

ANALISIS PERHITUNGAN SUSUT DAYA SALURAN UDARA TEGANGAN TINGGI 150 KV PADA GARDU INDUK BUMIAYU – BALAPULANG



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program studi Strata 1 pada
Jurusan Elektro Fakultas Teknik**

Oleh :

AULIA OKTA IMANI TRIMULYATIN

D 400 140 116

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA

2018

HALAMAN PERSETUJUAN

**ANALISIS PERHITUNGAN SUSUT DAYA PADA SALURAN UDARA TEGANGAN
TINGGI 150 KV GARDU INDUK BUMIAYU – BALAPULANG**

PUBLIKASI ILMIAH

Oleh

AULIA OKTA IMANI TRIMULYATIN

D 400 140 116

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen Pembimbing


Ir. Jatmiko, M.T 24/6-18

NIK.622

HALAMAN PENGESAHAN

**ANALISIS PERHITUNGAN SUSUT DAYA SALURAN UDARA TEGANGAN TINGGI
150 KV PADA GARDU INDUK BUMIAYU – BALAPULANG**

OLEH

AULIA OKTA IMANI TRIMULYATIN

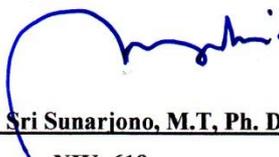
D 400 140 116

**Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta
Pada hari Jum'at, 13 Juli 2018
dan dinyatakan telah memenuhi syarat**

Dewan Penguji

1. Ir. Jatmiko, M.T
(Ketua Dewan Penguji) 
2. Tindyo Prasetyo, S.T
(Anggota I Dewan Penguji) 
3. Hasyim Asy'ari, S.T, M.T
(Anggota II Dewan Penguji) 

Dekan


Ir. Sri Sunarjono, M.T, Ph. D
NIK. 618

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggung jawab sepenuhnya.

Surakarta, 28 Mei 2018

Penulis



AULIA OKTA IMANI TRIMULYATIN

D 400 140 116

ANALISIS PERHITUNGAN SUSUT DAYA SALURAN UDARA TEGANGAN TINGGI 150 KV PADA GARDU INDUK BUMIAYU – BALAPULANG

Abstrak

Tenaga listrik telah memegang peran penting untuk landasan bagi kehidupan yang modern. Saat ini kebutuhan listrik sudah menjadi prioritas utama untuk masyarakat. Tersedianya dalam jumlah dan mutu yang cukup baik menjadi syarat bagi suatu masyarakat yang memiliki taraf kehidupan baik dan perkembangan industri yang maju. PT.PLN (Persero) mempunyai tiga tingkatan dalam penyaluran tenaga listrik yaitu tingkat pembangkit, tingkat transmisi dan Distribusi sehingga menimbulkan banyak terjadi masalah di dalamnya. Dengan jarak yang cukup jauh dari pusat pembangkit tidak menutup kemungkinan terjadi rugi-rugi daya. Jarak yang cukup jauh, isolator bocor dan faktor korona menyebabkan tegangan pengirim dan tegangan penerima mengalami perbedaan maka hal tersebut menjadi alasan utama terjadi rugi-rugi daya. Kehilangan energi perlu diprediksi dan dianalisa agar tidak melebihi batas wajar. Analisa dilakukan pada saluran udara tegangan tinggi 150 KV dari Gardu Induk Bumiayu ke Gardu Induk Balapulang. Metode penelitian yang digunakan adalah menggunakan perhitungan secara manual dengan mengambil data arus dan tegangan pada saat beban puncak pukul 10.00 WIB dan 19.00 WIB selama satu bulan secara terus menerus. Saluran transmisi ini menggunakan tipe kawat penghantar ASCR 240/40 mm². dengan panjang saluran 61 km. Dari hasil analisa perhiungan memperlihatkan rugi-rugi daya terendah pada pukul 10.00 WIB terjadi tanggal 28 Januari sebesar 0,050766144 MW dan rugi-rugi daya tertinggi terjadi pada tanggal 27 Januari sebesar 0,812258304 MW. Untuk rugi-rugi daya tertinggi pada pukul 19.00 WIB terjadi pada tanggal 11 Januari sebesar 1,04570604 MW. Rugi-rugi daya terendah terjadi pada tanggal 16 Januari sebesar 0,02629296 MW Total losses pada bulan Januari sebesar 319224,7979 kWh dan total dana kerugian yang ditanggung oleh perusahaan PT.PLN (Persero) mencapai nilai Rp. 374,958,255,00.

