

Analisis Keandalan Berbasis Sistem pada Jaringan Distribusi 20kV UPJ PT. PLN Persero

Area Pekanbaru Rayon Panam

Yusuf Ridho Surya Dharma Nainggolan*, Firdaus**

*Alumni Teknik Elektro Universitas Riau **Jurusan Teknik Elektro Universitas Riau

Kampus Binawidya Km 12,5 Simpang Baru Panam, Pekanbaru 28293

Jurusan Teknik Elektro Universitas Riau

Email: yusufridho27@ymail.com

ABSTRACT

The aim of this study was to calculate the index value the reliability of the system based on a network of 20 kV electrical power distribution at the feeder PT PLN (Persero) Rayon Panam, and compared with the value that has been targeted by PT. PLN (Persero) Rayon Panam in 2015. The study also aimed to determine the level of reliability of the system at each Feeder PT PLN (Persero) Rayon Panam. This research is descriptive, the object of this study is the Electricity Distribution Network at 20 kV feeder PT PLN (Persero) Rayon Panam. Data analysis technique using the equation according to a formula-based system reliability indices are SAIFI, SAIDI, CAIFI, CAIDI, ASAI and ASUI. The results of this study indicate that the reliability index value based on Rayon Panam system is in the category unreliable. SAIFI reliability index value highest in Kualu feeder with a value of 13.33 disturbance / year and SAIFI reliability index was lowest for the feeder of Riau with a value of 3.5 disorder / year. Then on SAIDI reliability indices highest in Kualu feeder with a value of 12.63 hours / year and the lowest in Radish feeder and feeder Wildlife Works with a value of 5.86 hours / year.

Keywords: SAIDI, SAIFI, CAIDI, CAIFI, ASAI and ASUI.

1. Pendahuluan

Seiring dengan kemajuan zaman kebutuhan energi listrik dewasa ini terus meningkat. Karena itu pembangunan suatu sistem tenaga listrik memerlukan gambaran yang jelas mengenai kebutuhan energi listrik yang dibutuhkan oleh konsumen, baik kebutuhan energi listrik pada saat sekarang maupun di masa mendatang. Salah satu persyaratan penting dalam merencanakan suatu jaringan distribusi harus diperhatikan masalah kualitas saluran, keandalan saluran, dan kontinuitas pelayanan yang baik terhadap konsumen. Diperlukan pertimbangan dalam pengoperasian jaringan distribusi terhadap masalah

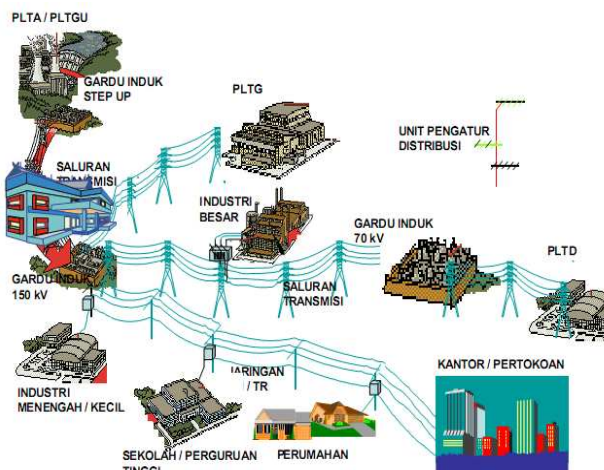
keandalan saluran distribusi. Sistem keandalan pada jaringan distribusi sangat besar peranannya untuk memenuhi kebutuhan tenaga listrik pada setiap konsumen. Keandalan suatu sistem distribusi melibatkan pengumpulan data dari luar dan mengevaluasi sistem. Tingkat keandalan pelayanan pada konsumen dapat dilihat dari lama pemadaman dan banyaknya frekuensi pemadaman yang terjadi dalam penyaluran tenaga listrik kepada konsumen dalam 1 tahun. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dan menghitung nilai indeks keandalan berbasis sistem berupa SAIDI, SAIFI, CAIDI, CAIFI, ASAI dan ASUI di

PT.PLN (*Persero*) Area Pekanbaru Rayon Panam.

