

Analisis Teknis dan Ekonomis Pemeliharaan Peralatan Saluran Udara Tegangan Menengah (Sutm) PT. PLN (Persero) Up3 Makassar Utara

Andi Muh Faiz Ramadhan¹, Salsah Lutvi Ramadani², Adriani³,
Andi Abd Halik Lateko⁴

^{1,2,3,4}Prodi Teknik Elektro Fakultas Teknik universitas Muhammadiyah Makassar

e-mail: Andiadam9999@gmail.com¹, Salsahlutvi@gmail.com²,
andriani@unismuh.ac.id³, halik@unismuh.ac.id⁴

Abstract

Electricity service providers are anticipated to be able to improve standard of products and services. One of the things that can reduce product quality is losses that arise in the electric power network. One of the causes of this energy loss is due to the decreased quality of electrical equipment which disrupts the reliability of electricity supply services to customers. Proper maintenance of electrical equipment can improve the quality of the electrical system. This study discusses the effect of maintenance on suppressing energy losses in transformers and insulators in Polda crossings at PT. PLN (PERSERO) UP3 Makassar Utara and comparison of maintenance costs to losses in electrical equipment. This study employed a descriptive analytical methodology. The calculation results show that the transformer losses in a month are 31,173kWh. The insulator losses can be reduced to 11.51 MWh. For the pin type and 15.29MWh for the pin post per month by carrying out maintenance. The total loss of the transformer and insulators feeding the Polda without maintenance within one month is Rp. 61,280.125 kWh and with maintenance it is 33,627.23 kWh. Comparison of the total maintenance costs SUTM equipment for shrinkage in Polda feeders per year with maintenance of Rp. 613,189,606, - while without maintenance Rp. 2,730,411,996, -

Keywords: *Depreciation, Maintenance, Transformer, Isolator*

Abstrak

Penyedia jasa tenaga listrik harus mampu meningkatkan standar barang dan jasanya. Kerugian-kerugian yang terjadi pada jaringan energi menjadi salah satu faktor yang mungkin menurunkan kualitas produk. pelanggan. Perawatan peralatan listrik yang benar dapat meningkatkan kualitas sistem kelistrikan. PLN (PERSERO) UP3 Makassar Utara vs perbandingan rugi-rugi dan biaya pemeliharaan listrik. Metode analisis deskriptif digunakan dalam penelitian ini. Melalui hasil perhitungan, rugi-rugi trafo selama satu bulan adalah 31.173 kWh. Rugi-rugi isolator dapat ditekan hingga 11,51 MWh. Untuk jenis pen dan tiang pen, konsumsi pemeliharannya sebesar 15,29 MWh per bulan. Total kerugian trafo dan isolator yang menyuplai Polda sebesar Rp61.280,125 kWh dalam waktu satu bulan tanpa perawatan dan 33.627,23 kWh dengan perawatan. Perbandingan total biaya perawatan tahunan alat SUTM untuk penyusutan penyulang Polda (dengan perawatan) Rp 613.189.606,- dan tanpa perawatan Rp 2.730.411.996,-

Kata kunci: *Penyusutan, Pemeliharaan, Trafo, Isolator*

PENDAHULUAN

Persyaratan teknis untuk sistem distribusi listrik yang kompeten harus dipenuhi, begitu juga dengan pertimbangan ekonomis dan dapat diandalkan. Namun permasalahan yang paling mendasar dalam distribusi tenaga listrik adalah bahwa hal tersebut berdampak pada

kontinuitas dan aksesibilitas tenaga listrik bagi pengguna. Sesuai UU Nomor 30 Tahun 2009 mengenai Ketenagalistrikan Pasal 28 PT PLN (Persero) menjadi penyedia jasa ketenagalistrikan diharapkan mampu meningkatkan mutu barang dan jasa (UU No.30 Tahun 2009 Tentang Ketenagalistrikan).

Sistem jaringan distribusi merupakan tempat terjadinya sebagian besar kehilangan energi pada sistem tenaga listrik. Memburuknya kondisi peralatan listrik yang berdampak pada kehandalan layanan penyediaan tenaga listrik bagi pengguna menjadi salah satu penyebab hilangnya energi tersebut.

Aspek keekonomian dipengaruhi oleh hilangnya energi pada sistem kelistrikan. Kehilangan energi yang besar bersifat boros dan dapat mengakibatkan hilangnya energi pada sistem kelistrikan. Tindakan untuk meningkatkan kualitas sistem kelistrikan, salah satu tindakan pemeliharaan untuk meningkatkan kualitas sistem kelistrikan akan menurunkan masa manfaat peralatan yang terkena dampak.