Kata Kunci : Analisa, Susut daya, Tenaga listrik, Transmisi

Abstract

Electric power has played an important role for the foundation of modern life. Currently, electricity demand has become a top priority for the community. Availability in sufficient quantity and quality is a requirement for a society that has a good standard of living and advanced industrial development. PT.PLN (Persero) has three levels in the distribution of electricity is the level of generation, the level of transmission and Distribution. With a considerable distance from the power station does not rule out the possibility of loss of power. Long distances, leaky insulators and corona factors cause the transmitting voltage and receiver voltage to be different then that is the main reason for power losses. Loss of energy needs to be predicted and analyzed so as not to exceed reasonable limits. Analysis conducted at high level of 150 KV from Bumiayu Substation to Racing Substation. The research method used is using manual calculation and current during peak load at 10.00 WIB and 19.00 WIB for one month continuously. This transmission line uses ASCR 240/40 mm² wire mesh .. with channel length of 61 km. From the results of the analysis of fruits see the lowest power losses at 10.00 pm occurred on 28 January of 0.050766144 MW and the highest power losses that occurred on January 27 of 0.812258304 MW. For the highest power losses at 19.00 pm occurred on January 11th of 1.04570604 MW. The lowest loss-loss occurred on January 16th of 0.02629296 MW Total loss in January amounted to 319224,7979 kWh and total loss funds borne by the company PT.PLN (Persero) reached the value of Rp. 374.958.255,00.

Keywords: Analysis, power loss, Electric power, Transmission.

1. PENDAHULUAN

Tenaga listrik telah memegang peran penting untuk landasan bagi kehidupan yang modern. Saat ini kebutuhan listrik sudah menjadi prioritas utama untuk masyarakat. Semakin populasi penduduk meningkat, maka semakin banyak kebutuhan listrik yang digunakan, baik untuk masyarakat atau Industri, tersedianya dalam jumlah dan mutu yang cukup menjadi syarat bagi suatu masyarakat yang memiliki taraf kehidupan baik dan perkembangan industri yang maju. Perkembangan kebutuhan energi listrik senantiasa diikuti pembangunan pusat-pusat tenaga listrik berkapasitas besar. Karena alasan ekonomi, kondisi geografis potensi alam yang dapat diolah menjadi tenaga listrik, dan masalah sosial, maka pusat-pusat tenaga listrik dibangun jauh dari pusat pemukiman masyarakat atau konsumen (Bonggal L.Tobing,2002).

Perusahaan Listrik Negara (PT.PLN Persero) adalah suatu perusahaan yang telah diberi wewenang oleh pemerintah untuk mengatasi kelistrikan di Indonesia. PT.PLN (persero) mempunyai tiga tingkatan dalam penyaluran tenaga listrik antara lain tingkat pembangkit, tingkat transmisi dan tingkat distribusi, sehingga menimbulkan banyak terjadi masalah di dalamnya. Ketersediaan listrik yang cukup dan berkualitas merupakan hal yang harus dipenuhi oleh Perusahaan Listrik Negara (PT.PLN Persero).

Transmisi atau penyaluran adalah mengendalikan tenaga listrik dari pusat tenaga listrik secara besar-besaran ke Gardu Induk yang terletak berjauhan dengan suatu pusat pemakaian (Abdul Kadir,1996). Dengan jarak yang cukup jauh dari pusat pembangkit ke masyarakat maka tidak menutup kemungkinan adanya susut daya. Dalam susut daya mengalami beberapa faktor yang menyebabkan hilangnya energi listrik yaitu karena adanya isolator bocor, faktor korona, jarak yang cukup jauh dan lain-lain. Susut daya terjadi jika tegangan pengirim dan tegangan penerima mengalami perbedaan (sujatmiko,2009).

Kerugian yang terjadi dalam sistem tenaga listrik memiliki dua komponen yaitu kerugian teknis dan kerugian non teknis. Kerugian teknis yaitu kerugian yang terjadi karena adanya sifat fisik dari peralatan dan infrastruktur sistem tenaga listrik atau kehilangan tembaga dikabel konduktor. Kerugian teknis dapat dihitung berdasarkan sistem daya resistansi, reaktansi, kapasitansi, tegangan, arus, dan daya. Kerugian non teknis yaitu kesalahan pencatatan dari *control panel* (Dan Suriyamongkol,2002). Susut daya yang terjadi pada saluran transmisi sangat perlu diperhatikan, karena dapat menyebabkan hilangnya daya yang cukup besar. Susut daya merupakan kehilangan energi yang tidak dapat dihindari (Tuegeh,2015).

Kerugian energi listrik terjadi karena adanya faktor rugi beban dan faktor rugi daya pada jaringan. Kerugian energi listrik ini sangat mempengaruhi mutu proses pengiriman energi listrik dari pusat pembangkit maka perlu di minimalisasikan. Kehilangan energi perlu di prediksi dan

di analisa agar tidak melebihi batas wajar. Kurangnya pemasok listrik pada suatu tempat dan daerah mengakibatkan tegangan rendah dan listrik akan mengalami pemadaman.

Analisa perhitungan susut daya dilakukan pada sistem transmisi berkapasitas 150 KV dari gardu induk Bumiayu sampai gardu induk Balapulang. Analisa dilakukan dengan metode perhitungan manual dengan pengambilan data beban puncak selama 31 hari .

2. METODE

2.1 tahap penelitian

Metode yang digunakan untuk penelitian ini adalah menggunakan data sekunder yaitu data dikumpulkan secara terperinci dan konkrit diambil dari salah satu instansi yang terbentuk rapih dalam satu data laporan. Pengambilan data dilakukan di PT PN (persero) rayon Purwokerto gardu induk Bumiayu. Sebelum pengumpulan data dilapangan dilakukan langkah awal mencari referensi dalam bentuk jurnal ,buku dan referensi lain yang berhubungan dengan judul Tugas akhir .

