

## Analisa Keandalan SUTT 150 kV Berdasarkan Indeks Keandalan Sistem Transmisi Pada PT. PLN (Persero) Tragi Payakumbuh

**Erhaneli\*, Brayove Hendro**  
 Institut Teknologi Padang, Padang  
 E-mail: [erhanelimarzuki@gmail.com](mailto:erhanelimarzuki@gmail.com)

### ABSTRACT

*The electrical power system on the island of Sumatra that has been increasing from year to year due to population growth in line with economic growth have led to transfer terjadi. Hal power from the plant to the central area of the higher load. SUTT (High Voltage Air Channel) is one medium of transmission of electrical energy the most widely used. Disturbances on the transmission line can hamper power supply of electrical energy. Disturbances on the transmission line caused by diverse causes. One cause of the disorder is lightning. This paper analyze the reliability of Line High Voltage (SUTT) 150 kV transmission system reliability index based on PT. PLN (Persero) Tragi Payakumbuh. From the calculation and analysis found that the reliability of the transmission system TLOD index is still below the target set by PLN. While the transmission system reliability index exceeded the target set TLOF PLN. And the most common cause during 2015 was the lightning that as many as 12 times with long blackouts 3, 32 hours and not channeled load of 188 160, kWh. To minimize the amount of interference that occurs is expected that the electricity providers improve maintenance schedules and improve knowledge tentang interference caused by lightning so that energy can not be channeled minimized.*

Keywords: *Transmission line, TLOD, TLOF, disorders, lightning*

### ABSTRAK

Sistem tenaga listrik di Pulau Sumatera yang sudah semakin meningkat dari tahun ketahun akibat pertumbuhan penduduk sejalan dengan pertumbuhan ekonomi yang terjadi. Hal ini menyebabkan transfer daya dari daerah pusat pembangkit ke daerah pusat beban semakin tinggi. SUTT (Saluran Udara Tegangan Tinggi) merupakan salah satu media transmisi energi listrik yang paling banyak digunakan. Gangguan pada saluran transmisi dapat berakibat pada terhambatnya pasokan tenaga energi listrik. Gangguan pada saluran transmisi disebabkan oleh penyebab yang beragam. Salah satu penyebab gangguan adalah petir. Paper ini menganalisa keandalan Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT) 150 kV berdasarkan Indeks keandalan sistem transmisi pada PT. PLN (Persero) Tragi Payakumbuh. Dari hasil perhitungan dan analisa didapatkan bahwa Indeks keandalan sistem transmisi TLOD masih di bawah target yang ditetapkan PLN. Sedangkan Indeks keandalan sistem transmisi TLOF melampaui target yang ditetapkan PLN. Dan penyebab gangguan paling banyak selama tahun 2015 adalah petir yaitu sebanyak 12 kali dengan lama pemadaman 3, 32 jam dan beban tidak tersalur sebesar 188.160, kWh. Untuk meminimalisir jumlah gangguan yang terjadi diharapkan pihak penyedia listrik meningkatkan jadwal pemeliharaan dan meningkatkan pengetahuan tentang gangguan yang disebabkan oleh petir agar energi tak tersalur dapat ditekan sekecil mungkin.

Kata Kunci: *Transmisi, TLOD, TLOF, gangguan, petir*

### 1. PENDAHULUAN

Pada era globalisasi ini energi listrik sudah merupakan suatu kebutuhan yang wajib, baik untuk industri, komersial maupun perumahan masyarakat. Perkembangan sektor industri akan meningkat seiring laju pertumbuhan perkotaan dan pedesaan, sehingga kebutuhan energi listrik akan semakin bertambah. Penyaluran tenaga listrik keseluruh daerah merupakan salah satu tanggung jawab penyedia dan pengelola tenaga listrik dalam hal ini (PLN) untuk memenuhi permintaan tenaga listrik diberbagai daerah. Penyaluran tenaga listrik ini menggunakan saluran transmisi tegangan ekstra tinggi dan tegangan tinggi.

