

Analisa Rugi-rugi Daya Feeder Lobak Pada Jaringan PT. PLN(Persero) Area Pekanbaru

M Faridh Mardhatillah*, 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: Faridh_skm@rocketmail.com

ABSTRACT

The Imbalance loads of distribution channel in a power system will contribute to the presence of conductive permanent resistance. Good conductor should not have resistance, but in the reality every object has a resistance to electricity. Therefore it is necessary to do the calculation of the power losses generated by the conductor. In this research power loss calculations use approach method made on the primary distribution system by collecting data from PT.PLN to calculation of power losses absorbed or and generated, namely when the system load. Total power loss that has generated in this study are at 57346,4192 Watt and the percentage of power loss to the average load is equal to 1,047%. When compared with the approach method by Ardi on Feeder Adi Sucipto obtained the result of different amount of power loss because each feeder has different load

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

1.PENDAHULUAN

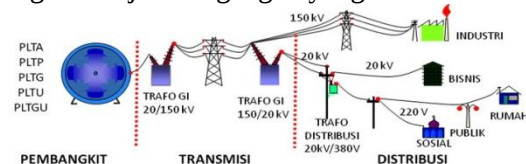
Sistem distribusi merupakan bagian dari sistem tenaga listrik yang berguna untuk menyalurkan tenaga listrik dari sumber daya yang besar agar sampai ke konsumen. Sebelum tenaga listrik sampai ke konsumen terdapat suatu permasalahan yang sering terjadi yaitu ada nya rugi-rugi daya. Rugi-rugi daya ini menyebabkan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

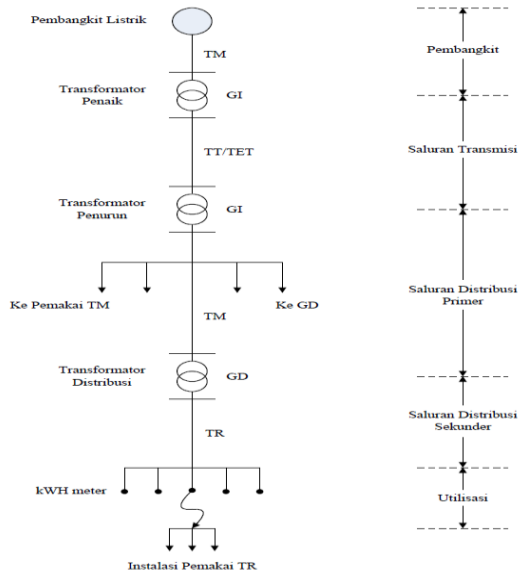


Gambar 1. Sistem Tenaga Listrik.

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 ataupun penyalur tenaga listrik ke beberapa tempat (pelanggan), dan 2) merupakan sub sistem tenaga listrik yang berhubungan langsung dengan pelanggan.

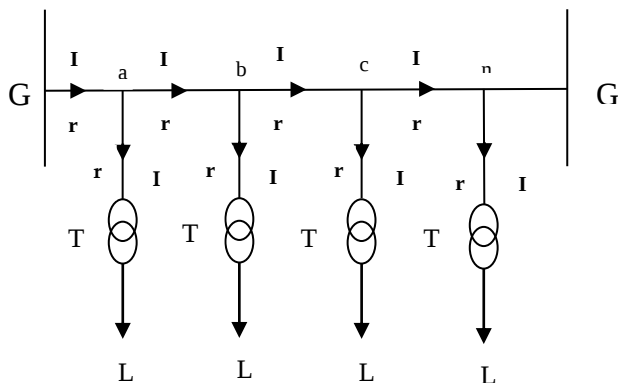
Tenaga listrik yang dikeluarkan melalui saluran transmisi akan sampai ke Gardu Induk (GI), dan tegangannya akan diturunkan melalui transformator penurun tegangan. Disinilah tegangannya akan berubah menjadi tegangan menengah, keluaran dari gardu induk inilah yang disebut dengan saluran distribusi tegangan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

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

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)

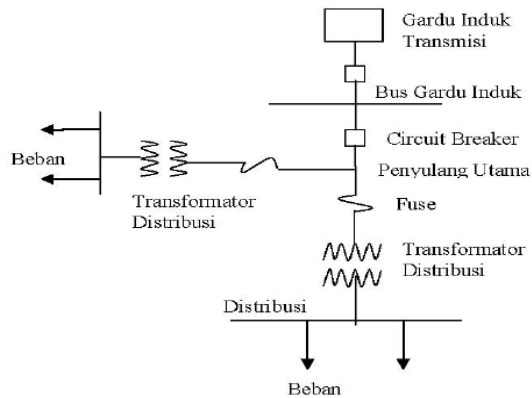
2.5 Konfigurasi Sistem Saluran Distribusi Primer.

