	7
	SUTM -	IL42=IL	140.	134.	135.
42	JL.KH.NASUTIO N BARAT	41+IL35 +ITR31	24	32	56
	SUTM-	IL43=IL	143.	138.	138.
43	JL.KH.NASUTIO N BARAT	42+ITR3 0	85	07	67
	SUTM -	IL44=IL	148.	142.	143.
44	JL.KH.NASUTIO N BARAT	43+ITR2 9	17	87	07
	SUTM-	IL45=IL	151.	146.	146.
45	JL.KH.NASUTIO N BARAT	44+ITR2 8	24	08	43
	SUTM-	IL46=IL	153.	148.	148.
46	JL.KH.NASUTIO N BARAT	45+ITR2 7	27	16	79
	SUTM -	IL47=IL	156.	151.	152.
47	JL.KH.NASUTIO N BARAT	46+ITR2 6	53	78	43
	SUTM-	IL48=IT R25	5.56	5.50	5.69
48	JL.KH.NASUTIO N TIMUR				
	SUTM -	IL49=IT R24	4.93	4.62	4.36
49	ASRAMA TENTARA				
	SUTM -	IL50=IL	166.	161.	162.
50	ASRAMA TENTARA	47+IL48 +IL49	82	90	48
	SUTM -	IL51=IL	171.	165.	165.
51	JL.KH.NASUTIO N TIMUR	50+ITR2 3	58	84	98
	SUTM-	IL52=IL	173.	167.	168.
52	JL.ARENGKA	51+ITR2 2	94	50	10
		IL53=IL	178.	172.	173.
53	JL.ARENGKA	52+ITR2 1	57	27	31
	SUTM -	IL54=IT R20	4.12	4.21	4.21
54	PERUM.SIDOMU LYO				
	SUTM -	IL55=IT R19	0.80	0.83	1.41
55	PERUM.SIDOMU LYO				
	SUTM -	IL56=IL	4.92	5.04	5.62
56	PERUM.SIDOMU LYO	55+IL54			
	SUTM -	IL57=IT R18	5.32	4.96	5.84
57	PERUM.SIDOMU LYO				
	SUTM -	IL58=IL	10.5	11.8	11.2
58	PERUM.SIDOMU LYO	57+ITR1 7	9	0	7
	SUTM -	IL59=IL	15.5	16.8	16.8
59	PERUM.SIDOMU LYO	56+IL58	1	4	9
	SUTM-	IL60=IL	20.9	21.7	20.4
60	PERUM.SIDOMU LYO	59+ITR1 6	9	1	5
	SUTM-	IL61=IT R15	4.03	1.95	1.95
61	PERUM.SIDOMU LYO				
	SUTM-	IL62=IL	25.0	23.6	22.4
62	PERUM.SIDOMU LYO	60+IL61	2	6	0
	SUTM-	IL63=IL	28.0	27.1	25.8
63	PERUM.SIDOMU LYO	62+ITR1 4	3	9	3
	SUTM-	IL64=IL	30.1	29.3	27.8
64	PERUM.SIDOMU	63+ITR1	4	5	9

	LYO	3			
	SUTM -	IL65=IL	208.	201.	201.
65	PERUM.SIDOMU LYO I	64+IL53	71	62	20
	SUTM -	IL66=IL	213.	205.	205.
	PERUM.SIDOMU LYO-	65+ITR1 2	33	76	68
66	JL.ARENGKA				
	SUTM -	IL67=IT R11	1.40	1.55	2.07
67	JL.ARENGKA				
	SUTM -	IL68=IL	214.	207.	208.
68	JL.ARENGKA	66+IL67	73	31	35
	SUTM -	IL69=IT R10	2.22	1.05	1.04
69	JL.ARENGKA				
	SUTM -	IL70=IL	216.	208.	209.
70	JL.ARENGKA	68+IL69	95	36	39
	SUTM -	IL71=IL	221.	213.	214.