Keandalan merupakan tingkat keberhasilan kinerja suatu sistem atau bagian dari sistem tenaga listrik, untuk dapat memberikan hasil yang lebih baik pada periode waktu dan dalam kondisi operasi tertentu. Untuk dapat menentukan tingkat keandalan dari suatu sistem, harus diadakan pemeriksaan dengan cara melalui perhitungan maupun analisa terhadap tingkat keberhasilan kinerja atau operasi dari sistem yang ditinjau, pada periode tertentu kemudian membandingkannya dengan standar yang ditetapkan sebelumnya.

Keandalan tenaga listrik adalah menjaga kontinuitas penyaluran tenaga listrik kepada pelanggan terutama pelanggan daya besar yang

membutuhkan kontinuitas penyaluran tenaga listrik secara mutlak. Apabila tenaga listrik tidak tersalurkan akan mengakibatkan proses produksi dari pelanggan besar tersebut terganggu. Struktur jaringan tegangan tinggi memegang peranan penting dalam menentukan keandalan penyaluran tenaga listrik karena jaringan yang baik dapat menyalurkan listrik secara kontinu.

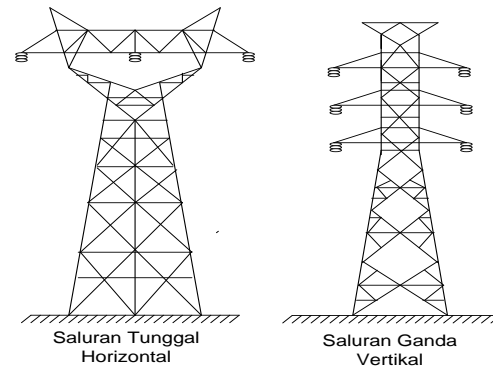
## 2. KEANDALAN TRANSMISI

Menara atau tiang transmisi (gambar 1) adalah suatu bangunan penopang saluran transmisi yang bisa berupa menara baja, tiang baja, tiang beton bertulang dan tiang kayu. Untuk saluran transmisi dengan tegangan kerja relatif rendah (dibawah 70 kV) pada umumnya menggunakan tiang-tiang baja, beton atau kayu. Sedangkan untuk saluran transmisi tegangan tinggi dan ekstra tinggi menggunakan menara baja. Menara baja dibagi sesuai dengan fungsinya yaitu: menara dukung menara sudut, menara ujung, menara pencabangan dan menara transposisi.

Gangguan yang sering terjadi pada sistem transmisi saluran udara tegangan tinggi adalah gangguan sementara dan gangguan permanen. Gangguan sementara berkisar antara 80-90% sisanya gangguan permanen. Gangguannya seperti surja petir. Gangguan diminimumkan dengan memasang relai yang mampu mentrip dan menutup kembali secara cepat yaitu AR (Autorecloser Relay) agar kesinambungan pasokan tenaga listrik tetap terjaga serta batas stabilitas tetap terpelihara. Sedangkan gangguan permanen biasanya membutuhkan waktu lama dalam penanganannya karena diselesaikan secara manual seperti:

1. Menyambung konduktor yang putus, jumperan yang putus, atau tower roboh.
2. Membersihkan jaringan dari pohon yang menimpanya.
3. Melakukan manuver untuk memulihkan kembali.

Dibandingkan saluran udara, gangguan sementara pada saluran bawah tanah lebih sedikit dan sebagian merupakan gangguan permanen. Tugas utama sistem proteksi dalam sistem tenaga listrik adalah mengatasi gangguan yang terjadi pada sistem, oleh karena itu sistem proteksi dalam sistem transmisi mempunyai tujuan utama yaitu: meminimalkan lamanya gangguan dan jumlah pelanggan yang terkena gangguan. Sedangkan tujuan kedua adalah Menghilangkan bahaya akibat gangguan secepat mungkin dan mengisolir gangguan.



Gambar 1 Menara transmisi

Tujuan pemasangan peralatan proteksi seperti di atas harus dipenuhi karena gangguan-gangguan yang terjadi sangat berpengaruh terhadap keandalan sistem transmisi dalam memberikan pelayanan yang kontinu dan aman, karena pada akhirnya frekuensi gangguan dan lamanya gangguan merupakan salah satu parameter yang menentukan nilai keandalan sistem.