Salah satu hal yang paling penting untuk direncanakan ketika mengelola sistem tenaga listrik adalah pemeliharaan karena program pemeliharaan peralatan yang solid akan memungkinkan sistem tenaga listrik berjalan dengan lancar, sehingga kebutuhan pelanggan akan energi listrik yang sangat andal dapat terpenuhi. Selain itu, tingginya biaya peralatan sistem tenaga listrik dan pengeluaran sistem tenaga listrik yang besar mendorong perlunya pemeliharaan peralatan. Peralatan listrik memerlukan pemeliharaan karena berbagai alasan, termasuk fakta bahwa peralatan tersebut sangat penting untuk berfungsinya sistem kelistrikan. Misalnya, gangguan listrik yang disebabkan oleh gangguan perangkat banyak terjadi di Makassar.

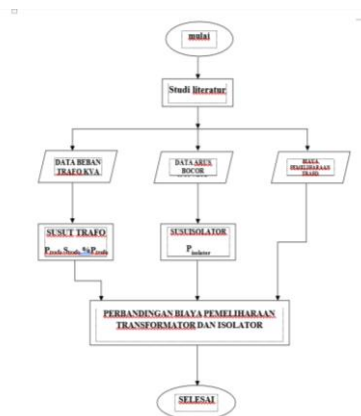
Gangguan pada peralatan tersebut menjadi permasalahan dari sistem pengoprasian listrik sehingga Penulis berupaya untuk mengetahui berapa biaya pemeliharaan peralatan listrik SUTM. Karena kehilangan energi terhadap jaringan distribusi cukup besar dan pemeliharaan akan mempunyai pengaruh yang signifikan dalam mengurangi kehilangan energi dan memperbaiki kondisi sistem, maka jaringan ini dipilih sebagai studi kasus.

METODE

Penelitian ini dilakukan selama 2 bulan (juli-agustus) Tahun 2023 serta jenis kegiatan dimana dijalankan melalui survey lokasi serta pengambilan Data.

Data sekunder penelitian ini berasal dari PT PLN (PERSERO) Up3 Makassar Utara, khususnya informasi terkait penelitian di bawah ini.

1. Single line diagram JTM system distribusi penyulang polda PT.PLN (PERSERO) UP3 makassar utara
2. Data tehnis komponen jaringan distribusi penyulang polda berupa data impedansi saluran, isolator, induktor, dan transformator
3. Data Panjang saluran dan arus pada saluran
4. Data beban trafo per-gardu penyulang polda
5. Biaya pemeliharaan peralatan listrik berupa biaya pemeliharaan transformator.



Gambar 1. Flowchart Perangkat Penghematan

Diagram ini menampilkan keputusan dan tindakan yang diambil untuk melaksanakan prosedur program.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan Susut

1. Perhitungan susut transformator

Dengan menggunakan rugi-rugi besi dan tembaga serta informasi beban transformator, rugi-rugi transformator diperkirakan menggunakan persamaan (2.5) serta (2.6). Tabel di bawah menunjukkan bagaimana rugi-rugi transformator ditentukan.

$$P_{trafo} = [P_{besi} + P_{tembaga} \times (\frac{kVA_{load}}{kVA_{rated}})^2] \quad (5)$$

$$S_{trafo} = \frac{P_{trafo}}{pf} \quad (6)$$

Tabel 1. Perhitungan Susut Transformator

No.	Gardu	Susut transformator (kVA)	Kapasitas transformator (kVA)	Susut Transformator (%)
1	KMBSC	2,31907359	200 kVA	1,159537
2	UBBB	2,26783594	250 kVA	0,907134
3	KPPCG	0,515355294	100 kVA	0,515355
4	UBAZ	2,322188235	250 kVA	0,928875
5	UPAH	3,223222059	400 kVA	0,805806
6	UPAH 1	0,512905098	100 kVA	0,512905
7	KPPBC	1,929313725	160 kVA	1,205821
8	UPAG 1	1,833729412	200 kVA	0,916865
9	UPAG	1,1749	200 kVA	0,58745
10	-	0,579617255	100 kVA	0,579617
11	UPBW	0,736086523	315 kVA	0,233678
12	UPBW 1	2,105882235	160 kVA	1,316176
13	KPPKT	1,97878314	200 kVA	0,989392
14	KPCKJ	0,261254902	100 kVA	0,52251
15	UPDP 1	1,424901961	160 kVA	0,890564
16	UPDP	2,347898039	250 kVA	0,939159
17	UPBY	3,998128992	400 kVA	1,205821
18	UPJB	3,643174603	315 kVA	1,156563
19	UPBC 3	2,25394551	250 kVA	0,910347
20	KPOAY 1	1,31127451	200 kVA	0,951532
21	KPOAY	1,55245099	200 kVA	0,819547
Total		33,71		1805,47