71	JL.ARENGKA- JL.SEIRAMA	70+ITR9	77	36	09
	SUTM -	IL72=IT R8	3.80	4.38	3.76
72	JL.SEIRAMA				
	SUTM -	IL73=IL	4.47	4.78	3.92
73	JL.SEIRAMA	72+ITR7			
	SUTM -	IL74=IL	226.	218.	218.
74	JL.SEIRAMA- JL.ARENGKA	71+IL73	24	14	01
	SUTM-	IL75=IT R5	0.84	0.63	0.81
75	JL.ARENGKA				
	SUTM-	IL76=IL	5.91	5.67	6.40
76	JL.ARENGKA (SPBU)	75+ITR6			
	SUTM-	IL77=IL	232.	223.	224.
77	JL.ARENGKA	74+IL76	15	81	41
	SUTM-	IL78=IT R4	2.44	2.25	2.30
78	JL.ARENGKA				
	SUTM -	IL79=IL	234.	226.	226.
79	JL.ARENGKA	77+IL78	59	06	71
	SUTM-	IL80=IT R3	5.20	4.27	4.58
80	JL.ARENGKA				
	SUTM-	IL81=IL	239.	230.	231.
81	JL.SUBARANTA S	79+IL80	79	33	29
	SUTM-	IL82=IL	241.	231.	232.
82	JL.BANGAU SAKTI	81+ITR2	54	48	42
	SUTM-	IL83=IL	245.	235.	236.
83	JL.BANGUN SARI	82+ITR1	40	39	36
	SUTM-	IL84=IL	245.	235.	236.
84	JL.MELATI	83	40	39	36
	SUTM-	IL85=IL	245.	235.	236.
85	JL.TRATAK AIR HITAM	84	40	39	36

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)	(2)			
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	12.33 5
3	SUTM-PERUM MUTIARA HATI SUTM - JL.MANGGA	9.144	7.597	7.258
4	GOLRK SUTM -PERUM	21.459	13.556	16.23 6
5	PUTRI MOLEK II SUTM - JL.RAYA	91.929	90.266	85.36 9
6	PANDAU SUTM - JL.RAYA	101.122	99.292	93.90 6
7	PANDAU	42.723	42.190	42.27 9
8	SUTM-JL.PANDAU SUTM -	282.726	268.067	266.8 63
9	JL.PANDAU	6.146	7.675	7.202
1	SUTM -			130.3
0	JL.PANDAU	131.488	132.754	17
1	SUTM -			
1	JL.KEDONDONG RAYA	2.061	1.689	2.022
1	SUTM -			
1	JL.KEDONDONG			37.81
2	RAYA	38.226	38.020	5
1				62.12
3	SUTM -JL.PANDAU	62.716	63.059	5
1				1551.
4	SUTM -JL.PANDAU	1595.130	1493.483	157
1				206.5
5	SUTM -JL.PANDAU	211.777	189.249	46
1				1012.
6	SUTM -JL.PANDAU	1062.032	954.629	213
1				1109.
7	SUTM -JL.PANDAU	1166.021	1070.027	338

1				1831.