Berdasarkan kriteria gangguan terbagi menjadi 3 (tiga) macam yaitu:

### 1. *System Fault Controllable*

Gangguan pada peralatan yang berkaitan langsung dengan tegangan sistem dan dapat menimbulkan arus hubung singkat pada sistem tenaga listrik yang disebabkan oleh hal-hal yang dapat dikendalikan atau diprediksi sebelumnya. Contohnya seperti gangguan alat, pohon, gangguan penyulang karena salah koordinasi, dan lain-lain.

### 2. *System Fault Uncontrollable*

Gangguan pada peralatan yang berkaitan langsung dengan tegangan sistem dan dapat menimbulkan arus hubung singkat pada sistem tenaga listrik yang disebabkan oleh hal-hal yang tidak dapat dikendalikan atau diprediksi sebelumnya. Contohnya seperti gangguan karena petir, PFL, binatang di transmisi, Layang-layang, Pembangkit, Bencana Alam dan lain-lain.

### 3. *Non-System Fault Controllable*

Gangguan pada peralatan yang tidak berkaitan langsung dengan tegangan sistem, tetapi mentripkan PMT. Contohnya adalah anomali relai yang menyebabkan trip PMT, kebocoran SF<sub>6</sub>, SC pada alat bantu dan lain.

Lebih dari beberapa dekade, sistem saluran transmisi sangat dipertimbangkan dari segi keandalan ataupun pemodelan keandalan dibandingkan sistem lainnya. Hal ini dikarenakan sistem saluran transmisi memiliki biaya investasi yang besar dan kegagalan pada saluran transmisi dapat menyebabkan dampak yang sangat luas untuk kehidupan manusia dan lingkungannya.

Sistem evaluasi keandalan yang digunakan pada saluran transmisi memiliki parameter-parameter sebagai berikut yaitu: pemadaman rata-rata (Rs), kegagalan rata-rata ( $\lambda$ ), dan waktu pemadaman rata-rata (Us). Secara matematis adalah sebagai berikut.

$$\lambda_s = \frac{f}{T} \quad \text{dan} \quad U_s = \frac{\sum t}{T} \quad (1)$$

dimana:

- $\lambda_s$  = jumlah kegagalan (frekuensi/12 bulan)
- $U_s$  = Waktu pemadaman rata-rata
- f = jumlah kegagalan selama selangwaktu
- t = Lama pemadaman/gangguan (jam)
- T = Jumlah lamanya rentang waktu

Kedua indeks diatas sangat penting, namun tidak dapat memberikan respon sistem secara lengkap. Oleh karena itu untuk melihat respon dan sifat sistem diperlukan suatu indeks keandalan tambahan yang bisa memberikan gambaran perilaku dan tanggapan dari sistem. Indeks tambahan yang sering digunakan untuk mengevaluasi keandalan sistem tersebut adalah indeks berorientasi pada pelanggan dan indeks berorientasi pada beban serta energi. Dalam paper ini digunakan indeks keandalan sistem berorientasikan pada pelanggan yakni seperti Transmission Line Outage Duration (TLOD) dan Transmission Line Outage Frequency (TLOF). Untuk mengetahui nilai TLOD dan TLOF, terlebih dahulu perlu dihitung:

1. Jumlah Panjang SUTT 150 Kv

2. Laju Kegagalan Rata-rata ( $\lambda_s$ )

$$\lambda_s = \frac{f}{T} = \frac{\sum \text{banyaknya gangguan}}{12} \text{ kali/th} \quad (2)$$

3. lama gangguan Rata-rata (Us)

$$\lambda_s = \frac{\sum t}{T} = \frac{\sum \text{lama gangguan}}{12} \text{ jam/th} \quad (3)$$

### 2.1 TLOD

TLOD adalah indikator untuk mengukur lamanya gangguan yang terjadi pada saluran transmisi setiap 100 km. Lama gangguan ini dihitung sejak gangguan terjadi, hingga saluran transmisi siap dibebani (energize).

$$TLOD = \frac{\sum_{i=1}^n (\text{lama gangguan})_i}{KMS} \times 100 (\text{jam}/100\text{km}) \quad (4)$$

n = jumlah kali gangguan dalam satu periode pelaporan.

### 2.2 TLOF

TLOF adalah indikator untuk mengukur kekerapan gangguan pada TL setiap 100 km.

$$TLOF = \frac{n}{KMS} \times 100 (\text{kali}/100\text{km}) \quad (5)$$

dimana:

n = jumlah gangguan TL dalam satu periode pelaporan.