Pada tabel perhitungan susut transformator dan didapatkan dengan rata-rata 1805,47%

2. Perhitungan susut isolator

a. Isolator terpolusi

Selama sebulan (30 hari), jumlah energi yang hilang akibat arus bocor pada isolator yakni:

b. Type pin type

$$= 1,5 \times \frac{20kV}{\sqrt{3}} \times 30 \times 24$$

$$= 12.570 \text{ KWh}$$

c. Type pin post

$$= 2 \times \frac{20kV}{\sqrt{3}} \times 30 \times 24$$

$$= 16.650 \text{ KWh}$$

Nilai susut isolator terpolusi bias diperhatikan tabel dibawah:

Jenis Isolator	Susut Isolator KWh
<i>Type pin type</i>	12.570
<i>pin post type</i>	16.650

Pada tabel ini perhitungan susut isolator pada saat isolator tersebut terpolusi.

d. Isolator terpolusi

Banyaknya energi yang hilang sebab arus bocor isolator dengan masa 1 bulan (30 hari) yakni:

1) *Type pin type*

$$= 0,125 \times \frac{20kV}{\sqrt{3}} \times 30 \times 24$$

$$= 1.0390 \text{ KWh}$$

2) *Type pin post*

$$= 0,16 \times \frac{20kV}{\sqrt{3}} \times 30 \times 24$$

$$= 1.330 \text{ KWh}$$

Tabel 3. Susut Isolator bersih

Jenis Isolator	Susut Isolator KWh
<i>Type pin type</i>	1.0390
<i>pin post type</i>	1.330

Perbandingan Pemeliharaan dengan Susut Energi

1. Kehilangan energi transformator dibandingkan dengan kehilangan energi pemeliharaan.

Tabel 4.9 menunjukkan akibat kerugian trafo pengumpan bagi polda. Berdasarkan statistik, kehilangan energi trafo gardu distribusi penyulang Polda bervariasi antar 0,2% hingga 1,3%. Total ukuran trafo harian penyulang Polda sebesar 1805,47 KWh:

$$= \sqrt{3} \times V_{1-1} \times I \times \cos\phi$$

$$= \sqrt{3} \times 20kV \times 8.272,8 \text{ A} \times 0,85$$

$$= 243.592,3 \text{ k Watt}$$

Kehilangan energi selama 1 hari didalam rupiah yakni Rp. 872.844 jika harga energi Rp. 480/kWh, serta 50% melalui biaya listrik yakni biaya tetap berjumlah Rp. 473. Hilangnya energi konduktor dan inti agak sulit dikendalikan. Kehilangan energi pada inti dan konduktor dapat dikurangi dengan pengendalian beban yang efektif.

Ketergantungan sistem juga dipengaruhi oleh trafo distribusi. Apabila penyaluran energi listrik terhenti karena trafo yang rusak atau tidak berfungsi, maka PLN mengalami kerugian. Skenario apakah dilakukan pemeliharaan seperti dijelaskan pada tabel 4 dan jika trafo dibiarkan (tanpa pemantauan dan pemeliharaan) akan ditinjau di bawah ini. Temuan penelitian menunjukkan adanya perbedaan dalam bentuk ekuivalen keuntungan:

Tabel 4. Perbandingan Nilai rugi-rugi transformator dengan biaya pemeliharaan penyulang polda

Tanpa pemeliharaan	Jumlah	Dengan pemeliharaan	Jumlah
Rugi-rugi akibat gangguan transformator yang menyebabkan padamnya suplay energi yang tiba-tiba (diasumsikan terjadi 2 gangguan dalam setahun dengan lama perbaikan 3 jam per-gangguan)	Rp.1.112.486.034,-	Biaya oprasi untuk pemeriksaan kondisi trafo	
= (2 × 243.592,3kWatt × 3 jam × Rp. 840) – (243.592,3kWatt × Rp. 473)	Rp.23.986.500,-	Filtering minyak trafo (255 ltr X Rp.3000)	Rp.765.000,-
Biaya perbaikan transformator 3 fasa 250 kVA	=Rp.23.986.500,-	Pergantian minyak trafo(255 ltr X 22.500)	Rp.5.737.000,-
		Pergantian sumpling minyak trafo (41 buah X Rp.75.000)	Rp.3.075.000,-
		Pengujian sampling minyak trafo (41 buah X 50.000)	Rp.2.050.000,-
		Biaya pemeliharaan predictive maintenance=41 buah X Rp.5.974.000	Rp.529.925.000,-
Total	Rp.1.136.472.534,-	Total	Rp.541.552.500,-

Pada tabel perbandingan rugi-rugi transformator dengan biaya pemeliharaan pada saat dengan pemeliharaan dan pada saat tidak dengan pemeliharaan.