2. Landasan Teori

2.1. Sistem Tenaga Listrik

Suatu sistem tenaga listrik terdiri dari tiga bagian utama, yaitu: pusat pembangkit listrik, saluran transmisi, dan sistem distribusi. Suatu sistem distribusi menghubungkan semua beban yang terpisah satu dengan yang lain kepada saluran transmisi. Ada tiga bagian penting dalam proses penyaluran tenaga listrik, yaitu: Pembangkitan, Penyaluran (transmisi) dan distribusi seperti Gambar 2.1 memperlihatkan sistem tenaga listrik mulai dari pembangkit sampai ke pelanggan.



Gambar 2.1. Ruang Lingkup Sistem Tenaga Listrik (Suhadi 2008:4)

2.2. Sistem Proteksi Tenaga Listrik

Suatu sistem tenaga listrik terdiri dari rangkaian peralatan yang sangat memungkinkan untuk mengalami gangguan, baik sebagai akibat dari faktor luar maupun dari kerusakan peralatan itu sendiri.

2.3. Struktur Distribusi Tenaga Listrik

2.3.1. Jaringan Induk Distribusi

Gardu induk berisikan ujung-ujung dari saluran transmisi atau

subtransmisi, transformator, peralatan proteksi, peralatan control dan pangkal saluran distribusi. Gardu induk memberikan suplai tenaga listrik ke jaringan distribusi.

2.3.2. Gardu Hubung (*Switch Substation*)

Gardu hubung merupakan gardu penghubung antara gardu induk dengan gardu trafo distribusi.

2.3.3. Gardu Distribusi

Gardu distribusi adalah gardu yang berisikan trafo distribusi dan merupakan daerah atau titik pertemuan antar jaringan primer dan jaringan sekunder karena pada gardu ini tegangan menengah (TM) diubah ketegangan rendah (TR).

2.3.4. Feeder (*Penyulang*)

Feeder (*Penyulang*) dalam jaringan distribusi merupakan saluran yang menghubungkan gardu induk dengan gardu distribusi.

2.4. Ketersediaan dan Keandalan

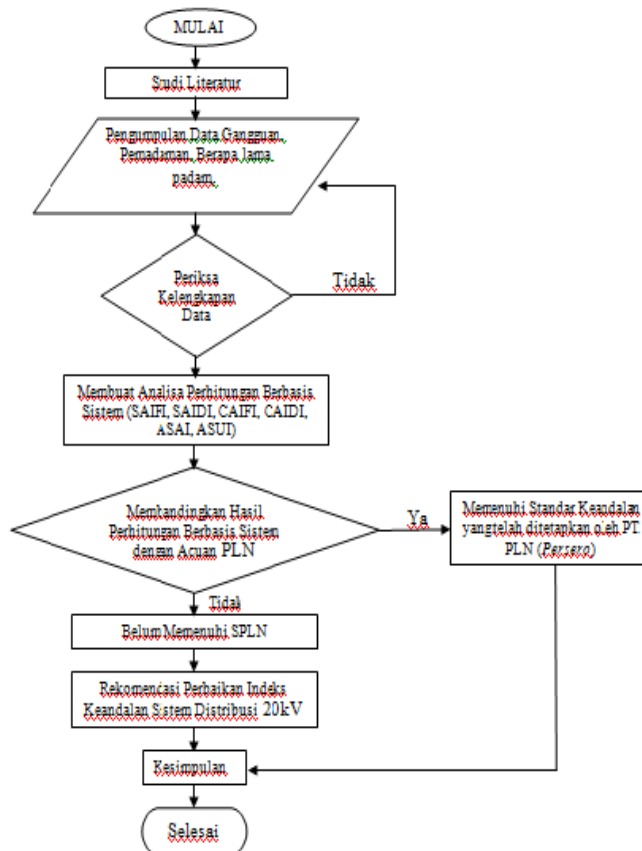
Berkenaan dengan sistem ketenagalistrikan maka ketersediaan (*availability*) adalah sebagai peluang suatu komponen atau sistem berfungsi menurut kebutuhan pada waktu tertentu saat digunakan dalam kondisi beroperasi. Ketersediaan diinterpretasikan sebagai peluang beroperasinya komponen atau sistem dalam waktu yang ditentukan. (Sukerayasa, I Wayan. 2007). Keandalan (*reliability*) adalah sebagai peluang suatu komponen atau sistem memenuhi fungsi yang dibutuhkan dalam periode waktu yang diberikan selama digunakan dalam kondisi beroperasi. Dengan kata lain keandalan berarti peluang tidak terjadi kegagalan selama beroperasi. Sukerayasa, I Wayan. (2007:51)

