

# EVALUASI KEANDALAN SISTEM JARINGAN DISTRIBUSI MENGUNAKAN INDEKS SAIDI DAN SAIFI PADA PT.PLN (PERSERO) AREA PONTIANAK

Hendro Tri Kurniawan<sup>1)</sup>, Ir.Bonar Sirait, M.Sc<sup>2)</sup>, Ir.Junaidi, M.Sc<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup>Mahasiswa dan <sup>2,3)</sup>Dosen Program Studi Teknik Elektro

Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura

Email : hendro.fak.teknik@gmail.com

## Abstrak

Penelitian tentang evaluasi keandalan sistem jaringan distribusi menggunakan indeks SAIDI (*System Average Interruption Duration Index*) dan SAIFI (*System Interruption Frequency Index*) pada PT.PLN (Persero) Area Pontianak menghitung tingkat keandalan saluran utama jaringan distribusi primer 20 kV *feeder* Khatulistiwa 4 dan 5 dengan memasukan seluruh komponen utama yang ada di dalamnya. Indeks keandalan dihitung berdasarkan probabilitas sistem dalam keadaan beroperasi setelah sebelumnya dilakukan perhitungan waktu kegagalan komponen (*Mean Time to Failure* dan *Mean Time to Repair*), laju kegagalan komponen, dan waktu pemadaman tahunan.

Hasil evaluasi memperlihatkan bahwa pada *feeder* Khatulistiwa 4 mempunyai nilai SAIDI tahun 2010, 2011, 2012, dan 2013 masing-masing yaitu 0,0959 , 0,003 , 0,0605 , dan 0,1271 dan nilai SAIFI tahun 2010, 2011, 2012, dan 2013 masing-masing yaitu 1,0986 , 0,0201 , 2,3675 , dan 3,0402 . Pada *feeder* Khatulistiwa 5 nilai SAIDI tahun 2010, 2011, 2012, dan 2013 masing-masing yaitu 1,9423 , 0,4223 , 0,1033 , dan 0,1861 dan nilai SAIFI tahun 2010, 2011, 2012, dan 2013 masing-masing yaitu 11,367 , 5,3304 , 5,3304 , dan 8,1794. Berdasarkan hasil evaluasi pada *feeder* Khatulistiwa 4 nilai SAIDI dan SAIFI masih dibawah nilai standar, sistem dapat dikatakan handal sedangkan *feeder* Khatulistiwa 5 masih ada salah satu nilai SAIDI dan SAIFI sistem yang berada di atas standar dan oleh karena itu masih dikategorikan kurang handal.

**Kata kunci** : Indeks keandalan, Sistem Distribusi, SAIDI, SAIFI

Research on the evaluation of the reliability of the distribution network system using the index SAIDI (System Average Interruption Duration Index) and SAIFI (System Interruption Frequency Index) at PT PLN (Persero) Area Pontianak calculate the level of reliability of the main channel of the primary distribution network of 20 kV *feeder* Equatorial 4 and 5 with includes all major components in it. Reliability index is calculated based on the probability of the system is in operation after the previous calculation component failure time (Mean Time To Failure and Mean Time To Repair), the rate of failure of the component, and the annual outage time.

Evaluation results show that the Equator *feeder* 4 has a value of SAIDI in 2010, 2011, 2012, and 2013 respectively are 0.0959, 0.003, 0.0605, and 0.1271 and SAIFI values of 2010, 2011, 2012, and 2013 respectively are 1.0986, 0.0201, 2.3675, and 3.0402. At the Equator *feeder* 5 SAIDI value in 2010, 2011, 2012, and 2013 respectively are 1.9423, 0.4223, 0.1033, and 0.1861 and SAIFI values of 2010, 2011, 2012, and 2013 respectively ie 11.367, 5.3304, 5.3304, and 8.1794. Based on the evaluation results of the Equator *feeder* SAIDI and SAIFI 4 value is still below the standard value, the system can be said to be reliable while *feeder* Equator 5 there is still one of the SAIDI and SAIFI value system that is above the standard and therefore still considered less reliable.