Data yang dikumpulkan adalah data dari Gardu Induk Bumiayu. Pengambilan data dilakukan terus menerus selama 31 hari pada bulan Januari, data diambil ketika arus dan tegangan mengalami beban puncak pada pukul 10.00 WIB dan 19.00 WIB dengan melihat acuan di *control panel* yang berfungsi sebagai remote control pengendali Gardu Induk, menampilkan informasi dan menyimpan data arus dan tegangan. Jaringan saluran Transmisi pada Gardu Induk Bumiayu ke Gardu induk Balapulang menggunakan tipe kawat penghantar ACSR (*Aluminium Conductor Steel Reinforced*) dengan luas penampang penghantar 240/40mm dan Resistansi penghantar 0.119. Jarak antara Gardu Induk Bumiayu ke Gardu Induk Balapulang memiliki panjang 24 km dengan saluran udara tegangan tinggi (SUTT) sebanyak 61 tower. Untuk mencari dan menghitung rugi rugi daya pada penghantar jaringan tiga fasa dihitung dengan menggunakan persamaan (1) sebagai berikut :

$$P_{\text{losses}} : 3 \cdot (I)^2 \cdot R \quad (1)$$

Keterangan :

P_{losses} : Rugi rugi daya (Watt)

I : Arus yang mengalir (Ampere)

R : Tahanan saluran (Ω /Meter)

Hilangnya energi listrik mengakibatkan berkurangnya pasokan daya yang dikirim oleh sumber penyalur. Akibatnya pihak penyedia energi listrik (PLN) mengalami kerugian secara finansial karena daya yang dikirim oleh pusat pembangkit menuju beban tidak seimbang dengan energi listrik yang disalurkan. Maka energi yang dikirim tidak dapat terjual dengan keseluruhan.

Peneliti melakukan perhitungan serta analisa kerugian yang ditimbulkan, kemudian menganalisa besar dana kerugian susut daya dengan menggunakan persamaan (2) dan (3) :

$$E : P \times t \quad (2)$$

Keterangan :

E : Energi listrik (Watt.jam)

P : Daya alat listrik (Watt)

T : Lama pemakaian (Jam)

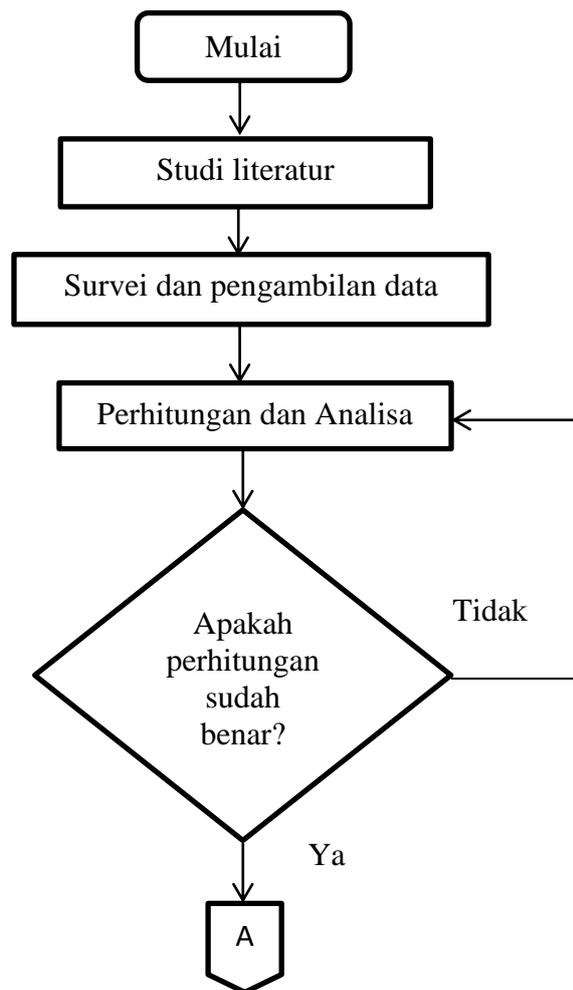
$$\text{Biaya listrik} : (E \times 1000) \times TTL \quad (3)$$

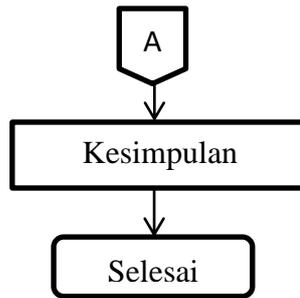
Keterangan :

TTL : Tarif tenaga listrik (kWh)

E x 1000 : Pemakaian listrik (Rp)

2.2 Flowchart Penelitian





Gambar 1. *Flowchart penelitian*

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penyaluran energi listrik pada saluran transmisi tidak menutup kemungkinan terjadi susut daya, yang merupakan selisih antara daya kirim dan daya terima memiliki nilai perbandingan tidak sama. Saluran transmisi gardu induk Bumiayu ke gardu induk Balapulung memiliki jarak cukup jauh yang akan menimbulkan kerugian cukup besar. Dengan kerugian yang cukup besar tersebut mengakibatkan kerugian secara material yang dikeluarkan oleh PT. PLN (persero) selaku penyedia energi listrik. Setelah melakukan pengambilan data dilokasi didapatkan data sebagai referensi untuk mengetahui rugi-rugi daya terlampir pada tabel 1.