2.5. Indeks Keandalan Sistem Distribusi

Indeks keandalan merupakan suatu indikator keandalan yang dinyatakan dalam suatu besaran probabilitas, yang terdiri dari dari indeks keandalan dasar dan indeks berbasis sistem. Indeks keandalan dasar yang digunakan meliputi laju kegagalan λ (kegagalan/tahun), dan lama rata-rata gangguan U (jam/kegagalan). Sedangkan indeks keandalan berbasis sistem antara lain : SAIDI, SAIFI, CAIDI, CAIFI, ASAI dan ASUI.

3. Metode Penelitian

3.1. Flowchart penelitian



Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian

3.2. Objek Penelitian

Objek penelitian ini adalah Jaringan Distribusi Tenaga Listrik 20 kV pada *Feeder* Unit Pelayanan Jaringan (UPJ)

PT. PLN (*Persero*) Rayon Panam yang memiliki 9 *feeder*. Daftar nama *feeder* rayon panam dapat dilihat pada tabel 3.1 berikut ini:

Tabel 3.1. Daftar nama *feeder* Rayon panam. (Sumber. PT. PLN (*Persero*) Rayon Panam, Tahun 2015).

No	Nama- Nama Feeder Rayon Panam	Panjang Jaringan (kms)
1	Bangau Sakti	52
2	Lobak	33,78
3	Panam	22,73
4	Tarai	70,8
5	Taman Karya	12,85
6	Pantai Cermin	14
7	UNRI	17,2
8	Kualu	49,4
9	Sukarno Hatta	14,2

3.3. Teknik Analisis Data

Data-data yang telah didapatkan dari PT. PLN (*Persero*) Rayon Panam, selanjutnya dihitung untuk mendapatkan nilai-nilai indeks yang diinginkan dengan menggunakan persamaan dibawah ini:

3.3.1. Untuk Menghitung Laju Keandalan

$$\lambda = \frac{N}{\sum T_t} \quad (1) \quad \text{atau}$$

$$\lambda = \frac{f}{T} \quad (2)$$

(Sumber: Pabla, 2007 : 311)

Dimana: f = Jumlah kegagalan selama selang waktu.

T = Jumlah lamanya selang waktu pengamatan.

Sehingga rumus diatas menjadi:

$$\lambda = \frac{\text{Banyaknya Gangguan}}{12} \text{ kali/tahun} \quad (3)$$

3.3.2. Untuk Menghitung Lama Gangguan Rata-Rata

$$U_s = \frac{\sum t}{T} \quad (4)$$

(Sumber: Mubarak, 2009 : 19)

Dimana: t = lama gangguan (jam)
Sehingga rumus diatas menjadi:

$$U_s = \frac{\frac{\sum \text{lama gangguan}}{60}}{12} \text{ jam/tahun}$$

3.3.3. Untuk menghitung Indeks Keandalan Berbasis Sistem

a. System Average Interruption Frequency Index (SAIFI)

$$SAIFI = \frac{\sum \lambda_i N_i}{\sum N_i} \quad (6)$$

Dimana:

λ_i = Laju kegagalan unit (kali/tahun)

N_i = Jumlah pelanggan yang terganggu

(Sumber: I Wayan Sukerayasa, 2007)

b. Costume Average Interruption Frequency Index (CAIFI)

$$CAIFI = \frac{\lambda_i N_i}{U_i N_i} \quad (7)$$

λ_i = Laju kegagalan unit (kali/tahun)

N_i = Jumlah pelanggan yang terganggu.