**Keywords** : *Reliability Index , Distribution Systems , SAIDI , SAIFI*

## 1. Pendahuluan

Melihat kondisi kelistrikan saat ini yang masih sering terjadi pemadaman bergilir, baik yang diakibatkan oleh gangguan ataupun yang dilakukan secara terencana, maka perlu adanya penelitian tingkat keandalan pendistribusian tenaga listrik ke pelanggan. Evaluasi dilakukan terhadap tingkat keandalan akibat perbedaan pada beberapa penyulang. Pada penelitian ini dilakukan pada

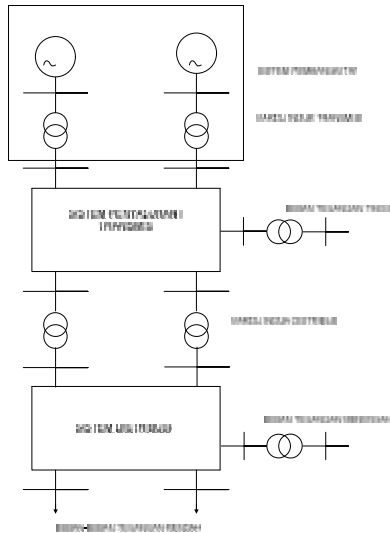
penyulang Khatulistiwa 4 dan penyulang Khatulistiwa 5. Dengan menggunakan indeks *System Average Interruption Duration Index* (SAIDI) dan *System Average Interruption Frequency Index* (SAIFI) akan diketahui berapa indeks yang dihasilkan apakah sudah sesuai standar yang ditentukan oleh PT.PLN (Persero) untuk dapat ditinjaulanjuti agar kedepannya pelayanan

dalam distribusi tenaga listrik ke pelanggan tidak banyak mengalami kendala.

## 2. Dasar Teori

### 2.1. Sistem Distribusi

Sistem distribusi dalam sistem tenaga listrik adalah bagian jaringan tenaga listrik yang digunakan untuk menyalurkan tenaga listrik ke tempat-tempat pemakai akhir.



Sumber : Bonar Sirait (2012:1)

**Gambar 2.1** Hubungan Sistem Pembangkitan, Transmisi, dan Distribusi Tenaga Listrik

### 2.2. Teori Keandalan

Menurut Gonen Toren (1986), keandalan sistem distribusi sebagai “kemungkinan perangkat atau sistem melakukan fungsi itu memadai, untuk periode waktu yang dimaksudkan, dibawah kondisi operasi dimaksudkan,” dalam pengertian ini, tidak hanya kemungkinan kegagalan tetapi juga itu besarnya, durasi dan frekuensi penting. Secara fisik tidak mungkin memperoleh keandalan 100% karena kegagalan sistem yang kadang terjadi, peluang terjadinya pemadaman dapat dikurangi secara perlahan dengan menambah biaya selama masa perencanaan dan masa operasi atau keduanya.

#### 2.1. Metode Perhitungan

Metode perhitungan yang digunakan pada tugas akhir ini adalah metode perhitungan dasar dan besaran-besaran pokok yang digunakan pada sistem keandalan:

a) Waktu rata-rata menuju kegagalan (*mean time to failure/MTTF*)

$$MTTF = m = \frac{\sum_{i=1}^g m_i}{g}$$

Dimana :  $m$  = waktu rata-rata menuju kegagalan

$m_i$  = waktu rata-rata menuju kegagalan ke-i

$g$  = jumlah total kegagalan

b) Waktu rata-rata menuju perbaikan (*mean time to repair/MTTR*)

$$MTTR = r = \frac{\sum_{i=1}^g r_i}{g}$$

Dimana :  $r$  = waktu rata-rata menuju perbaikan

$r_i$  = waktu rata-rata menuju perbaikan ke-i

$g$  = jumlah total perbaikan

c) Laju kegagalan

$$\lambda_s = \sum_i \lambda_i$$

Dimana :  $\lambda_s$  = laju kegagalan

$\lambda_i$  = laju kegagalan ke-i

d) Waktu pemadaman tahunan

$$U_s = \sum_{i=1}^g \lambda_i \cdot r_i$$

Dimana :  $\lambda_i$  = laju kegagalan ke-i

$r_i$  = waktu keluar rata-rata

e) SAIFI (*System Average Interruption Frequency Index*)