Pada (SUTT) Saluran udara tegangan tinggi dari Gardu Induk Bumiayu ke Gardu Induk Balapulung memiliki 61 tower dengan jarak 24 km menggunakan kawat penghantar tipe ACSR 240/40 mm. Nilai resistansi yang diperoleh setiap 1000 meter adalah 0.119 Ω , maka dapat diketahui resistansi total penghantar yaitu :

$$R_{tot} = R_{penghantar} \times L$$

$$R_{tot} = 0.119 \Omega/\text{km} \times 24 \text{ km}$$

$$R_{tot} = 2.85 \Omega/\text{km}$$

$$\text{Nilai faktor daya} = 0.8$$

Tabel 1. Data yang diambil ditempat penelitian pada bulan Januari 2018

Tgl	Pukul 10.00			Pukul 19.00		
	I (A)	P (MW)	Q (MVAR)	I (A)	P (MW)	Q (MVAR)
1	117	28	7	202	50	6
2	242	62	7	262	62	12
3	238	61	5	255	67	2
4	184	45	-1	264	64	4
5	204	50	7	238	59	1
6	221	58	4	199	51	8
7	125	30	8	198	47	12
8	179	43	11	361	91	10
9	320	78	11	387	92	14
10	332	79	13	383	92	11

11	310	78	9	391	98	9
12	342	82	8	389	93	10
13	208	50	9	332	79	13
14	216	50	17	179	47	7
15	165	39	9	226	55	4
16	206	51	3	62	62	3
17	234	58	5	263	69	-
18	232	56	7	264	65	1
19	220	54	2	230	57	2
20	206	51	2	242	60	-
21	144	34	16	217	57	8
22	254	62	9	244	61	2
23	250	65	5	242	63	4
24	206	50	6	262	65	-
25	231	61	-1	286	70	1
26	220	55	-	296	73	-
27	344	78	31	188	43	11
28	86	26	7	160	42	10
29	109	25	7	367	90	2
30	97	22	6	268	67	-6
31	235	60	5	274	68	-

Sumber. PT PLN (persero)

Pada Tabel 1 diatas yaitu data pada pukul 10.00 WIB dan 19.00 WIB . Data diambil pada pukul sekian karena dari pihak PLN telah menetapkan input data pada pukul 10.00 WIB dan 19.00 WIB karena daya beban puncak mengalami kenaikan yang cukup besar untuk industri dan masyarakat. Untuk pukul 10.00 WIB kebutuhan listrik meningkat untuk keperluan industri, untuk pukul 19.00 WIB kebutuhan daya listrik meningkat karena pemakaian daya listrik dari masyarakat untuk malam hari. Untuk tabel diatas ada lambang arus (I) yaitu daya aktif, daya (P) yaitu daya semu, dan (Q) daya reaktif .

Pukul 10.00 WIB

Diasumsikan nilai $\cos\theta$ 0.8

$$\begin{aligned}
 \text{Tanggal 1} &= (3 \times I^2 \times R) \times \cos\theta \\
 &= (3 \times (117)^2 \text{ A} \times 2.85 \Omega) \times 0,8 \\
 &= 93961,296 \text{ Watt} \quad : 1000000 \quad = 0,093961296 \text{ MW} \\
 \text{Tanggal 2} &= (3 \times I^2 \times R) \times \cos\theta \\
 &= (3 \times (242)^2 \text{ A} \times 2.85 \Omega) \times 0,8 \\
 &= 401983,296 \text{ Watt} \quad : 1000000 \quad = 0,401983296 \text{ MW} \\
 \text{Tanggal 3} &= (3 \times I^2 \times R) \times \cos\theta \\
 &= (3 \times (238)^2 \text{ A} \times 2.85 \Omega) \times 0,8 \\
 &= 388804,416 \text{ Watt} \quad : 1000000 \quad = 0,388804416 \text{ MW} \\
 \text{Tanggal 4} &= (3 \times I^2 \times R) \times \cos\theta \\
 &= (3 \times (184)^2 \text{ A} \times 2.85 \Omega) \times 0,8 \\
 &= 232387,584 \text{ Watt} \quad : 1000000 \quad = 0,232387584 \text{ MW} \\
 \text{Tanggal 5} &= (3 \times I^2 \times R) \times \cos\theta \\
 &= (3 \times (204)^2 \text{ A} \times 2.85 \Omega) \times 0,8 \\
 &= 285652,224 \text{ Watt} \quad : 1000000 \quad = 0,285652224 \text{ MW}
 \end{aligned}$$