U_i = Lama gangguan (durasi).

(Sumber: Didi Prayetno, 2012)

c. System Average Interruption Duration Index (SAIDI)

$$SAIDI = \frac{\sum U_i N_i}{\sum N_i} \quad (8)$$

N_i = Jumlah pelanggan yang terganggu.

U_i = Lama gangguan (durasi).

(Sumber: I Wayan Sukerayasa, 2007)

d. Customer average interruption duration index (CAIDI)

$$CAIDI = \frac{\sum U_i N_i}{\sum \lambda_i N_i} \quad (9)$$

λ_i = Laju kegagalan unit (kali/tahun)

(5) N_i = Jumlah pelanggan yang terganggu.

U_i = Lama gangguan (durasi).

(Sumber: I Wayan Sukerayasa, 2007)

e. Average service availability (unavailability) index (ASAI/ASUI)

$$ASAI = \frac{\sum N_i \times 8760 - \sum U_i N_i}{\sum N_i \times 8760} \quad (10)$$

$$ASUI = 1 - ASAI$$

$$ASUI = \frac{\sum U_i N_i}{\sum N_i \times 8760} \quad (11)$$

Dimana 8760 adalah jumlah jam dalam 1 tahun.

(Sumber: I Wayan Sukerayasa, 2007)

Dengan menggunakan persamaan di atas maka dilakukan analisis tentang hasil yang didapat dan membandingkan dengan target/ketetapan PT. PLN. Kemudian menganalisa tindakan apa yang dapat dilakukan untuk mengurangi terjadinya gangguan pada PT. PLN (Persero) Rayon Panam.

4. Hasil Dan Pembahasan

4.1. Data-data Feeder PT. PLN (Persero) Rayon Panam

Perhitungan dan pembahasan nilai-nilai indeks keandalan sistem jaringan distribusi tenaga listrik 20 kV berdasarkan indeks keandalan berbasis sistem. Pengambilan data-data gangguan diperoleh dari PT. PLN (Persero) Rayon Panam, data gangguan/pemadaman yang diambil ialah data gangguan/pemadman jaringan distribusi tenaga listrik 20 kV selama September 2014-Agustus 2015.

Tabel 4.1 Data Gangguan/Pemadaman pada Feeder Panam Tahun 2015.
(Sumber. PT. PLN (Persero) Rayon Panam, Tahun 2015).

No	Nama- Nama Feeder Rayon Panam	Panjang Saluran (kms)	Jumlah Pelanggan Terganggu (Ni)	Jumlah Gangguan (kali)	Lam Gangg (men)
1	Bangau Sakti	52	17.367	52	5.01
2	Lobak	33,78	15.950	64	4.22
3	Panam	22,73	8.105	54	4.32
4	Tarai	70,8	26.630	74	6.01
5	Taman Karya	12,85	2.316	46	4.22
6	Pantai Cermin	14	11.578	59	6.82
7	UNRI	17,2	1	42	4.12
8	Kualu	49,4	17.525	160	9.09
9	Sukarno Hatta	14,2	2.764	44	4.34
Jumlah		286,96	N = 102.831	595	48.11

4.2. Hasil perhitungan laju kegagalan dan lama rata-rata gangguan

Dengan menggunakan persamaan (2), maka dapat ditentukan :

Feeder Bangau Sakti

Laju kegagalan (λ) :

$$\lambda = \frac{f}{T}$$

f = Jumlah kegagalan (gangguan)
= 52 kali

T = Lama periode 1 tahun (12 bulan)

$$\lambda = \frac{52}{12} = 4,33 \text{ kali / tahun}$$

Dengan menggunakan persamaan (5), maka dapat ditentukan :

Feeder Bangau Sakti

Lama rata-rata gangguan:

$$U_s = \frac{\sum \text{lama gangguan}}{12} \text{ jam/tahun}$$

$$U = \frac{\left(\frac{5010}{60}\right)}{12} = 6,59 \text{ jam/tahun}$$

Tabel 4.2. Hasil perhitungan laju kegagalan dan rata-rata gangguan pada Rayon Panam.