$$SAIFI = \frac{\sum \lambda_i N_i}{\sum N}$$

Dimana :  $\lambda_i$  = angka kegagalan rata-rata/frekuensi padam

$N_i$  = jumlah konsumen yang terganggu pada beban i

$N$  = jumlah konsumen yang dilayani

f) SAIDI (*System Average Interruption Duration Index*)

$$SAIDI = \frac{\sum U_i N_i}{\sum N}$$

Dimana :  $U_i$  = durasi gangguan

$N_i$  = jumlah konsumen yang dilayani pada beban i

$N$  = jumlah konsumen yang dilayani

Parameter mutu dan keandalan sistem suplai di PT.PLN (Persero) menggunakan standar perusahaan listrik negara (SPLN) yang dibagi kedalam dua kategori yaitu luar jawa dan pulau jawa namun pada penelitian ini digunakan standar untuk luar pulau jawa untuk mengevaluasi nilai SAIFI dan SAIDI yang dihasilkan berdasarkan data gangguan yang terdapat pada PT.PLN (Persero) Area Pontianak:

Tabel 1. Kategori standar parameter mutu dan keandalan

Satuan PLN/Provinsi	Tahun	SAIDI (jam/pelanggan)	SAIFI (kali/pelanggan)
Luar Jawa	2010	9,51	11,29
Luar Jawa	2011	7,27	8,55
Luar Jawa	2012	5,03	5,81
Luar Jawa	2013	2,79	3,07

Sumber: Buku Statistik PLN

Indeks keandalan merupakan suatu indikator keandalan yang dinyatakan dalam suatu besaran probabilitas. Sejumlah indeks telah dikembangkan untuk menyediakan suatu kerangka untuk mengevaluasi keandalan jaringan sistem distribusi.

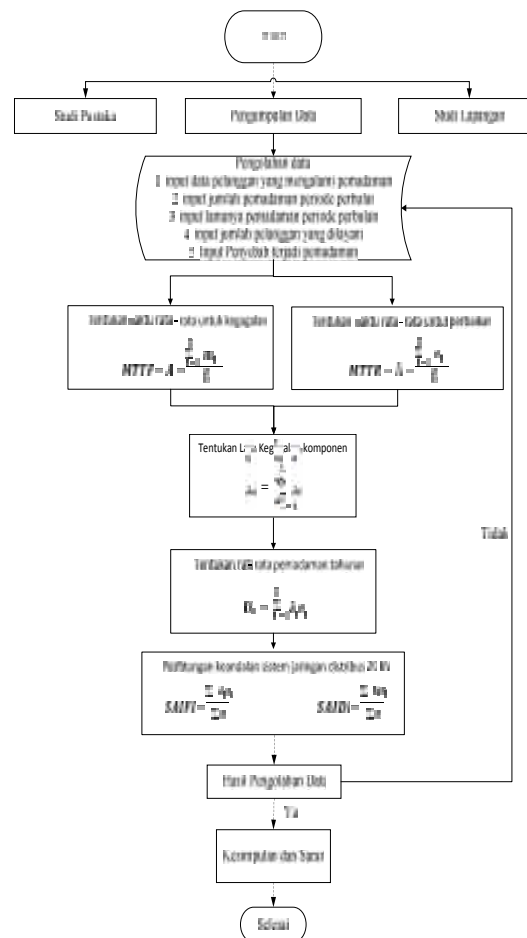
Tabel 2. Kategori indeks keandalan (IEEE std 1366-2000).

	SAIFI, No. Of Interruption/Year			SAIDI, h of Interruption/Year		
	25%	50%	75%	25%	50%	75%
IEEE Std 1366-2000	0,90	1,10	1,45	0,89	1,50	2,30
EI (1999) excludes stroms	0,92	1,32	1,71	1,16	1,74	2,23
EI (1999) with stroms	1,11	1,35	2,15	1,36	3,00	4,38
CEA (2001) with stroms	1,03	1,95	3,16	0,73	2,26	3,28
PA Cnsulting (2001) with stroms				1,55	3,05	8,35
IP & L Large City Comparison (Indianapolis Power & Light, 2000)	0,72	0,95	1,15	1,02	1,64	2,41