Perbandingan Susut Energi Susut Energi Transformator Dengan Pemeliharaan

Jika biaya listrik Rp 840/KWh, rugi-rugi isolator tiap penyulang pada tiga fasa dibandingkan setiap bulannya.

1. Kondisi terpolusi

a. Pin type:

$$12.570 \text{ KWh} \times \text{Rp } 840 = 31.647.000,-$$

b. Pin post type:

$$16.650 \text{ KWh} \times \text{Rp } 840 = 41.885.400,-$$

2. Kondisi bersih

a. Pin type:

$$1.0930 \text{ KWh} \times \text{Rp } 840 = 2.618.280,-$$

b. Pin post type:

$$1.330 \text{ KWh} \times \text{Rp } 840 = 3.351.600,-$$

Tabel 5. Susut Isolator dalam rupiah

Jenis Isolator	Kondisi terpolusi (Rp)	Kondisi bersih (Rp)
Type pin type	31.647.000,-	2.618.280,-
pin post type	41.885.400,-	3.351.600,-

Pemeliharaan isolator 20kV bisa mengurangi kehilangan energi 1% sekaligus menurunkan kemungkinan kegagalan karena isolator tidak berfungsi, sehingga mengurangi kerugian akibat energi listrik yang tidak tersalurkan.

Tabel 6. perbandingan nilai susut peralatan terhadap pemeliharaan

Peralatan Listrik	Dengan Pemeliharaan		Tanpa pemeliharaan	
	Nilai susut/ bulan	Biaya ekonomis/ Tahun	Nilai susut/ bulan	Biaya ekonomis/ Tahun
Transformator	31.173 kWh/bulan	Rp.541.552.500,-	31.173 kWh	Rp.1.136.472.534,-
isolator	Type pin type 1.039 KWh	Rp 31.419.360,-	Type pin type 12.570 KWh	Rp 379.764.000,-
	Type pin post 1.330 KWh	Rp 40.219.200,-	Type pin post 16.620 KWh	Rp 502.624.800,-
total	33.627,23 kWh	Rp613.189.060,-	61.280,125 kWh	Rp.2.018.573.334,-

SIMPULAN

Melalui analisa dimana sudah dijalankan bisa disimpulkan jika:

1. PLN bisa menghemat Rp. 651.658.662 per bulan untuk biaya perawatan trafo dan memperoleh keuntungan berjumlah Rp. 594.920.034 setiap tahun. Sementara itu, PLN dapat mengurangi pengeluaran tahunan untuk pemeliharaan isolator sebesar Rp. 462.369.600 untuk isolator tipe tiang dan Rp. 348.092.640 agar isolator tipe pin. total keuntungan yang diperoleh PLN dengan menjalankan pemeliharaan pada SUTM pertahunnya Rp.2.057.040.93
2. Susut transformator pada penyulang polda PT.PLN (persero)UP3 Makassar Utara sebesar 31.173kWh dalam satu bulan. Kehilangan energi isolator agar jenis pin tupe serta pin post masing-masing berjumlah 12.550 KWh serta 16.620 KWh tiap bulan, dalam keadaan tercemar. Tanpa pemeliharaan, kerugian peralatan bulanan mencapai 61.280.152 kWh. Untuk isolator tipe pin dan tipe tiang pin, kehilangan energi bulanan dapat dikurangi masing-masing menjadi 11,511 KWh dan 15,290 KWh. Saat pemeliharaan dilakukan, total kerugian bulanan sebesar 27.652,92kWh.

DAFTAR PUSTAKA

- Sianipar,S. 2011."analisis Jatuh Tegangan dan Rugi-Rugi pada penyulang dengan menggunakan ETAP". Universitas Sumatra Utara.
- Formula perhitungan susut (DC-FY) "Formula Dan Dampak Terhadap Oprasional PLN" No.2785-2017,Palembang, 2017
- Komari.1992, Pedoman Perhiungan Susut Teknis Jaringan", Lokakarya XI pembukuan PLN Pakpahan, Parouli M. dkk, 1997. *Seminar Manejemen Perawatan Peralatan Listrik*, Semarang 1997
- Standar Nasional Indonesia (SNI 04-0225-2000) Persyaratan Umum instalasi listrik 2000 (PUIL 2000)
- SPLN D3.002-1 tahun 2017
- Surat edaran Direksi PT.PLN (persero)Nomor:040.E/152/DIR/1999 TUL III-119 UU NO.30 Tahun 2009 tentang ketenagalistrikan TUL III-09 Buletin meteorologi agustus 2023 Formula perhitungan susut (DC-FY)