No	Nama- Nama Feeder Rayon Panam	Jumlah Gangguan (Kali)	Lama Gangguan (Menit)	Laju Kegagalan (λ)	Lama Rata-Rata Gangguan (U)
1	Bangau Sakti	52	4.410	4,33	6,59
2	Lobak	64	4.221	5,33	5,86
3	Panam	54	4.322	4,5	6,01
4	Tarai	74	6.018	6,16	8,36
5	Taman Karya	46	4.181	3,83	5,86
6	Pantai Cermin	59	6.827	4,91	9,48
7	UNRI	42	4.122	3,5	5,72
8	Kualu	160	9.094	13,33	12,63
9	Sukarno Hatta	94	6649	3,66	6,03
Jumlah		645	49.844	49,58	66,92

4.3. Menghitung Indeks Keandalan Berbasis Sistem

Feeder Bangau Sakti

N_i = Banyak pelanggan pada feeder
Bangau Sakti = 17.367

λ_i = 4,33 kali/tahun

U_i = 6,59 jam/tahun

Sehingga didapatkan nilai indeks keandalannya sebagai berikut:

1. System Average Interruption Frequency Index (SAIFI)

dengan menggunakan rumus (6) diperoleh :

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

$$= \frac{4,33 \times 17.367}{17.367}$$

$$= 4,33 \text{ gangguan/ pelanggan}$$

2. *Costumer Average Interruption Frequency Index (CAIFI)* dengan menggunakan rumus (7) diperoleh :

$$CAIFI = \frac{\lambda_i N_i}{U_i N_i}$$

$$= \frac{4,33 \times 17.367}{6,59 \times 17.367}$$

$$= 0,657 \text{ gangguan/pelanggan}$$

3. *System Average Interruption Duration Index (SAIDI)* dengan menggunakan rumus (8) diperoleh :

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

$$= \frac{6,12 \times 17.367}{17.367}$$

$$= 6,12 \text{ jam/pelanggan}$$

4. *Costumer Average Interruption Duration Index (CAIDI)* dengan menggunakan rumus (9) diperoleh :

$$CAIDI = \frac{\sum U_i N_i}{\sum \lambda_i N_i}$$

$$= \frac{6,12 \times 17.367}{4,33 \times 17.367}$$

$$= 1,413 \text{ jam/pelanggan}$$

5. *Average Service Availability (Unavailability) Index (ASAI/ASUI)* dengan menggunakan rumus (10) diperoleh :

$$ASAI = \frac{\sum N_i \times 8760 - \sum U_i N_i}{\sum N_i \times 8760}$$

$$= \frac{(17.367 \times 8760) - (6,59 \times 17.367)}{17.367 \times 8760}$$

$$= 0,999$$

Dengan menggunakan rumus (11) diperoleh :

$$ASUI = 1 - ASAI$$

$$= 1 - 0,999$$

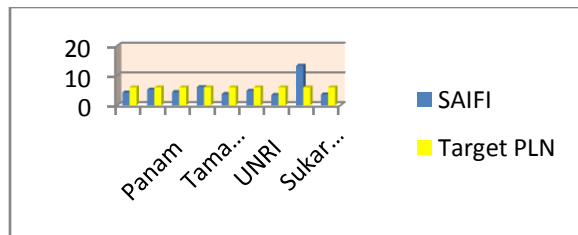
$$= 0,001$$

Tabel. 4.3. Data hasil perhitungan nilai indeks keandalan *feeder* pada PT.PLN (Persero) Rayon Panam