Note :25%,50% and 75% represent the lower quartile, the median, and the upper quartile of utilities surveyed

Sumber : IEEE std.1366-2000

## 2.2. Flow Chart

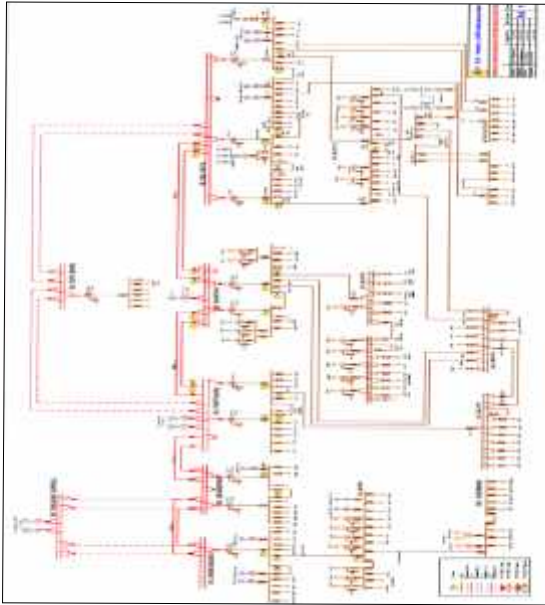


## 3. Gambaran keadaan penyulang Khatulistiwa 4 dan Khatulistiwa 5

Sistem kelistrikan yang terdapat di Pontianak sendiri terdiri dari 2 (dua) pusat pembangkit yaitu pusat pembangkit Siantan dan pusat pembangkit Sungai Raya. Pada pusat pembangkit Siantan terdapat unit pembangkit listrik tenaga diesel dan unit pembangkit listrik tenaga gas milik PT.PLN (Persero) itu sendiri ditambah dengan beberapa unit pembangkit listrik milik swasta. Sedangkan pada pusat pembangkit Sungai Raya terdiri dari unit-unit pembangkit listrik tenaga diesel milik PT.PLN (Persero) maupun milik swasta.

Gardu hubung berfungsi menyalurkan energi listrik dan membaginya kepada transformator-transformator distribusi yang tersebar di seluruh daerah beban. Pada sistem kelistrikan kota Pontianak terdapat 4 buah gardu hubung yaitu:

1. Gardu Hubung Sei.Raya
2. Gardu Hubung Siantan
3. Gadu Hubung Sei.Jawi
4. Gardu Hubung Cemara



Sumber : PT.PLN (Persero) Area Pontianak  
 Gambar 3.1 : Diagram satu garis sistem kelistrikan khatulistiwa

#### 4. Hasil dan Pembahasan

Tabel 3. Waktu kerja dan kegagalan komponen penyulang Khatulistiwa 4 dan Khatulistiwa 5

Penyulang	Tahun	No	Komponen	MTTF (jam)	MTTR (jam)
Khatulistiwa 4	2010	1	Transformator	8755,6667	0
		2	VCB	89,2589	0,0845
		3	Kawat Penghantar	2184,7542	1,2808
		4	Fuse Cut Out	4377,5833	0,25
Khatulistiwa 4	2011	1	Transformator	8760	0
		2	VCB	208,4352	0,1362
		3	Kawat Penghantar	4377,85	2,15
		4	Fuse Cut Out	1459,8222	0,1778
Khatulistiwa 4	2012	1	Transformator	8760	0
		2	VCB	60,8075	0,0257
		3	Kawat Penghantar	4378,7166	1,2882
		4	Fuse Cut Out	1459,7472	0,255
Khatulistiwa 4	2013	1	Transformator	8744,6165	0
		2	VCB	53,606	0,0419
		3	Kawat Penghantar	485,6694	0,6722
		4	Fuse Cut Out	485,6531	0,2203
Khatulistiwa 5	2010	1	Transformator	8754,6	0
		2	VCB	27,6767	0,1156
		3	Kawat Penghantar	1249,4186	1,2378
		4	Fuse Cut Out	729,0352	0,5143
Khatulistiwa 5	2011	1	Transformator	8757,8167	0
		2	VCB	43,0524	0,0896
		3	Kawat Penghantar	8757,8167	0
		4	Fuse Cut Out	2188,5041	0,95
Khatulistiwa 5	2012	1	Transformator	8760	0
		2	VCB	40,5364	0,0191
		3	Kawat Penghantar	2189,0026	0,9974
		4	Fuse Cut Out	8759,65	0,35
Khatulistiwa 5	2013	1	Transformator	8747,8832	0
		2	VCB	34,1489	0,0225
		3	Kawat Penghantar	728,2845	0,94
		4	Fuse Cut Out	728,4194	0,2477