### 2.3 TROD

TROF adalah indikator untuk mengukur lamanya gangguan rata-rata peralatan pada setiap unit trafo. Lama gangguan per unit trafo dihitung mulai gangguan hingga trafo (enerjais).

$$TROD = \frac{\sum_{i=1}^n (TR_{OD})_i}{R} \text{ jam/unit} \quad (6)$$

n = jumlah kejadian gangguan

R = jumlah trafo yang beroperasi

### 2.4 TROF

TROF adalah indikator untuk mengukur kekerapan gangguan pada setiap unit Trafo.

$$TROF = \frac{n}{R} (\text{kali/unit}) \quad (7)$$

n = jumlah kejadian gangguan

R = jumlah trafo yang beroperasi

### 2.5 Voltage Excursion Counter (VEC)

Digunakan untuk menghitung jumlah GI yang melewati batas tegangan dengan waktu lebih dari satu jam. Batas tegangan GI yang dipersyaratkan adalah  $\pm 10\%$ .

### 2.5 Average System Recovery Time (ASRT)

Digunakan untuk mengukur kecepatan penanganan pemulihan beban yang padam akibat gangguan. Waktu pemulihan dihitung sejak konsumen padam hingga menyala kembali. Besarnya beban yang padam, diklasifikasikan menjadi tiga yaitu pemadaman besar, bila beban yang padam > 50%, pemadaman sedang, bila beban yang padam antara 15% s.d.50%,

Untuk memberikan gambaran tingkat pelayanan PLN diperlukan indikator kinerja yang dapat memberikan gambaran pencapaian tingkat pelayanan khususnya pada sistem penyaluran yang pada akhirnya akan mendorong peningkatan reliability, availability dan maintainability guna terus meningkatkan pelayanan kepada pelanggan (customer value), meningkatkan citra perusahaan (corporate value) serta kepercayaan pemegang saham kepada PLN (shareholder value).

## 3. PERHITUNGAN DAN PEMBAHASAN

Pada paper ini dilakukan analisa terhadap keandalan pada sistem transmisi tegangan tinggi berdasarkan indeks keandalan sistem berapa lamanya padam dan berapa kali jumlah pemadaman yang diakibatkan oleh gangguan pada sistem transmisi tenaga pada PT. PLN (Persero) Tragi Payakumbuh Adapun kontrak kinerja PT. PLN (Persero) Tragi Payakumbuh terdapat pada table 1.

**Tabel 1** Hasil evaluasi manajemen dan tim kinerja UPT Padang dengan manajer payakumbuh tentang key performen Indikator (KPI) Tahun 2015

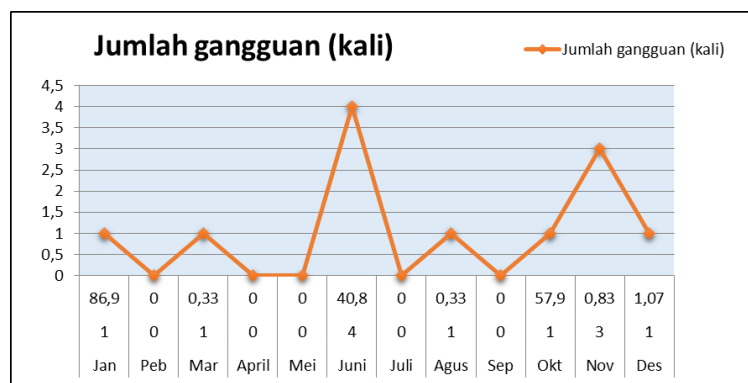
No	Indikator kinerja	kontrak	kinerja	target
1	TLOD	Jam/100 km	32	3,57
	Jam durasi gangguan	Jam		7,72
	Jumlah kms	kms		221,86
2	TROD	jam/unit	8	0,75
	Jam durasi gangguan			1,50
	Jumlah trafo			2,00
3	TLOF	kali/100 kms	8	0,52
	Jml.gangguan transmisi			1,16
	Jumlah kms			221,86
4	TROF	kali/unit	8	0,22
	Jam gangguan trafo			0,42
	Jumlah trafo			2,00

Data gangguan yang dibutuhkan untuk menentukan indeks keandalan sistem transmisi tenaga listrik adalah lama gangguan (jam), jumlah gangguan (kali) dan beban padam (MWH). Data tersebut ditunjukkan pada tabel 2.