Pukul 19.00 WIB

$$\begin{aligned}
 \text{Tanggal 1} &= (3 \times I^2 \times R) \times \cos\theta \\
 &= (3 \times (202)^2 \text{ A} \times 2.85 \Omega) \times 0,8 \\
 &= 279099,36 \text{ Watt} \quad : 1000000 \quad = 0,27909936 \text{ MW} \\
 \text{Tanggal 2} &= (3 \times I^2 \times R) \times \cos\theta \\
 &= (3 \times (262)^2 \text{ A} \times 2.85 \Omega) \times 0,8 \\
 &= 469524,96 \text{ Watt} \quad : 1000000 \quad = 0,46952496 \text{ MW} \\
 \text{Tanggal 3} &= (3 \times I^2 \times R) \times \cos\theta \\
 &= (3 \times (255)^2 \text{ A} \times 2.85 \Omega) \times 0,8 \\
 &= 4447771 \text{ Watt} \quad : 1000000 \quad = 0,4447771 \text{ MW} \\
 \text{Tanggal 4} &= (3 \times I^2 \times R) \times \cos\theta \\
 &= (3 \times (264)^2 \text{ A} \times 2.85 \Omega) \times 0,8 \\
 &= 476720,64 \text{ Watt} \quad : 1000000 \quad = 0,47672064 \text{ MW} \\
 \text{Tanggal 5} &= (3 \times I^2 \times R) \times \cos\theta \\
 &= (3 \times (238)^2 \text{ A} \times 2.85 \Omega) \times 0,8 \\
 &= 387444,96 \text{ Watt} \quad : 1000000 \quad = 0,38744496 \text{ MW}
 \end{aligned}$$

Perhitungan rata-rata P_{losses} perhari

$$\begin{aligned}
 \text{Tanggal 1} &= \frac{(P_{\text{losses}} \text{ pukul } 10.00 \text{ WIB} + P_{\text{losses}} \text{ pukul } 19.00 \text{ WIB})}{2} \\
 &= \frac{0,093961296 \text{ MW} + 0,27909936 \text{ MW}}{2}
 \end{aligned}$$

$$E_{\text{losses}}/\text{hari} = 0,186530328 \times 24 \text{ jam} = 4,476727872 \text{ MWh}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Tanggal 2} &= \frac{(P_{\text{losses}} \text{ pukul } 10.00 \text{ WIB} + P_{\text{losses}} \text{ pukul } 19.00 \text{ WIB})}{2} \\
 &= \frac{0,401983296 \text{ MW} + 0,46952496 \text{ MW}}{2}
 \end{aligned}$$

$$E_{\text{losses}}/\text{hari} = 0,435754128 \times 24 \text{ jam} = 10,45809907 \text{ MWh}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Tanggal 3} &= \frac{(P_{\text{losses}} \text{ pukul } 10.00 \text{ WIB} + P_{\text{losses}} \text{ pukul } 19.00 \text{ WIB})}{2} \\
 &= \frac{0,388804416 \text{ MW} + 0,4447771 \text{ MW}}{2}
 \end{aligned}$$

$$E_{\text{losses}}/\text{hari} = 0,416787708 \times 24 \text{ jam} = 10,00290499 \text{ MWh}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Tanggal 4} &= \frac{(P_{\text{losses}} \text{ pukul } 10.00 \text{ WIB} + P_{\text{losses}} \text{ pukul } 19.00 \text{ WIB})}{2} \\
 &= \frac{0,232387584 \text{ MW} + 0,47672064 \text{ MW}}{2}
 \end{aligned}$$

$$E_{\text{losses}}/\text{hari} = 0,354554112 \times 24 \text{ jam} = 8,509298688 \text{ MWh}$$

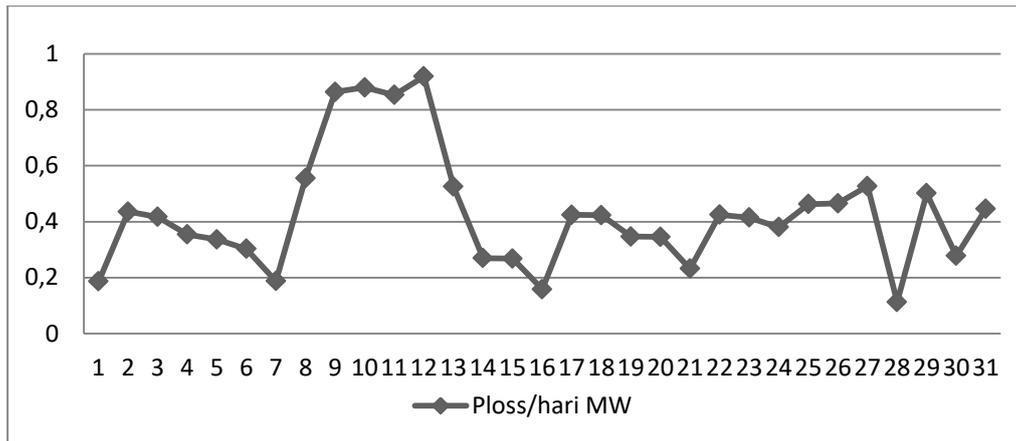
$$\begin{aligned}
 \text{Tanggal 5} &= \frac{(P_{\text{losses}} \text{ pukul } 10.00 \text{ WIB} + P_{\text{losses}} \text{ pukul } 19.00 \text{ WIB})}{2}
 \end{aligned}$$

$$= \frac{0,47672064 \text{ MW} + 0,38744496 \text{ MW}}{2}$$

$$E_{\text{losses/hari}} = 0,336548592 \times 24 \text{ jam} = 8,077166208 \text{ MWh}$$

Tabel 2. Hasil perhitungan P_{loss} (watt) ,rata-rata P_{loss} (watt) ,dan rugi energi perhari (MWh) pada bulan Januari 2018.