Sumber : Data perhitungan

Tabel 4. Laju kegagalan komponen ( $\lambda_i$ )

Penyulang	Tahun	No	Komponen	MTTF (jam)	$\lambda_i = \frac{1}{MTTF}$
Khatulistiwa 4	2010	1	Transformator	8755,6667	0,00011
		2	VCB	89,2589	0,0112
		3	Kawat Penghantar	2184,7542	0,00046
		4	Fuse Cut Out	4377,5833	0,00023
Khatulistiwa 4	2011	1	Transformator	8760	0,00011
		2	VCB	208,4352	0,0048
		3	Kawat Penghantar	4377,85	0,00023
		4	Fuse Cut Out	1459,8222	0,00068
Khatulistiwa 4	2012	1	Transformator	8760	0,00011
		2	VCB	60,8075	0,01644
		3	Kawat Penghantar	4378,7166	0,00023
		4	Fuse Cut Out	1459,7472	0,00068
Khatulistiwa 4	2013	1	Transformator	8744,6165	0,00011
		2	VCB	53,606	0,01865
		3	Kawat Penghantar	485,6694	0,00206
		4	Fuse Cut Out	485,6531	0,00206
Khatulistiwa 5	2010	1	Transformator	8754,6	0,00011
		2	VCB	27,6767	0,0361
		3	Kawat Penghantar	1249,4186	0,0008
		4	Fuse Cut Out	729,0352	0,00137
Khatulistiwa 5	2011	1	Transformator	8757,8167	0,00011
		2	VCB	43,0524	0,02323
		3	Kawat Penghantar	8757,8167	0,00011
		4	Fuse Cut Out	2188,5041	0,00046
Khatulistiwa 5	2012	1	Transformator	8760	0,00011
		2	VCB	40,5364	0,02467
		3	Kawat Penghantar	2189,0026	0,00046
		4	Fuse Cut Out	8759,65	0,00011
Khatulistiwa 5	2013	1	Transformator	8747,8832	0,00011
		2	VCB	34,1489	0,0321
		3	Kawat Penghantar	728,2845	0,00137
		4	Fuse Cut Out	728,4194	0,00137

Sumber : Data perhitungan

Tabel 5. Waktu pemadaman tahunan penyulang Khatulistiwa 4 dan Khatulistiwa 5

Penyulang	tahun	No	Komponen	( $\lambda_i$ )	MTT R ( $r_i$ )	$\lambda_i \times r_i$
Khatulistiwa 4	2010	1	Transformator	0,00011	0	0
		2	VCB	0,0112	0,0845	0,00095
		3	Kawat Penghantar	0,00046	1,2808	0,00175
		4	Fuse Cut Out	0,00023	0,25	0,00005
Jumlah ( $U_i$ )						0,00275
Khatulistiwa 4	2011	1	Transformator	0,00011	0	0
		2	VCB	0,00048	0,1362	0,00006
		3	Kawat Penghantar	0,00023	2,15	0,00047
		4	Fuse Cut Out	0,00068	0,1778	0,00012
Jumlah ( $U_i$ )						0,00065