**Tabel 2** Data gangguan SUTT 150 kV tragi Payakumbuh

Jenis Data Monitoring	Bulan Januari s/d Desember 2015											
	Jan	Peb	Mar	April	Mei	Juni	Juli	Agus	Sep	Okt	Nov	Des
Lama Gangguan (jam)	0,28	0	0,02	0	0	0,77	0	0,02	0	2,16	0,05	0,02
Jumlah Gangguan (kali)	1	0	1	0	0	4	0	1	0	1	3	1
Beban Padam (MWH)	86,9	0	0,33	0	0	40,8	0	0,33	0	57,9	0,83	1,07

Dari data yang ada pada tabel 2 di atas dapat dibuatkan gambar karakteristik beban padam (MWH) dan jumlah gangguan selama bulan Januari s/d Desember 2015 pada PT. PLN (Persero) Tragi Payakumbuh dimana Energi Tak Tersalur Paling besar pada bulan januari yaitu 86,9 MWH sedangkan jumlah gangguan terbesar pada bulan juni yakni 4 kali dan beban yang padanm hanya 40,8 MWH. Gambar 2 menunjukkan karakteristik beban padam (MWH) dan jumlah gangguan selama bulan Januari s/d Desember 2015 pada PT. PLN (Persero) Tragi Payakumbuh.

**Gambar 2** Karakteristik beban padam (MWH) dan jumlah gangguan selama bulan Januari s/d Desember 2015 pada PT. PLN (Persero) Tragi Payakumbuh

Dari data-data tersebut diatas maka dilakukan perhitungan-perhitungan sesuai dengan metode dari peneliti ini. Rekapitulasi hasil perhitungan Laju Kegagalan dan Lama Gangguan rata-rata bulan Januari s/d Desember 2015 pada Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT) 150 kV PT. PLN (Persero) Tragi Payakumbuh ditunjukkan pada tabel 3.

**Tabel 3** Rekapitulasi hasil perhitungan Laju Kegagalan dan Lama Gangguan rata-rata bulan Januari s/d Desember 2015 pada (SUTT) 150 kV PT. PLN (Persero) Tragi Payakumbuh

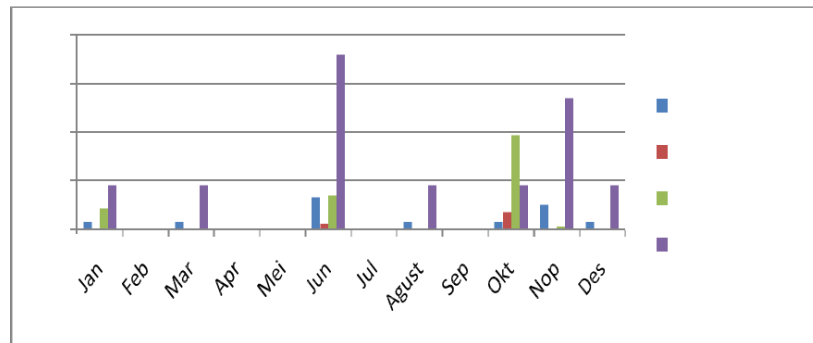
No	Bulan	Laju Kegagalan ( $\lambda$ )	Lama Gangguan Rata-Rata (U)
1	Januari	0,083	0,0023
2	Februari	0	0
3	Maret	0,083	0,0016
4	April	0	0
5	Mei	0	0
6	Juni	0,33	0,064
7	Juli	0	0
8	Agustus	0,083	0,001
9	September	0	0
10	Oktober	0,083	0,18
11	November	0,25	0,0041
12	Desember	0,083	0,001

Secara keseluruhan hasil perhitungan yang dilakukan yakni laju kegagalan rata-rata (lama gangguan rata-rata (U), durasi/lama gangguan (TLOD) dan frekuensi atau jumlah gangguan (TLOF) yang terjadi pada sistem transmisi tenaga listrik pada PT.PLN (Persero) Tragi Payakumbuh ditunjukkan pada tabel 4. Sedangkan gambar 3 adalah Grafik atau karakteristik nilai indeks keandalan sistem transmisi tenaga listrik selama tahun 2015 (Januari s/d Desember 2015).