Tgl	Pukul 10.00 WIB	Pukul 19.00 WIB	Rata-rata P_{losses} (MW)	Rata-rata $E_{\text{losses/hari}}$ (MWh)
	P_{losses} (MW)	P_{losses} (MW)		
1	0,093961296	0,27909936	0,186530328	4,476727872
2	0,401983296	0,46952496	0,435754128	10,45809907
3	0,388804416	0,444771	0,416787708	10,00290499
4	0,232387584	0,47672064	0,354554112	8,509298688
5	0,285652224	0,38744496	0,336548592	8,077166208
6	0,335244624	0,27087084	0,303057732	7,273385568
7	0,10725	0,26815536	0,18770268	4,50486432
8	0,219929424	0,89139564	0,555662532	13,33590077
9	0,7028736	1,02441996	0,86364678	20,72752272
10	0,756577536	1,00335276	0,879965148	21,11916355
11	0,6596304	1,04570604	0,85266822	20,46403728
12	0,802840896	1,03503564	0,918938268	22,05451843
13	0,296964096	0,75393216	0,525448128	12,61075507
14	0,320246784	0,21916044	0,269703612	6,472886688
15	0,1868724	0,34935984	0,26811612	6,43478688
16	0,291280704	0,02629296	0,158786832	3,810883968
17	0,375845184	0,47311596	0,424480572	10,18753373
18	0,369447936	0,47672064	0,423084288	10,15402291
19	0,3322176	0,361836	0,3470268	8,3286432
20	0,291280704	0,40057776	0,345929232	8,302301568
21	0,142331904	0,32208876	0,232210332	5,573047968
22	0,442837824	0,40722624	0,425032032	10,20076877
23	0,429	0,40057776	0,41478888	9,95493312
24	0,291280704	0,46952496	0,380402832	9,129667968
25	0,366269904	0,55948464	0,462877272	11,10905453
26	0,3322176	0,59929344	0,46575552	11,17813248
27	0,812258304	0,24175296	0,527005632	12,64813248
28	0,050766144	0,175104	0,112935072	2,710441728
29	0,081551184	0,92127276	0,501411972	12,03388733
30	0,064583376	0,49127616	0,2777929768	6,670314432
31	0,3790644	0,51351984	0,44629212	10,71101088



Pada Tabel 2 dan grafik diatas dapat dilihat bahwa losses pada penyaluran daya bertegangan tinggi yang dikirim dari Gardu Induk Bumiayu ke Gardu Induk Balapulung mengalami naik turun kerugian yang cukup besar. Kehilangan daya tertinggi akibat losses pada bulan januari 2018 dari gardu induk Bumiayu ke Gardu Induk Balapulung waktu siang hari dengan nilai losses sebesar 0,812258304 MW terjadi tanggal 27 Januari. Untuk kehilangan daya terendah waktu siang hari dengan nilai losses sebesar 0,050766144 MW terjadi tanggal 28 Januari.

Kehilangan daya tertinggi pada waku malam hari dengan nilai losses sebesar 1,04570604 MW terjadi tanggal 11 Januari. Untuk kehilangan daya terendah waku malam hari dengan nilai losses sebesar 0,02629296 MW terjadi tanggal 16 Januari. Rata-rata kehilangan daya terendah pada bulan Januari 2018 terjadi tanggal 28 Januari dengan nilai losses sebesar 0,112935072 MW dan kehilangan kerugian tertinggi terjadi tanggal 12 Januari dengan nilai losses sebesar 0,918938268 MW.

Susut daya yang terjadi pada saluran Transmisi tegangan tinggi ini menunjukkan bahwa daya yang dikirm dari G.I Bumiayu ke G.I Balapulung tidak diterima seutuhnya. Rugi-rugi daya terjadi karena saat proses pengiriman, arus yang mengalir melebihi batas resisansi yang ditentukan maka akibatnya akan menimbulkan panas pada penghantar. Dengan nilai losses daya yang cukup besar, mengakibatkan kerugian energi lisrik pada dana penjualan oleh perusahaan pemasok lisrik PT.PLN (persero).

Kehilangan daya yang disebabkan oleh saluran transmisi tersebut menyebabkan energi lisrik yang disalurkan tidak terjual seutuhnya. Maka perusahaan tidak mendapatkan keuntungan secara finansial. Jika terjual dengan melihat tarif tenaga lisrik (TTL) pada bulan Januari 2018 dengan tarif dasar rata-rata terlampir pada tabel 3.