8	SUTM -JL.PANDAU	1927.230	1774.779	504
	SUTM -			
	JL.PANDAU- GADING			
1	MARPOYAN	2.706	2.680	2.331
9				
2	SUTM -JL.GADING			
0	MARPOYAN	2.392	2.521	2.373
2	SUTM -JL.GADING			16.61
1	MARPOYAN	16.741	17.648	4
2	SUTM- JL.GADING			
2	MARPOYAN	6.786	6.745	6.817
2	SUTM- JL.GADING			49.55
3	MARPOYAN	53.514	57.143	9
2	SUTM - JL.GADING			171.9
4	MARPOYAN	187.494	192.756	64
2	SUTM- JL.GADING			93.02
5	MARPOYAN	102.355	100.295	3
2	SUTM- JL.GADING			1180.
6	MARPOYAN	1257.616	1179.060	142
2	SUTM- JL.GADING			1533.
7	MARPOYAN	1634.021	1553.584	878
2	SUTM- JL.GADING			2872.
8	MARPOYAN	3043.264	2911.860	499
2	SUTM- JL.GADING			
9	MARPOYAN	3.841	3.323	3.323
	SUTM - JL.GADING			
3	MARPOYAN-			3741.
0	JL.MELON	3974.500	3790.723	067
3	SUTM - JL.GADING			1529.
1	MARPOYAN	1612.302	1543.220	338
3	SUTM- JL.GADING			2374.
2	MARPOYAN	2490.079	2392.453	571
3	SUTM - JL.GADING			2663.
3	MARPOYAN	2781.948	2665.748	260
	SUTM - JL.GADING			
	MARPOYAN-			
3	KL.NASUTION			4635.
4	BARAT	4912.562	4643.361	733
	SUTM -			
3	JL.KH.NASUTION			7132.
5	BARAT	7514.776	7112.081	660
	SUTM-			
3	JL.KH.NASUTION			
6	BARAT	0.385	0.306	0.272
	SUTM-			
3	JL.KH.NASUTION			
7	BARAT	6.645	5.119	5.119
	SUTM-			
3	JL.KH.NASUTION			
8	BARAT	7.325	5.058	5.632
	SUTM -			
3	JL.KH.NASUTION			
9	BARAT	10.608	6.894	8.137
4	SUTM- JL.SRI			51.24
0	GEMILANG	62.807	46.027	1
	SUTM -			
4	JL.KH.NASUTION			117.2
1	BARAT-SPMA	139.335	107.799	70
	SUTM -			
4	JL.KH.NASUTION			1430.
2	BARAT	1530.742	1404.234	281
	SUTM-			
4	JL.KH.NASUTION			1247.
3	BARAT	1342.136	1236.447	217
	SUTM -			
4	JL.KH.NASUTION			1327.
4	BARAT	1423.959	1323.912	621
	SUTM-			
4	JL.KH.NASUTION			1668.
5	BARAT	1780.293	1660.886	854
4	SUTM-			574.3
6	JL.KH.NASUTION	609.468	569.507	60

4	BARAT SUTM – JL.KH.NASUTION	1271.341	1195.353	1205.613	7	SUTM – JL.SEIRAMA- JL.ARENGKA	5311.727	4938.187	4932.303
7	BARAT SUTM- JL.KH.NASUTION				7	SUTM- JL.ARENGKA	0.082	0.046	0.077
4	TIMUR	1.604	1.570	1.680	5	SUTM- JL.ARENGKA			
8	SUTM – ASRAMA				7	SUTM- (SPBU)	1.812	1.668	2.125
4	TENTARA	2.207	1.938	1.726	6	SUTM- JL.ARENGKA	4194.648	3898.676	3919.608
9	SUTM – ASRAMA			2397.203	7	SUTM- JL.ARENGKA	0.463	0.394	0.412
5	TENTARA	2526.977	2380.119		8	SUTM – JL.ARENGKA	4997.168	4640.368	4667.092
0	SUTM - JL.KH.NASUTION			2144.222	9	SUTM- JL.ARENGKA	1.754	1.183	1.361
5	TIMUR	2291.350	2140.606	3299.019	0	SUTM- JL.ARENGKA	70858.61		65924.107
5	SUTM- JL.ARENGKA	3532.225	3275.511	9740.790	8	JL.SUBARANTAS	8	65377.989	37138.966
2	SUTM- JL.ARENGKA	10341.034	9624.236		8	SUTM-JL.BANGAU	40110.764	36839.163	6522.250
5	SUTM – PERUM.SIDOMULY				2	SAKTI			29712.470
4	O	0.220	0.230	0.230	8	SUTM-JL.BANGUN	7030.700	6468.826	19822.168