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)

Sumber : Donald, 2015

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

Luas Penampa ng (mm ²)	Resista nsi (ohm/k m)	Indukta nsi (mH / km)	Kapasia 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 $I^2 R$ 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 ($\Delta-\Delta$)
2. Hubungan bintang-bintang ($Y-Y$)

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

4. Hubungan bintang-delta ($Y-\Delta$)

Hubungan belitan yang digunakan pada trafo distribusi *Feeder Lobak* adalah trafo dengan hubungan belitan delta-bintang ($\Delta-Y$).

2.9.1 Hubungan belitan ($\Delta-Y$).

Hubungan ($\Delta-Y$) 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)
$P_p = \sqrt{3} \times V_{LL} \times I_{LL} \times \cos \varphi$	$P_s = \sqrt{3} \times V_{LL} \times I_L \times \cos \varphi$
$P_A = \frac{V_p}{\sqrt{3}} \times I_p \times \cos \varphi$	$P_A = V_{an} \times I_{an} \times \cos \varphi$
$I_p = \frac{P_s + P_{rugi\ trafo}}{\sqrt{3} \times V_p \times \cos \varphi}$	$P_B = V_{bn} \times I_{bn} \times \cos \varphi$
$P_{rugi\ trafo} = P_{inti} + P_{tembaga}$	$P_C = V_{cn} \times I_{cn} \times \cos \varphi$

Keterangan :

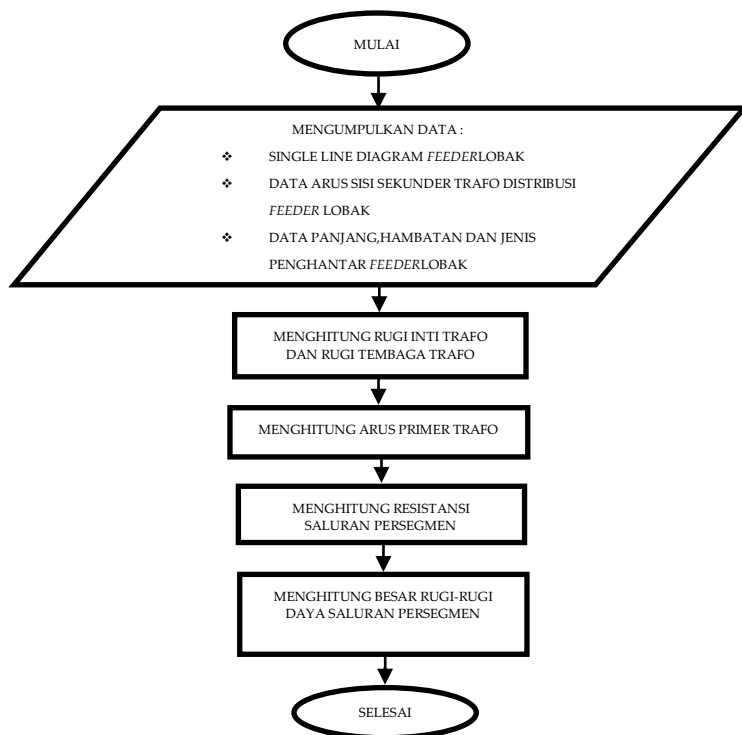
P_p = Daya pada sisi primer trafo
 P_s = Daya pada sisi sekunder trafo
 I_p = Arus pada sisi primer trafo
 $P_{rugi\ trafo}$ = Rugi trafo pada sisi sekunder
 P_A = Daya pada fasa A
 P_B = Daya pada fasa B
 P_C = Daya pada fasa C

3. Metode Penelitian

3.1 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah 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.

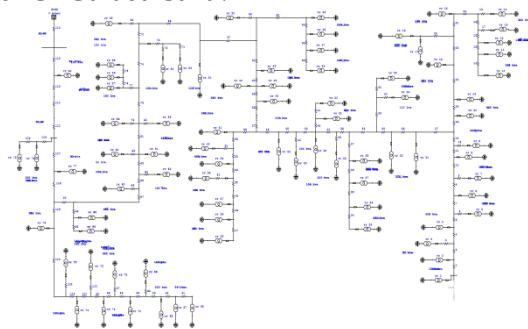
3.2 Langkah-langkah Penelitian



Gambar 3.1 *Flow Chart* penelitian

3.3 Lokasi Penelitian

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



Gambar 3.2 One Line Diagram Jaringan Distribusi *Feeder* Lobak.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Umum