Lanjutan Tabel 5

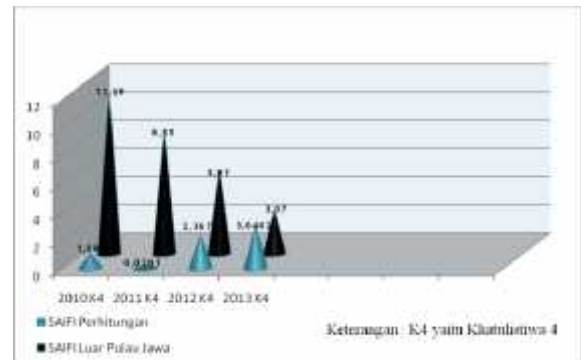
Penyulang	tahun	No	Komponen	$(\lambda_i)$	MTTR ( $r_i$ )	
Khatulistiwa 4	2012	1	Transformator	0,0001 1	0	0
		2	VCB	0,0164 4	0,0257	0,00042
		3	Kawat Penghantar	0,0002 2	1,2882	0,00028
		4	Fuse Cut Out	0,0006 8	0,255	0,00017
Jumlah ( $U_i$ )						0,00087
Khatulistiwa 4	2013	1	Transformator	0,0001 1	0	0
		2	VCB	0,0186 5	0,0419	0,00078
		3	Kawat Penghantar	0,0003 4	0,6722	0,00023
		4	Fuse Cut Out	0,0001 5	0,2203	0,00003
Jumlah ( $U_i$ )						0,00104
Khatulistiwa 5	2010	1	Transformator	0,0001 1	0	0
		2	VCB	0,0361 3	0,1156	0,00418
		3	Kawat Penghantar	0,0008	1,2378	0,00099
		4	Fuse Cut Out	0,0013 7	0,5143	0,0007
Jumlah ( $U_i$ )						0,00587
Khatulistiwa 5	2011	1	Transformator	0,0001 1	0	0
		2	VCB	0,0232 2	0,0896	0,00208
		3	Kawat Penghantar	0,0001 1	0	0
		4	Fuse Cut Out	0,0004 6	0,95	0,00043
Jumlah ( $U_i$ )						0,00251
Khatulistiwa 5	2012	1	Transformator	0,0001 1	0	0
		2	VCB	0,0246 7	0,0191	0,00047
		3	Kawat Penghantar	0,0004 6	0,9974	0,00046
		4	Fuse Cut Out	0,0001 1	0,35	0,00004
Jumlah ( $U_i$ )						0,00097
Khatulistiwa 5	2013	1	Transformator	0,0001 1	0	0
		2	VCB	0,0321	0,0225	0,00072
		3	Kawat Penghantar	0,0003 4	0,94	0,00032
		4	Fuse Cut Out	0,0032	0,2477	0,00079
Jumlah ( $U_i$ )						0,00183

Sumber : Data perhitungan

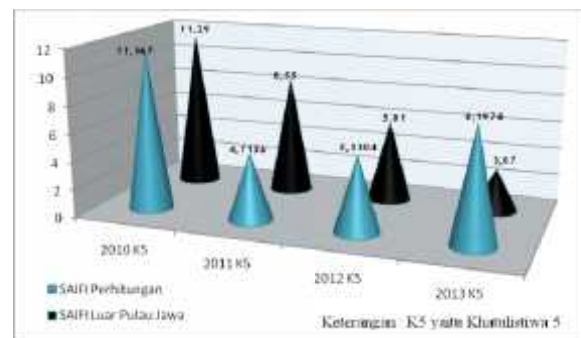
Tabel 6. Hasil perhitungan SAIFI dan SAIDI (2010-2013)

No.	Penyulang	Tahun	Hasil Perhitungan		Standar Nilai Luar Pulau Jawa	
			Nilai SAIDI	Nilai SAIFI	Nilai SAIDI	Nilai SAIFI
1	Khatulistiwa 4	2010	0,0959	1,0986	9,51	11,29
2	Khatulistiwa 4	2011	0,003	0,0201	7,27	8,55
3	Khatulistiwa 4	2012	0,0605	2,3675	5,03	5,81
4	Khatulistiwa 4	2013	0,1271	3,0402	2,79	3,07
5	Khatulistiwa 5	2010	1,9243	11,367	9,51	11,29
6	Khatulistiwa 5	2011	0,4223	4,7156	7,27	8,55
7	Khatulistiwa 5	2012	0,1033	5,3304	5,03	5,81
8	Khatulistiwa 5	2013	0,1861	8,1974	2,79	3,07