5	SUTM - PERUM.SIDOMULY				3	SARI	32028.74		
5	O	0.033	0.036	0.103	8	SUTM-JL.MELATI	4	29469.096	
5	SUTM - PERUM.SIDOMULY				4	SUTM-JL.TRATAK	21367.43		
6	O	1.256	1.318	1.639	8	AIR HITAM	1	19659.805	
5	SUTM - PERUM.SIDOMULY				5			256624.283	258331.03
7	O	3.304	2.872	3.982	Total rugi daya perfasa		2770	283	
5	SUTM - PERUM.SIDOMULY				Total rugi daya			791995.27 Watt	
8	O	12.404	15.401	14.048	Dilihat dari tabel 4.4 di atas				
5	SUTM – PERUM.SIDOMULY			31.552	ditunjukkan bahwa rugi-rugi daya terbesar terdapat				
9	O	26.607	31.366	208.147	pada penghantar “SUTM – JL.SUBRANTAS”				
6	SUTM- PERUM.SIDOMULY	219.285	234.586		dengan besar rugi-rugi daya pada fasa R adalah				
0	O				70858,618 Watt, Fasa S adalah 65377,989 Watt,				
6	SUTM- PERUM.SIDOMULY				dan Fasa T adalah 65924,107 Watt. Dimana				
1	O	0.843	0.197	0.197	besarnya arus yang mengalir dan besarnya nilai				
6	SUTM- PERUM.SIDOMULY	8.120	7.262	6.509	tahanan yang dimiliki penghantar tersebut yang				
2	O				menyebabkan penghantar tersebut menjadi				
6	SUTM- PERUM.SIDOMULY	40.767	38.361	34.619	penghantar yang memiliki rugi-rugi daya paling				
3	O				besar.				
6	SUTM- PERUM.SIDOMULY	23.568	22.349	20.181	Total rugi-rugi daya yang dihasilkan di <i>feeder</i> Adi				
4	O				Sucipto sebesar fasa R adalah 277039.961 Watt,				
6	SUTM - PERUM.SIDOMULY	565.059	527.320	525.125	fasa S adalah 256624.283 Watt, dan fasa T adalah				
5	O I				258331.033 Watt. Sedangkan total keseluruhan				
6	SUTM - PERUM.SIDOMULY	14168.44		13170.501	rugi-rugi daya yang di hasilkan pada penghantar				
6	O-JL.ARENGKA	0	13180.749		<i>feeder</i> Adi Sucipto sebesar 791995.277 Watt.				
7	SUTM – JL.ARENGKA	0.229	0.280	0.500	4.6 Daya Yang Terpakai				
6	SUTM - JL.ARENGKA	1196.251	1115.007	1126.222	Untuk mendapatkan daya yang terpakai				
8	SUTM - JL.ARENGKA			0.028	di <i>feeder</i> Adi Sucipto selama bulan Oktober 2016,				
9	SUTM - JL.ARENGKA	0.128	0.029	10237.439	di gunakan data beban rata-rata pada bulan				
7	SUTM - JL.ARENGKA	10990.027	10136.970		Oktober 2016 yang terukur pada pangkal <i>feeder</i>				
0	SUTM - JL.ARENGKA			594.565	Adi Sucipto. Besarnya rata-rata beban tersebut				
7	SUTM - JL.ARENGKA- JL.SEIRAMA	637.988	590.518	65	adalah 260 A, Daya yang terpakai pada bulan				
1	SUTM - JL.SEIRAMA	0.562	0.747	0.550	Oktober 2016 di <i>feeder</i> Adi Sucipto dapat dihitung				
2	SUTM - JL.SEIRAMA	1.037	1.186	0.797	dengan persamaan berikut :				
7	SUTM - JL.SEIRAMA				$P = \sqrt{3} \times V \times I_{rata-rata} \times \cos\phi$				
3	JL.SEIRAMA				$P = \sqrt{3} \times 20000 \times 260 \times 0.85$				
					$P = 7.655.664,569 \text{ Watt}$				

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.