Pada bab ini penulis membahas tentang perhitungan rugi-rugi daya saluran distribusi primer *feeder*Lobak yang diserap oleh penghantar, serta persentase besarnya rugi-rugi daya yang dihasilkan *feeder*Lobak terhadap beban yang terpakai selama bulan September2015. Data pengukuran arus beban sisi sekunder trafo distribusi *feeder*Lobak merupakan data pengukuran pada bulan September2015. Total kapasitas *feeder*Lobak 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 (4)	S (5)	T (6)
(1)	(2)				
1	DKT ATM BTN JL.SOEKARNO HATTA	TR 1	3.86	3.91	3.94
2	JL.Sukarno Hatta Hotel Ema	TR 2	1.75	1.15	1.13
3	JL.Sukarno Hatta / Jl. Abadi	TR 3	5.20	4.27	4.58
4	JL.SOEKARNO HATTA DKT AKBID HELVETI	TR 4	2.44	2.25	2.30
5	JL. SUKARNO HATTA	TR 5	0.84	0.63	0.81
6	JL.SOEKARNO HATTA/RUMAH KOSONG	TR 6	5.07	5.04	5.59
7	JL.SOEKARNO HATTA /JL.CEMARA	TR 7	0.67	0.40	0.16
8	JL.SOEKARNO HATTA PRUM.NIRVANA	TR 8	3.80	4.38	3.76
9	JL.SEOKARNO HATTA BFI FINANCE	TR 9	4.82	5.00	4.70
10	JL.SUKARNO HATTA HOTEL SWISS BERLIN	TR 10	2.22	1.05	1.04
11	JL.SUKARNO HATTA DPN INUL VISTA	TR 11	1.40	1.55	2.07
12	JL.SUKARNO HATTA PT.SUKA FAJAR	TR 12	4.62	4.14	4.48
13	JL.SUKARNO HATTA TRAF0 TOWER	TR 13	2.11	2.16	2.06
14	GG.KAMPAR JL.SUKARNO HATTA HOTEL BENTENG	TR 14	3.01	3.53	3.43
15	JL.SUKARNO HATTA DEALER HONDA	TR 15	4.03	1.95	1.95
16	JL.SUKARNO HATTA PT.TGI	TR 16	5.48	4.87	3.56
17	JL.SUKARNO HATTA PT.TGI	TR 17	5.27	6.84	5.43
18	JL.SUKARNO HATTA DEALER ISUZU	TR 18	5.32	4.96	5.84
19	JL.SUKARNO HATTA HOTEL OLGARIA	TR 19	0.80	0.83	1.41
20	JL.SUKARNO HATTA	TR 20	4.12	4.21	4.21
21	JL.LOBAC DPN MEGA CAKE	TR 21	4.63	4.77	5.21