**Tabel 4** Perbandingan nilai Laju Kegagalan ( $\lambda$ ) dan Lama Gangguan (U) dengan Nilai TLOD dan TLOF pada sistem transmisi tenaga listrik pada PT.PLN (Persero) Tragi Payakumbuh

No	Bulan	Indeks Keandalan Sistem		Indeks Keandalan Sistem	
		Laju Kegagalan	Lama Gangguan (U)	TLOD	TLOF
1	Januari	0,083	0,0023	0,216	0,45
2	Februari	0	0	0	0
3	Maret	0,083	0,0016	0,009	0,45
4	April	0	0	0	0
5	Mei	0	0	0	0
6	Juni	0,33	0,064	0,347	1,802
7	Juli	0	0	0	0
8	Agustus	0,083	0,001	0,009	0,45
9	September	0	0	0	0
10	Oktober	0,083	0,18	0,97	0,45
11	November	0,25	0,0041	0,022	1,352
12	Desember	0,083	0,001	0,009	0,45
Jumlah		0,995	0,254	1,582	5,404

Dari gambar 3 dapat dilihat, bahwa pengaruh nilai indeks keandalan sistem berdasarkan TLOD dan TLOF dipengaruhi oleh nilai laju kegagalan ( $\lambda$ ) dan nilai lama gangguan rata-rata (U).



**Gambar 3** grafik perbandingan Nilai  $\lambda$  dan U dengan nilai TLOD, TLOF

Untuk persentase nilai indeks keandalan sistem transmisi yang dievaluasi dengan nilai indeks keandalan sistem transmisi yang ditetapkan oleh PT. PLN (Persero) Tragi Payakumbuh dapat dilihat pada tabel 5.

**Tabel 5** Persentase nilai indeks keandalan sistem transmisi yang dievaluasi dengan nilai indeks keandalan sistem transmisi yang ditetapkan oleh PT. PLN (Persero) Tragi Payakumbuh

No	Bulan	Nilai Indeks Keandalan		Indeks Ketetapan PLN		Presentase Indeks keandalan (%)	
		TLOD	TLOF	TLOD	TLOF	TLOD	TLOF
1	Januari	0,216	0,45	7,92	1,15	2,72	39,13
2	Februari	0	0	7,92	1,15	0	0
3	Maret	0,009	0,45	7,92	1,15	0,11	39,13
4	April	0	0	7,92	1,15	0	0
5	Mei	0	0	7,92	1,15	0	0
6	Juni	0,347	1,802	7,92	1,15	4,38	156,70
7	Juli	0	0	7,92	1,15	0	0
8	Agustus	0,009	0,45	7,92	1,15	0,11	39,13
9	september	0	0	7,92	1,15	0	0
10	Oktober	0,97	0,45	7,92	1,15	12,25	39,13
11	November	0,022	1,352	7,92	1,15	0,28	117,57
12	Desember	0,009	0,45	7,92	1,15	0,11	39,13
	Total	1,582	5,404	7,92	1,15	19,96	469,92

Dari Tabel 4.7 nilai indeks keandalan terhadap presentase kegagalan pada sistem transmisi PT. PLN (Persero) Tragi Payakumbuh dapat jelaskan dimana Untuk nilai TLOD tertinggi terjadi pada bulan Oktober 2016 sebesar 0,97, dan terendah terjadi pada bulan Februari, April, Mei, Juli dan September sebesar 0.

Sedangkan untuk nilai TLOD secara keseluruhan tahun 2015 sebesar 1,582 dengan presentase kegagalan 19,96%. Bila dibandingkan dengan target PLN yang ditetapkan untuk tahun 2015 sebesar 7,92 nilai indeks keandalan TLOD masih di bawah target yang ditentukan.