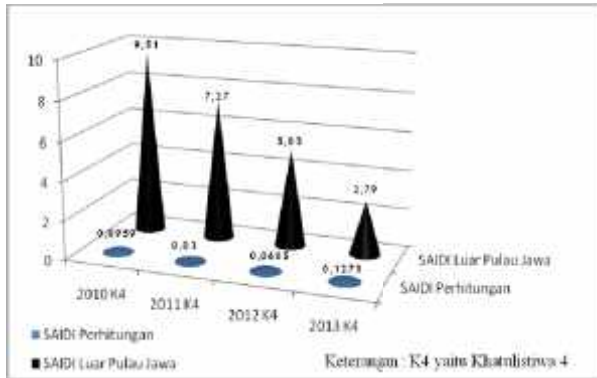
Sumber : Data perhitungan



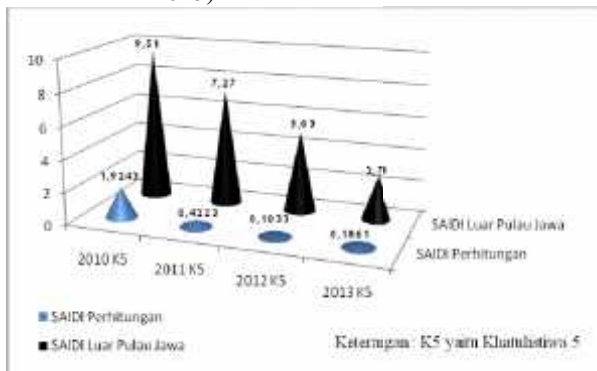
Gambar 4.1. Grafik indeks keandalan SAIFI Khatulistiwa 4 dimulai tahun (2010-2013)



Gambar 4.2. Grafik indeks keandalan SAIFI Khatulistiwa 5 dimulai tahun (2010-2013)



Gambar 4.3. Grafik indeks keandalan SAIDI Khatulistiwa 4 dimulai tahun (2010-2013)



Gambar 4.4. Grafik indeks keandalan SAIDI Khatulistiwa 5 dimulai tahun (2010-2013)

Berdasarkan evaluasi nilai perhitungan yang telah dilakukan diketahui bahwa Transformator merupakan komponen yang paling kecil waktu rata-rata menuju perbaikannya yaitu 0, sedangkan kawat penghantar merupakan komponen yang paing tinggi waktu rata-rata menuju perbaikannya yaitu 2,15 jam. Transformator merupakan komponen yang paling besar waktu rata-rata menuju keagalannya yaitu 8760 jam, sedangkan VCB merupakan komponen yang paing kecil waktu rata-rata menuju keagalannya yaitu 27,6767 jam.

Untuk laju keagalannya komponen VCB merupakan komponen yang memiliki tingkat kegagalan paling tinggi dan untuk waktu pemadaman tahunan yang menunjukkan tingkat kecepatan memperbaiki suatu komponen yang mengalami kegagalan, VCB dan kawat penghantar merupakan komponen yang sering mengalami kegagalan maka kesigapan untuk merespon gangguan diperlukan untuk mempersingkat waktu lama pemadaman.

## 5. Penutup

### 5.1. Kesimpulan

Setelah dilakukan analisa dari perhitungan dapat disimpulkan bahwa :