22	JL.LOBAK DPN ANA BABY SHOP JL.PGRI PRUM.KAMPUN G	TR 22	2.36	1.66	2.12	55	UM.TERATAI GARDEN JL.SEKUNTUM JL.PLAMBOYAN	TR 55 TR 56	6.91	5.52	6.89
23	RESIDANCE/DP N SMP PGRI JL.PGRI VILLA ISTANA BUNGA	TR 23	4.76	3.94	3.50	56	/PRUM.NUANSA PLAMBOYAN JL.RAJAWALI/P RUM.3 DARA THP 1	TR 57	5.14	3.56	4.70
24	PRUM.BELLA VISTA	TR 24	4.93	4.62	4.36	57	JL. BIMA	TR 58	5.95	6.41	5.94
25	PRUM.BELLA VISTA	TR 25	5.56	5.50	5.69	58	JL.SEKUNTUM/S IMP.JL.PLAMBO YAN	TR 59	5.16	4.67	5.11
26	SISIP PEMDA / JL.PEMDA	TR 26	3.26	3.62	3.64	59	JL.RAJA	TR 60	6.30	7.04	6.82
27	JL.SUKARNO HATTA PT.SURYA MADISTRINDO	TR 27	2.03	2.08	2.36	60	WALI/PRUM.RIN DU SERUMPUN JL.RAJA	TR 61	3.66	3.18	3.11
28	JL.LOBAK DPN GROSIR ENCERAN	TR 28	3.07	3.21	3.36	61	WALI/PRUM.PU RI RAJAWALI JL.RAJA	TR 62	3.77	3.79	4.23
29	JL.PERTANIAN PRUM.VILLA TANI	TR 29	4.32	4.80	4.40	62	WALI/PRUM.RE SIDANCE 56 JL.RAJAWALI KTR PAJAK	TR 63	3.69	3.90	3.22
30	JL.PERTANIAN DPN	TR 30	3.61	3.75	3.11	63	JL.SM.AMIN 1	TR 64	1.67	0.76	1.35
31	PRUM.LIGAKO JL.LOBAK JL.LOBAK/GG.A MAL/PRUM.MIT RA GARDEN	TR 31	0.57	0.86	0.96	64	JL.SM.AMIN 2	TR 65	4.86	4.43	4.33
32	JL.DELIMA SIMP.4	TR 32	4.93	4.83	4.82	65	JL.SM.AMIN SAMPING SPBU JL.SM.AMIN HOTEL PARMA	TR 66	2.33	2.83	3.09
33	Perumahan 1	TR 33	4.47	4.65	4.49	66	JL.SM.AMIN DKT DAMAI MOBIL	TR 67	2.86	3.35	2.86
34	Perumahan 2	TR 34	2.79	1.91	2.43	67	JL.SM.AMIN DKT RUMAH MKN MITRA BARU	TR 68	50	37	51
35	PRM 1	TR 35	4.48	3.29	3.92	68	JL.SM.AMIN SAMPING PT.AGUNG	TR 69	7	54	37
36	PRM 2	TR 36	3.79	3.25	3.53	69	JL.SM.AMIN DKT RUMAH MKN MITRA BARU	TR 70	70	9	45
37	PRM 3	TR 37	5.45	4.86	4.58	70	JL.SM.AMIN SAMPING PT.AGUNG	TR 71	56	22	24
38	PRM 4	TR 38	1.11	1.15	1.40	71	TOYOTA JL.SM.AMIN /SUZUKI	TR 72	89	81	107
39	jl. Melati indah	TR 39	3.21	2.39	2.35	72	JL.SM.AMIN SIMP.JL.KUTILA NG	TR 73	16	18	15
40	DPN Mesjid Tower	TR 40	5.43	5.48	5.65	73	JL.SM.AMIN / INDOMARET	TR 74	172	205	142
41	JL.SRIKANDI/SI MP.GG.GUNUNG TUA DPN JP JOK	TR 41	3.15	2.93	2.93	74	JL.SM.AMIN DPN GEMILANG MOTOR	TR 75	32	53	40
42	JL.SRIKANDI PRUM.VILLA SRIKANDI ELITE	TR 42	1.58	1.83	1.78	75	JL.SM.AMIN/GU DANG ROYAL PLATINUM	TR 76	75	32	46
43	JL.SRIKANDI/PR UM.QUEN PARK/SMPING CUCIAN MOBIL	TR 43	1.76	2.33	1.72	76	JL.SM.AMIN INDOMARET	TR 77	119	82	58
44	JL.AMARTA PRUM.PONDOK RATU	TR 44	5.62	5.08	5.27	77	JL.SM.AMIN SIMPANG STADION	TR 78	154	94	109
45	JL.AMARTA/PR UM.WIDYA GRAHA 1 DPN AMANDA PONSEL	TR 45	1.50	1.16	1.35	78	JL.AIR HITAM/PERGUD ANGAN PLATINUM	TR 79	0	12	17
46	JL.AMARTA SAMPING KLINIK	TR 46	5.35	6.01	4.62	79	JL.AIR HITAM/PERGUD ANGAN	TR 80	63	49	54
49	JL.Amarta	TR 49	5.38	5.13	5.44	80	ALFAMART JL.AIR HITAM/SPBU	TR 80	139	162	168
50	JL. Delima	TR 50	3.68	3.91	3.95	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 Lobak dapat dihitung. Hasil dari nilai arus saluran atau arus					
51	JL.SRIKANDI	TR 51	4.18	4.16	3.88						
52	SIMP.JL.SEKUN TUM	TR 52	4.18	4.16	3.88						
53	PRUM.WIDYA GRAHA 3 DKT MESJID	TR 53	3.05	3.03	2.94						
54	JL.SRIKANDI	TR 54	2.80	3.26	2.68						
54	JL.SRIKANDI/PR	TR 54	6.26	6.08	5.52						

yang mengalir pada penghantar didapatkan dari tabel 4.3 di bawah ini.

Tabel 4.3 Arus Saluran yang mengalir

N O	ID Penghantar	Keterangan	R (3)	S (4)	T (5)
(1)	(2)				
1	SUTM - KE PN 015	Tr1	0,14 4	0,02 9	0,02 9
2	SUTM - KE EMMA GRAHA	L1 + Tr2	0,34 5	0,26 8	0,26 8
3	SUTM PERUM 3 DARA	Tr3	0,36 9	0,65 8	0,65 8
4	SUTM - ARAH PERUM 3 DARA	L2 + L3	0,71 4	0,92 6	0,92 6
5	SUTM - NYEBRANG AKBID ELV	L4 + Tr4	2,89 5	2,74 1	2,76 1
6	SUTM - PUSRI	Tr5	3,97 5	2,62 5	3,28 3,28
7	SUTM - KE ARAH PUSRI	L5 + L6	5,36 6,87	6,04 6	1 11,9
8	SUTM46	L7 + Tr6	12,7 87	10,6 8	11,9 77
9	SUTM - PEMDA	Tr7	2,99 4	3,42 2	3,20 8
10	SUTM - KE ARAH PEMDA	L8 + L9	15,7 81	14,1 02	15,1 85
11	SUTM - KE ARAH NIRVANA	L10 + Tr8	17,3 49	17,2 15,9	17,2 71
12	SUTM - STIKES MAHARATU	Tr9	0,29 7	0,14 0,22	0,14 4
13	SUTM - KE STIKES MAHARATU	L11 + L12	17,6 46	16,1 2	17,4 15
14	SUTM - TRAFO TERAKHIR	Tr10	0,94 9	1,49 1	1,58 8
15	SUTM - ARAH INUL VISTA	L14 + Tr11	3,22 7	3,49 9	2,94 1
16	SUTM - ARAH SUTAN KASIM	L15 + Tr12	6,00 8	4,56 4	4,83 3
17	SUTM - TOWER2	Tr13	0,04 3	0,21 5	0,02 4
18	SUTM - ARAH TOWER	L16 + L17	0,14 4	0,02 9	0,02 9
19	SUTM - HOTEL BENTENG	Tr14	6,05 1	4,77 9	4,85 7
20	SUTM - ARAH HOTEL BENTENG	L18 + L19	0,87 2	1,02 7	0,75 7
21	SUTM - ARAH HONDA	L20 + Tr15	6,92 3	5,80 6	5,61 4
22	Line23	Tr16 + Tr17	6,10 7,22	6,10 5,95	6,10 2
23	SUTM44	L21 + L22	1,96 2	1,57 1,29	1,57 7
24	SUTM - ARAH ISUZU	L23 + Tr18	9,18 9,22	7,24 7,35	7,68 7,79
25	SUTM43	L24 + Tr19	9,25 12,5	8,05 11,9	8,34 10,9
26	SUTM42	L26 + L27	3 30,1	4 28,0	4 28,3
27	Line15	Tr21	8	6	6
28	SUTM41	L28 + Tr22	32,2 8	32,6 37,8	32,5 37,4
29	SUTM40	Tr23	37,8	38,7	37,4
30	SUTM - PGRI	Tr24	2,88	3,69	3,28
31	SUTM - ke villa istana bu				
32	Line16	L30 + L31	0,22	0,35	0,22