Tabel 3. Tarif tenaga listrik (TTL) pada bulan Januari 2018

Golongan tarif/daya listrik (VA)	Tarif Dasar listrik(/kWh)	Keterangan
R-1/450 VA	Rp.415	Subsidi
R-1/900 VA	Rp. 586	Subsidi
R-1/900 VA-RTM*	Rp. 1352	Non-Subsidi
R-1/1300VA	Rp. 1467,28	Non-Subsidi
R-1/2200VA	Rp. 1467,28	Non-Subsidi
R-1/3500 VA, 4400 VA, 5500 VA	Rp. 1467,28	Non-Subsidi
R-1/6600 VA-200 kVA	Rp. 1467,28	Non-Subsidi
Rata-rata tarif listrik	Rp. 1174,59 kWh	

*)Rumah tangga mampu

Pada tabel 3 diatas menunjukkan hasil dari rata-rata tarif dasar listrik bersubsidi dan non subsidi pada bulan Januari 2018. Dengan memperhatikan titik acuan diatas dapat memperkirakan besar dana kerugian yang di keluarkan oleh PT.PLN (persero) akibat adanya losses pada jaringan transmisi dari gardu induk Bumiayu ke gardu induk Balapulang. Dengan melihat rata-rata tarif dasar listrik pada bulan Januari 2018 sebesar Rp. 1174,59 kWh dapat diketahui biaya listrik yang hilang perhari dengan menggunakan persamaan :

$$\text{Biaya listrik} : (E \times 1000) \times \text{TTL}$$

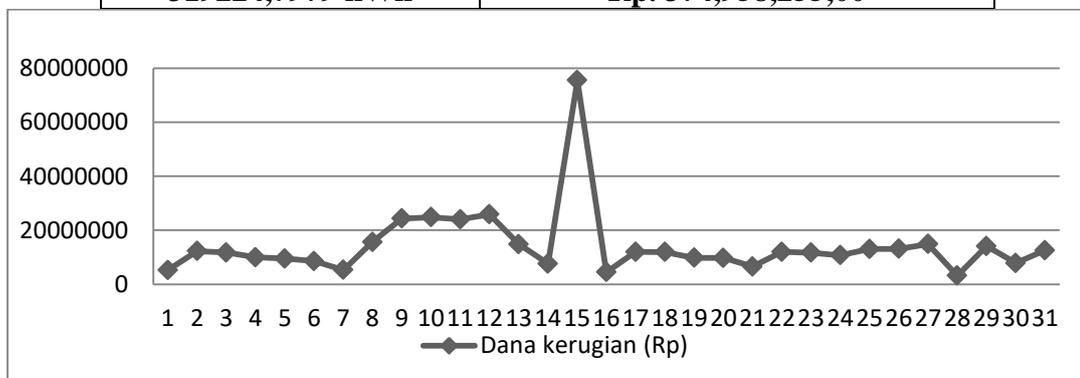
Perhitungan Anggaran Biaya Listrik yang Hilang Perhari Akibat Susut daya.

Tanggal 1	= 4,476727872 MWh x 1000	= 4476,727872 kWh x Rp. 1174,59	= Rp. 5.258.319,791
Tanggal 2	= 4,476727872 MWh x 1000	= 10458,09907 kWh x Rp. 1174,59	= Rp. 12.283.978,59
Tanggal 3	= 4,476727872 MWh x 1000	= 10002,90499 kWh x Rp. 1174,59	= Rp. 11.749.312,17
Tanggal 4	= 4,476727872 MWh x 1000	= 8509,298688 kWh x Rp. 1174,59	= Rp. 9.994.937,146
Tanggal 5	= 4,476727872 MWh x 1000	= 8077,166208 kWh x Rp. 1174,59	= Rp. 9.487.358,656

Tabel 4. Data perkiraan kerugian dana oleh PT.PLN (persero) dengan menggunakan tarif dasar listrik rata-rata Rp. 1174,59 kWh.

Tgl	P _{losses} (MWh)	P _{losses} (kWh)	Dana Kerugian (Rp)
1	4,476727872	4476,727872	5258319,791
2	10,45809907	10458,09907	12283978,59
3	10,00290499	10002,90499	11749312,17
4	8,509298688	8509,298688	9994937,146
5	8,077166208	8077,166208	9487358,656
6	7,273385568	7273,385568	8543245,954
7	4,50486432	4504,86432	5291368,582
8	13,33590077	13335,90072	15664215,68

9	20,72752272	20727,52272	24346340,91
10	21,11916355	21119,16355	24806358,32
11	20,46403728	20464,03728	24036853,55
12	22,05451843	22054,51843	25905016,81
13	12,61075507	12610,75507	14812466,8
14	6,472886688	6472,886688	7602987,975
15	6,43478688	6434,78688	75583236,321
16	3,810883968	3810,883968	4476226,2
17	10,18753373	10187,53373	11966175,24
18	10,15402291	10154,02291	11926813,77
19	8,3286432	8328,6432	9782741,016
20	8,302301568	8302,301568	9751800,399
21	5,573047968	5573,047968	6546046,413
22	10,20076877	10200,76877	11981720,99
23	9,95493312	9954,93312	11692964,89
24	9,129667968	9129,667968	10723616,7
25	11,10905453	11109,05453	13048584,36
26	11,17813248	11178,13248	13129722,63
27	12,64813248	12648,13517	14856373,09
28	2,710441728	2710,441728	3183657,749
-29	12,03388733	12033,88733	14134883,72
30	6,670314432	6670,314432	7834884,629
31	10,71101088	10711,01088	12581046,27
Total P_{losses} 319224,7979 kWh		Total dana kerugian Rp. 374,958,255,00	