1. Transfomator merupakan komponen yang paling kecil laju keagalannya yaitu rata-rata sebesar 0,00011 kali/unit/tahun.

2. VCB merupakan komponen yang paling besar laju keagalannya yaitu rata-rata sebesar 0,0361 kali/unit/tahun.
3. Berdasarkan perhitungan yang dilakukan, dapat dinyatakan bahwa tingkat keandalan sistem di 2 (dua) penyulang, pada Khatulistiwa 4 berdasarkan indeks keandalan SAIFI dan SAIDI yang dimulai dari tahun 2010-2013 dapat dikatakan cukup handal, karena pada tahun 2010 nilai SAIFI 1,0986, tahun 2011 nilai SAIFI 0,0201, tahun 2012 nilai SAIFI 2,3675, dan tahun 2013 nilai SAIFI 3,0402, untuk tahun 2010 nilai SAIDI 0,0959, tahun 2011 nilai SAIDI 0,003, tahun 2012 nilai SAIDI 0,0605, tahun 2013 nilai SAIDI 0,1271 angka yang dihasilkan dapat dikatakan sistem masih handal karena angka yang dihasilkan masih dibawah standar yang ditetapkan oleh PT.PLN (Persero) Area Pontianak.
4. Sedangkan, pada Khatulistiwa 5 berdasarkan indeks keandalan SAIFI dan SAIDI yang dimulai dari tahun 2010-2013 terdapat perbedaan karena hanya pada tahun 2011 yang dapat dikatakan handal dengan nilai SAIFI yaitu 4,7156, sedangkan pada tahun 2010 nilai SAIFI yaitu 11,367, tahun 2012 nilai SAIFI yaitu 5,3304 dan tahun 2013 nilai SAIFI yaitu 8,1794 indeks keandalan SAIFI yang dihasilkan diatas standar yang ditetapkan sehingga dapat dikatakan tidak handal, tetapi pada indeks keandalan SAIDI dapat dikatakan masih cukup handal, pada tahun 2010 nilai SAIDI yaitu 1,322, tahun 2011 nilai SAIDI yaitu 0,4223, tahun 2012 nilai SAIDI yaitu 0,1033, dan tahun 2013 yaitu 0,1861 angka yang dihasilkan dapat dikatakan sistem masih handal karena angka yang dihasilkan masih dibawah standar yang telah ditentukan oleh PT.PLN (Persero) Area Pontianak.

### 5.2 Saran

1. Dengan melihat laju kegagalan komponen saluran utama penyulang Khatulistiwa 4 dan Khatulistiwa 5 yang paling tinggi yaitu VCB, maka hendaknya perlu untuk meningkatkan pemeliharaan dan perawatan alat dengan memperhatikan umur peralatan yang terpasang.
2. Untuk mengurangi angka laju kegagalan dari semua komponen sistem distribusi diperlukan usaha-usaha lain antara lain meningkatkan kualitas sumber daya manusia yang terlibat dalam operasional jaringan seluruh sistem distribusi, menambah fasilitas-fasilitas untuk operasional di lapangan, serta menambah alat transportasi untuk mempercepat waktu operasi kerja pemulihan pelayanan. Sehingga dengan berkurangnya laju kegagalan dari komponen

berarti secara langsung meningkatkan keandalan sistemnya.

3. Agar diperoleh hasil studi yang lebih baik hendaknya mengikutsertakan seluruh komponen sistem distribusi sehingga akan mendapatkan hasil yang lebih akurat.

## 6. Daftar Pustaka

1. Sirait, Bonar. 2012. *Diktat Kuliah Sistem Distribusi*. Pontianak : Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura.
2. Suswanto, Daman. 2009. *Sistem Distribusi Tenaga Listrik*, Padang : Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
3. Gonen, Turan. 1986. *Electric Power Distribution System Engginering*, McGraw-Hill Book Company, New york.
4. Hutaaruk, TS. 1985. *Transmisi Daya Listrik*. Jakarta : Penerbit Erlangga.
5. A.Chowdhury, Ali, dan Don O.Koval. 2009. *Power Distribution System Reliability*, Ajhon Wiley and Sons Inc.
6. J.Wood, Allen, dan Bruce F.Wollenberg. 1996. *Power Generation, Operation, and Control second edition*. John Willey and Sons Inc.
7. Marsudi, Djiteng, 2005. *Pembangkit Tenaga Listrik*, Graha Ilmu, Yogyakarta.
8. Hernadi, Dede. 2001. *Studi Keandalan Jaringan Sistem Distribusi Primer 20 kV Feeder Kapuas 1 Pada PT.PLN (Persero) Wilayah V Cabang Pontianak*, Skripsi Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura Pontianak.
9. Leonardo. 2011. *Evaluasi Keandalan Pembangkit Tenaga Listrik pada Sistem Kelistrikan Khatulistiwa dengan menggunakan Indeks Loss Of Load Probability (LOLP)*, Skripsi Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura Pontianak.
10. SPLN No. 59. 1985, *Keandalan Pada Sistem Distribusi 20kV dan 6kV*, Jakarta : Perusahaan Umum Listrik Negara.
11. SPLN No. 68-2. 1986, *Tingkat Jaminan Sistem Tenaga Listrik*, Jakarta : Perusahaan Umum Listrik Negara.