33	SUTM - JL.PGRI	L29 + L32	40,9	42,7	40,9
34	SUTM - KE BELLA VISTA	Tr25	1,34	1,11	0,9
35	SUTM - SEBELUM BELLA VIST	L34 + Tr26	1,99	1,72	2,28
36	SUTM38	L35 + Tr27	3,69	2,67	4,15
37	SUTM37	L36 + Tr28	4,26	3,13	4,74
38	SUTM36	L33 + L37	45,1 6	45,9 3,48	45,6 2,95
39	SUTM - ARAH BINTANG CENDI	Tr29	4,88		
40	SUTM35	L38 + L39	50,0 3	49,3 7	48,6
41	SUTM - ARAH PER VILLA TAN	Tr30	1,1	1,57	1,3
42	SUTM - ARAH JL.PERTANIAN	L41 + Tr31	5,45	6,17	5,41
43	SUTM34	L40 + L42 + Tr32	55,7 4	55,5 6	54,0 2
44	SUTM - ARAH GRIYA AMAL	Tr33	1,69	1,61	1,47
45	SUTM33	L43 + L44	57,4 3	57,1 6	55,5
46	SUTM32	L45 + Tr34	62,8 4	63,4 7	61,1
47	SUTM - UJUNG	Tr35	2,63	1,93	1,53
48	SUTM31	L47 + Tr36	5,62	5,14	4,37
49	SUTM - ARAH VILLA MELATI	L48 + Tr37	6,95	6,26	5,56
50	SKTM - JL.MELATI	L48 + Tr37	6,95	6,26	5,56
51	INDAH SUTM - PONDOK DAUN	Tr38	1,65	0,83	1,71
52	Line14	L50 + L51	8,6	7,1	7,27
53	Line13	L52 + Tr39	15,3 2	12,0 5	12,4 8
54	SUTM - JASMINE	Tr40	1,6	2,09	1,66
55	SUTM - KE ARAH JASMINE	L53 + P54	16,9 2	14,1 3	14,1 4
56	SUTM - SIMP. JL. SERASI	L55 + Tr41	17,8 7	15,0 6	14,7 2
57	SUTM - MELINTAS JL. LOBAK	L46 + L56	80,7 1	78,5 4	75,8 2
58	SUTM - SEBELUM PTS	L46 + L56	80,7 1	78,5 4	75,8 2
59	SUTM - TOWER	L58 + Tr42	86,3 9	83,3 9	80,2 5
60	Line11	L59 + Tr43 + Tr44	88,7 2	85,1 4	82,2 2
61	Line10	L60 + Tr45	90,3 18	87,8 6	84,2 85
62	Line9	Tr46	0,49	1,33	1,16
63	Line8	L62 + Tr47	1 5,13	4 5,91	1 4,94
64	Line7	L63 + Tr48	3 7,62	8 6,96	7 6,39
65	SUTM - MELINTAS SRIKANDI	Tr49	1	4	9
66	SUTM - STOPAN W.G.II	L64 + Tr50	11,9 13	11,5 09	10,3 21
67	SUTM - MELINTAS	Tr50	1,98 8	2,14 3	2,22
		L65 + L66	104, 219	101, 512	96,8 26