Dengan melihat Tabel 4 dan perbandingan grafik diatas, dapat diketahui kerugian yang terjadi pada saat pengiriman daya dari gardu induk Bumiayu sampai gardu induk Balapulang selama 31 hari pada bulan Januari mengalami lonjakan naik turun, kerugian daya sebesar 319224,7979 kWh. Total kerugian yang ditanggung oleh PT.PLN (persero) pada bulan Januari cukup besar yaitu Rp.374,958,255,00 besar dana tersebut didapatkan dari melihat daya yang hilang selama 31 hari (kWh) dengan dikalikan biaya rata-rata tarif tenaga listrik per kWh, maka didapatkan nilai kerugian yang terjadi saat pengiriman energi dari gardu induk Bumiayu sampai gardu induk Balapulang. Susut daya terjadi karena proses penyaluran energi yang tidak

tersalurkan dan diterima seutuhnya oleh penerima hal ini dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti panjang saluran resistansi penghantar dan gangguan lainnya. Untuk mengurangi rugi-rugi daya yaitu dengan menaikkan tegangan dari pusat pembangkit.

4. PENUTUP

Berdasarkan analisa hasil perhitungan dan pembahasan susut daya pada saluran transmisi udara tegangan tinggi 150 KV dari Gardu Induk Bumiayu sampai ke Gardu Induk Balapulang dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Susut daya terendah yang terjadi selama bulan Januari (31 hari) 2018 pada siang hari terjadi tanggal 28 Januari dengan nilai kerugian mencapai 0,050766144 MW. Rugi-rugi daya terendah pada malam hari terjadi pada tanggal 16 Januari dengan nilai kerugian mencapai 0,02629296 MW lebih besar dari siang hari yaitu sebesar 0,050766144 MW. Untuk rugi-rugi daya tertinggi pada siang hari terjadi tanggal 27 Januari dengan nilai kerugian mencapai 0,812258304 MW. Rugi-rugi daya tertinggi pada malam hari terjadi pada tanggal 11 Januari dengan nilai kerugian mencapai 1,04570604 MW.
2. Peneliti menunjukkan bahwa jumlah perhitungan kerugian secara finansial untuk rugi rugi daya keseluruhan yang terjadi selama satu bulan mencapai nilai total losses 319224,7979 kWh dan total dana kerugian yang ditanggung dari pihak PT.PLN (persero) mencapai nilai Rp. 374,958,255,00

Persantunan

Alhamdulillah, puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT karena atas karunia dan nikmat-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan penelitian tugas ahir. Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada pihak-pihak yang senantiasa meluangkan waktu untuk memberikan dukungan dalam menyelesaikan tugas akhir sebagai berikut :

1. Kedua orang tua yang selalu memberikan dukungan baik moril maupun materil, serta Do'a yang tiada henti – hentinya.
2. Pihak PT. PLN (Persero) APP Purwokero yang telah membantu memberikan izin pencarian data penelitian di Gardu Induk Bumiayu
3. Bapak Umar S.T. M.T selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro UMS.
4. Bapak Ir. Jatmiko M.T selaku dosen pembimbing.
5. Bapak Imam selaku pembimbing yang membantu dan memberikan penjelasan dalam pengambilan data pada Gardu Induk Bumiayu 150 KV Purwokerto.
6. Muhammad Yanuar Firdaus yang selalu tiada henti memberikan bantuan dan semangat.
7. Kepada teman-teman Elektro angkatan 2014 yang telah memberikan dukungan, motivasi dan selalu memberikan arahan tentang mengerjakan Tugas Akhir ini.k

DAFTAR PUSTAKA

- Abdul Kadir. 1996, *Pembangkit Tenaga Listrik*. Pradnya Paramita: Jakarta.
- Alexandra Von Meter.2006, IEE Press *Electric Power System*. Canada
- Alfian Dearsila.2016,*Studi Perkiraan Susut Energi dan Daya Listrik pada Jaringan Transmisi Tegangan Tinggi 150 KV Jajar-Mangkunegaran Studi kasus pada PT.PLN (Persero) APP Salatiga*. Universitas Muhammadiyah Surakarta
- Alumona T. L, (2014).*Overview of Losses and Solutions in Power Transmission Lines. Network and Complex System*. Vol 8, No 4.
- Arismunadar Artono dan S Kuwahara.1993,*Teknik Tenaga Listrik Jilid II Saluran Transmisi*. Pradnya Paramita: Jakarta.
- Bonggal.L.Tobing.2003, *Peralatan Tegangan Tinggi*.Gramedia Pustaka Utama: Jakarta
- Dan Suriyamongkol.2002, *Non-Technical Losses In Electrical Power Systems*.Ohio University
- Listrik.ORG.(2018). *Tarif Dasar Listrik PLN Januari 2018*. <http://listrik.org/pln/tarif-dasar-listrik-pln/>
- NJ.Maickel Teuguch.2015.*Analisa Rugi-Rugi Daya Pada Jaringan Distribusi Di PT.PLN (Persero) Palu*. Universitas Sam Ratulangi Manado
- .