Untuk nilai TLOF tertinggi terjadi pada bulan Juni 2016 sebesar 1,802 dan terendah terjadi pada bulan Februari, April, Mei, Juli dan September sebesar 0. Sedangkan untuk nilai TLOF secara keseluruhan tahun 2015 sebesar 5,404 dengan presentase kegagalan 469,92%. Bila dibandingkan dengan target PLN yang ditetapkan untuk tahun 2015 sebesar 1,15 nilai indeks keandalan TLOF melampaui target yang ditentukan.

Maka dapat disimpulkan bahwa berdasarkan evaluasi yang dilakukan pada sistem transmisi tenaga listrik berdasarkan indeks keandalan TLOD pada PT.PLN (Persero) Tragi Payakumbuh dapat dikatakan masih andal. Sedangkan untuk

nilai indeks keandalan TLOF pada PT.PLN (Persero) Tragi Payakumbuh tidak andal.

#### 4. KESIMPULAN

Dari hasil perhitungan dan pembahasan yang telah dilakukan pada penelitian ini maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut.

1. Ditinjau dari rata-rata laju kegagalan perbulan ( $\lambda$ ) yang terjadi pada PT.PLN (Persero) Tragi Payakumbuh Tahun 2015, maka di dapat laju kegagalan tertinggi terjadi pada bulan juni yaitu 0,33. Sedangkan yang terendah terjadi pada bulan Februari, April, Mei, Juli dan September yaitu 0. Sedangkan dari rata-rata lama gangguan (U) nilai tertinggi terjadi pada bulan Oktober yaitu 0,18. Sedangkan yang terendah terjadi pada bulan Februari, April, Mei, Juli dan September yaitu 0.
2. Nilai TLOD yang didapatkan pada sistem transmisi PT.PLN (Persero) Tragi Payakumbuh Tahun 2015 yaitu, nilai TLOD yang terendah adalah pada bulan Februari, April, Mei, Juli dan September yaitu 0. Sedangkan yang tertinggi pada bulan Oktober yaitu 0,97. Bila dibandingkan dengan nilai indeks keandalan TLOD selama tahun 2015 yang ditetapkan oleh PLN adalah 7,92 dengan setelah evaluasi dapat dikatakan di bawah target (andal) yaitu 1,582 dengan presentase kegagalan 19,96%.
3. Nilai TLOF yang didapatkan pada sistem transmisi PT.PLN (Persero) Tragi Payakumbuh Tahun 2015 yaitu nilai TLOF yang terendah bulan Februari, April, Mei, Juli dan September yaitu 0. Sedangkan yang tertinggi adalah pada bulan Juni yaitu 1,802. Bila dibandingkan dengan nilai indeks keandalan TLOF selama tahun 2015 yang ditetapkan oleh PLN adalah 1,15 dengan setelah evaluasi dapat dikatakan di atas target (tidak Andal) PLN yaitu 5,404 dengan presentase kegagalan 469,92%.

4. Ditinjau dari penyebab gangguan yang terjadi selama tahun 2015 pada PT. PLN (Persero) Tragi Payakumbuh maka penyebab gangguan yang mengakibatkan pemadaman paling banyak adalah Petir dimana selama selang waktu satu tahun (2015) jumlah gangguan paling banyak 12 kali dengan lama pemadaman 3,32 jam dan beban yang padam sebesar 161.708, 11 kWh (energi yang tidak tersalurkan).

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] PT PLN (Persero). 2010. KEPDIR 113&114: Buku Petunjuk Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT & SUTET). Jakarta: PT PLN (Persero)
- [2] PT PLN (Persero). 2014. KEPDIR 0520-1: Buku Pedoman Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT & SUTET). Jakarta: PT PLN (Persero)
- [3] Firmansyah, Ferry. 2012. Peningkatan Keandalan Sistem Tenaga Listrik 150 kV Jawa Barat Teknik.
- [4] Eko Prasetyo, Gunawan. 2007. Keandalan Sistem Tenaga Listrik Jawa Tengah Dan Daerah Istimewa Yogyakarta.
- [5] Nugraha, Diki. 2015. Mengenai Studi Keandalan Sistem Tenaga Listrik Pada Saluran 50 kV Subsistem Cirata.
- [6] [https://www.academia.edu/6702161/Saluran Transmisi Tegangan Tinggi Udar](https://www.academia.edu/6702161/Saluran_Transmisi_Tegangan_Tinggi_Udar)