	SIMP4 W.G				
	SUTM -	L67 +	109,	106,	101,
	SRIKANDI KE	Tr51	047	34	693
68	DELIMA				
	SUTM - WIDYA	Tr52	5,15	4,93	4,83
69	GRAHA III			5	7
	SUTM - WIDYA	L68 +	114,	111,	106,
70	GRAHA III	L69	197	275	53
	SUTM -				
	TERATAI	Tr53	1,47	0,66	1,02
71	GARDEN		2	1	7
	SUTM -	Tr54			
	TERATAI		0,06	0,52	0,23
72	GARDEN2		2	3	4
	SUTM -	L71 +			
	TERATAI	L72	1,53	1,18	1,26
73	GARDEN 1		4	4	1
	SUTM -	L70 +			
	MELINTAS	L73	115,	112,	107,
74	SKUNTUM 1		731	459	791
		Tr55	5,69	4,10	3,59
75	SUTM30		5	5	7
		L75 +	8,41	6,30	6,37
76	SUTM29	Tr56	8	6	8
		L76 +		7,19	7,02
77	SUTM28	Tr57	8,87	8	2
		L74 +	124,	119,	114,
78	SUTM27	L77	601	657	813
		Tr58	0,98	0,91	0,58
79	SUTM - PN 136		8	1	4
		Tr59			2,89
80	SUTM26		3,5	2,82	7
		L78 +			
		L79 +	129,	123,	118,
81	Line4	L80	089	388	294
	SUTM - RINDU	Tr60	0,25	0,89	0,69
82	SERUMPUN 2		8	2	9
		L81 +			
		L82 +	130,	125,	119,
83	SUTM25	Tr61	065	307	942
	SUTM -	Tr62	1,14	1,25	0,81
84	RESIDEN 56		3	9	5
		L83 +	131,	126,	120,
85	SUTM24	L84	208	566	757
	SUTM -	Tr63	1,56	2,04	1,44
86	KANTOR PAJAK		4	6	9
		L85 +	132,	128,	122,
87	SUTM23	L86	772	612	206
		Tr64	0,06	0,14	0,02
88	SUTM21		7	4	9
		L88 +	0,82	0,40	1,03
89	SUTM20	Tr65	8	8	9
	SUTM -	L87 +			
	MELINTAS	L89	133,	129,	123,
90	RING ROAD		6	02	245
		Tr66		0,71	0,98
91	Line2		0,97	7	9
		L91 +	1,11	1,76	1,70
92	SUTM18	Tr67	7	3	9
		L92 +		1,94	2,58
93	SUTM17	Tr68	2,47	8	2
		Tr69	1,08	0,43	0,47
94	SUTM - PN 179		6	6	4
		L93 +	3,55	2,38	3,05
95	SUTM16	L94	6	4	6
		L95 +	5,27		5,12
96	SUTM15	Tr70	5	3,95	2
		Tr71	0,32	0,36	0,30
97	SUTM19		5	4	6
		L96 +		4,31	5,42
98	SUTM14	L97	5,6	4	8
		L98 +	8,91		8,16
99	SUTM13	Tr72	8	8,27	8
10	SUTM -	Tr73	0,62	1,02	0,77
0	KANTOR PU		2	7	6
10	SUTM12	L99 +	9,54	9,29	8,94

1		L100		7	4
10		L101 +	10,9	9,92	9,83
2	SUTM11	Tr74	89	1	6
10	SUTM -	Tr75	2,29	1,58	1,12
3	PLATINUM		7	4	3
10		L102 +	13,2	11,5	10,9
4	SUTM10	L103	86	05	59
10		L104 +	16,2	13,3	13,0
5	SUTM9	Tr76	58	2	63
10	SUTM - JL.	L90 +	149,	142,	136,
6	NAGA SAKTI	L105	858	34	308
10		L106 +	149,	142,	136,
7	SUTM8	Tr77	863	574	638
10		Tr78	1,21		1,04
8	SUTM6		8	0,95	6
10		L108 +		4,07	4,28
9	SUTM5	Tr79	3,9	6	7
11		L107 +	153,	146,	140,
0	SUTM4	L109	763	65	925
11	SKTM -	L107 +			
1	TERMINAL	L109	153,	146,	140,
1	AKAP		763	65	925
11	SUTM - JL.	L107 +	153,	146,	140,
2	MELATI	L109	763	65	925
11		L112 +	154,	147,	141,
3	SUTM	Tr80	093	096	159
11		L112 +	154,	147,	141,
4	Cable1	Tr80	093	096	159

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 "SUTM - KE PN 015".

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

$$P = 1,44^2 \times 0,02162$$

$$P = 0,0004 \text{ Watt}$$

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

$$P = 0,029^2 \times 0,2162$$

$$P = 0,00002 \text{ Watt}$$

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

$$P = 0,029^2 \times 0,2162$$

$$P = 0,00002 \text{ Watt}$$

Pada perhitungan rugi-rugi daya di atas, maka dapat diterapkan pada semua penghantar yang terdapat di *Feeder* Lobak, 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	S	T
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1	SUTM - KE PN 015	0,0004	0,00002	0,00002
2	SUTM - KE EMMA GRAHA	0,008	0,005	0,005
3	SUTM PERUM 3 DARA	0,015	0,047	0,047
4	SUTM - ARAH PERUM 3 DARA	0,006	0,009	0,009
5	SUTM - NYEBRANG AKBID ELV	0,181	0,162	0,165
6	SUTM - PEMDA	0,171	0,074	0,116
7	SUTM - KE ARAH PEMDA	4,592	2,801	3,550
8	SUTM - KE ARAH NIRVANA	3,535	2,466	3,101
9	SUTM - STIKES MAHARATU	0,485	0,633	0,556
10	SUTM - KE STIKES MAHARATU	16,153	12,898	14,956
11	SUTM - TRAFO TERAKHIR	19,522	16,397	19,347
12	SUTM - ARAH INUL VISTA	0,001	0,001	0,000
13	SUTM - ARAH SUTAN KASIM	10,098	8,427	9,835
14	SUTM - TOWER2	0,010	0,024	0,027
15	SUTM - ARAH TOWER	0,675	0,794	0,561
16	SUTM - HOTEL BENTENG	1,561	0,901	1,010
17	SUTM - ARAH HOTEL BENTENG	0,000	0,001	0,000
18	SUTM - ARAH HONDA	1,187	0,741	0,765
19	Line23	0,008	0,011	0,006
20	SUTM44	4,145	2,915	2,726
21	SUTM - ARAH ISUZU	1,127	0,765	0,805
22	SUTM43	0,042	0,018	0,027
23	SUTM42	3,644	2,267	2,550
24	Line15	0,919	0,584	0,656
25	SUTM41	7,399	5,604	6,015
26	SUTM40	6,789	6,164	5,175
27	SUTM - PGRI	9,846	8,511	8,694
28	SUTM - KE VILLA ISTANA			
29	BU	11,264	11,488	11,439
30	Line16	15,446	16,215	15,129
31	SUTM - JL.PGRI	0,179	0,294	0,233
32	SUTM - KE BELLA VISTA	0,001	0,001	0,001
33	SUTM - SEBELUM BELLA VIST	0,519	0,882	0,662
34	SUTM38	18,083	19,774	18,092
35	SUTM37	0,019	0,013	0,009
36	SUTM36	0,128	0,096	0,169
37	SUTM - ARAH BINTANG			
38	CENDI	0,736	0,385	0,931
39	SUTM35	1,569	0,847	1,943
40	SUTM - ARAH	22,046	22,775	22,527

39	PER VILLA TAN			
40	SUTM - ARAH JL.PERTANIAN	1,030	0,524	0,376
41	SUTM34	81,172	79,045	76,598
42	SUTM - ARAH GRIYA AMAL	0,052	0,107	0,073
43	SUTM33	1,605	2,058	1,582
44	SUTM32	100,758	100,109	94,636
45	SUTM - UJUNG	0,123	0,112	0,093
46	SUTM31	213,922	211,915	199,785
47	SUTM - ARAH VILLA MELATI	42,687	43,547	40,356
48	SKTM - JL.MELATI			
49	INDAH	0,224	0,121	0,076
50	SUTM - PONDOK DAUN	1,366	1,142	0,826
51	Line14	3,133	2,542	2,005
52	Line13	2,611	2,118	1,671
53	SUTM - PEMDA	0,088	0,022	0,095
54	SUTM - KE ARAH PEMDA	4,797	3,270	3,428
55	SUTM - KE ARAH NIRVANA	15,223	9,418	10,102
56	SUTM - JASMINE	0,055	0,094	0,060
57	SUTM - KE ARAH JASMINE	18,569	12,950	12,968
58	SUTM - SIMP. JL. SERASI	17,260	12,259	11,711
59	SUTM - MELINTAS JL.			
60	LOBAK	281,670	266,727	248,573
61	SUTM - SEBELUM PTS	281,670	266,727	248,573
62	SUTM - TOWER	322,710	300,686	278,468
63	Line11	255,264	235,079	219,231
64	Line10	352,723	333,786	307,175
65	Line9	0,005	0,038	0,029
66	Line8	1,994	2,650	1,852
67	Line7	2,511	2,097	1,771
68	SUTM - MELINTAS SRIKANDI	6,137	5,727	4,606
69	SUTM - STOPAN W.G.II	0,043	0,050	0,053
70	SUTM - MELINTAS SIMP4 W.G	939,311	891,149	810,774
71	SUTM - SRIKANDI KE DELIMA	128,544	122,242	111,791
72	SUTM - WIDYA GRAHA III	2,580	2,369	2,276
73	SUTM - WIDYA GRAHA III	704,864	669,254	613,394
74	SUTM - TERATAI GARDEN UJU	0,023	0,005	0,011
75	SUTM - TERATAI GARDEN2	0,000	0,003	0,001
76	SUTM - TERATAI GARDEN 1	0,076	0,045	0,052
77	SUTM - MELINTAS	289,571	273,429	251,201

SKUNTUM 1

75	SUTM30	1,402	0,729	0,559
76	SUTM29	4,596	2,579	2,638
77	SUTM28	1,701	1,120	1,066
78	SUTM27	839,148	773,877	712,488
79	SUTM - PN 136	0,063	0,054	0,022
80	SUTM26	0,795	0,516	0,544
81	Line4	180,138	164,578	151,269
82	sum - rindu serumpun 2	0,001	0,017	0,011
83	sum25	365,743	339,474	311,027
84	sum - residen 56	0,014	0,017	0,007
85	sum24	744,400	692,659	630,537
86	sum - kantor pajak	0,053	0,091	0,045
87	SUTM23	1715,067	1609,278	1452,959
88	SUTM21	0,000	0,000	0,000
89	SUTM20	0,022	0,005	0,035
90	sum - melintas ring road	192,947	179,945	164,197
91	Line2	0,031	0,017	0,032
92	SUTM18	0,040	0,101	0,095
93	SUTM17	0,528	0,328	0,577
94	SUTM - PN 179	0,013	0,002	0,002
95	SUTM16	0,547	0,246	0,404
96	SUTM15	0,602	0,337	0,567
97	SUTM19	0,002	0,003	0,002
98	SUTM14	1,356	0,805	1,274
99	SUTM13	1,719	1,479	1,442
100	SUTM - KANTOR PU	0,013	0,034	0,020
101	SUTM12	4,919	4,672	4,324
102	SUTM11	2,611	2,128	2,092
103	SUTM - PLATINUM	0,114	0,054	0,027
104	SUTM10	17,173	12,878	11,684
105	SUTM9	20,001	13,426	12,912
106	SUTM - JL. NAGA SAKTI	242,765	219,018	200,848
107	SUTM8	1213,905	1098,693	1009,110
108	SUTM6	0,016	0,010	0,012
109	SUTM5	0,164	0,180	0,199
110	SUTM4	3578,141	3254,752	3005,591
111	SKTM - TERMINAL AKAP	3694,228	3360,347	3103,102
112	SUTM - JL. MELATI	158,881	144,522	133,458
113	SUTM	3350,845	3053,446	2811,938
114	Cable1	148,404	135,233	124,537
Total rugi daya perfasa		20719,5934	19067,0599	17559,7659
Total rugi daya		57346,4192 Watt		

Dilihat dari tabel 4.4 di atas ditunjukkan bahwa rugi-rugi daya terbesar terdapat pada penghantar “SKTM – TERMINAL AKAP” dengan besar rugi-rugi daya pada fasa R adalah 3694,228Watt, Fasa S adalah 3360,347 Watt, dan Fasa T adalah 3103,102 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* Lobak sebesar fasa R adalah 20719,5934 Watt, fasa S adalah 19067,0599 Watt, dan fasa T adalah 17559,7659 Watt. Sedangkan total keseluruhan rugi-rugi daya yang di hasilkan pada penghantar *feeder* Lobak sebesar 57346,4192 Watt.

4.6 Daya Yang Terpakai

Untuk mendapatkan daya yang terpakai di *feeder* Lobak selama bulan September 2015, di gunakan data beban rata-rata pada bulan September 2015 yang terukur pada pangkal *feeder* Lobak. Besarnya rata-rata beban tersebut adalah 186 A, Daya yang terpakai pada bulan September 2015 di *feeder* Lobak dapat dihitung dengan persamaan berikut :

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

$$P = \sqrt{3} \times 20000 \times 186 \times 0.85$$

$$P = 5.476.745 \text{ Watt}$$

4.7 Persentase Rugi Daya

Persentase yang terpakai pada bulan September 2015 di *feeder* Lobak dapat dihitung dengan persamaan berikut :

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

$$\% \text{ Rugi-Rugi Daya} = (57.346,4192 / 5.476.745) \times 100\%$$

$$\% \text{ Rugi-Rugi Daya} = 1,047\%$$

Besar persentase rugi-rugi daya terhadap daya yang terpakai pada bulan September 2015 di *feeder* Lobak adalah 1,047%. Dan besar persentase rugi-rugi daya ini masih di dalam batas toleransi karena rugi-rugi ini hanya rugi-rugi pada penghantar saluran.

5.Kesimpulan

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

1. Rugi-rugi daya yang terbesar terdapat pada penghantar SKTM – Terminal AKAP, dimana pada penghantar ini memiliki arus dan tahanan yang besar dari penghantar yang lainnya. Total dari Rugi daya yang diserap penghantar adalah sebesar 57346,4192 Watt.
2. Persentase rugi-rugi daya terhadap daya yang terpakai pada *Feeder* Lobak adalah sebesar 1,047%, 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. 2015. 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.
- Syaputra, A.2016.Perhitungan Rugi Daya Saluran Distribusi Primer 20kV *Feeder* Adi Sucipto di GI Garuda Sakti