No	Feeder / Penyulang	Nilai Indeks Keandalan Berbasis Sistem					
		SAIFI	SAIDI	CAIFI	CAIDI	ASAI	ASUI
1	Bangau Sakti	4,33	6,12	0,657	1,413	0,999	0,001
2	Lobak	5,33	5,86	0,909	1,099	0,999	0,001
3	Panam	4,5	6,01	0,748	1,335	0,999	0,001
4	Tarai	6,16	8,36	0,736	1,357	0,999	0,001
5	Taman Karya	3,83	5,86	0,653	1,530	0,999	0,001
6	Pantai Cemrin	4,91	9,48	0,517	1,930	0,998	0,002
7	UNRI	3,5	8,36	0,736	1,357	0,999	0,001
8	Kualu	13,33	12,63	1,105	0,904	0,998	0,002
9	Sukarno Hatta	3,66	6,03	0,606	1,593	0,999	0,001
Rayon Panam		49,55	68,71	6,667	12,518	8,321	0,679
Target PT. PLN Thn 2015		6,04	7,8				

4.4. Perbandingan Nilai SAIFI

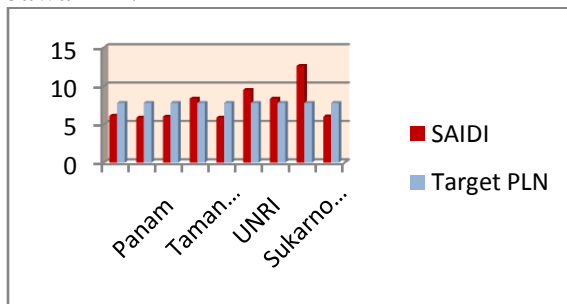
Nilai SAIFI yang merupakan target/ketetapan dari PT. PLN adalah 6.04 gangguan/pelanggan. Berdasarkan tabel 4.3 diatas, maka dapat dilihat perbandingan nilai SAIFI pada masing-masing *feeder*, seperti yang terlihat para grafik dibawah ini:



Gambar 4.1. Grafik Nilai SAIFI Untuk Masing-Masing Feeder

4.5. Perbandingan Nilai SAIDI

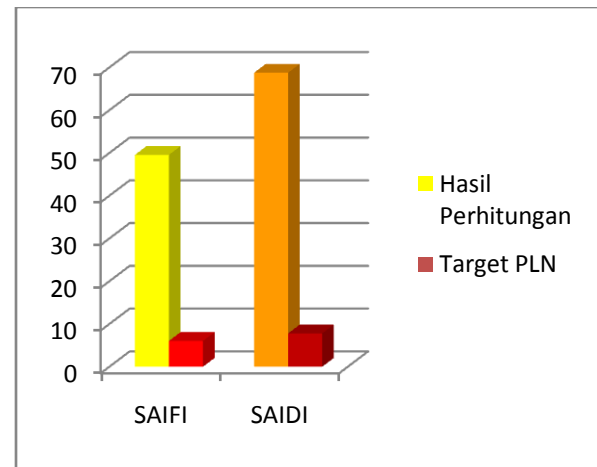
Nilai SAIDI yang merupakan target dari PLN adalah 468.00 (7.8 jam/pelanggan). Berdasarkan tabel 4.3 diatas, maka dapat dilihat perbandingan nilai SAIDI pada masing-masing *feeder*, seperti yang terlihat pada grafik di bawah ini:



Gambar 4.2. Grafik Nilai SAIDI Untuk Masing-Masing Feeder

4.6. Perbandingan nilai indeks SAIFI dan SAIDI antara target PT. PLN dengan perhitungan pada feeder PT.PLN (Persero) Rayon Panam.

Berdasarkan table 4.3 diatas, maka dapat dilihat perbandingan nilai SAIFI dan SAIDI pada PT. PLN Persero Rayon Panam, seperti yang terlihat pada grafik di bawah ini:



Gambar 4.5. Grafik Perbandingan antara Nilai SAIFI dan SAIDI dengan Perhitungan dan Target PLN

5. Kesimpulan dan Saran

5.1. Kesimpulan

1. Nilai indeks keandalan SAIFI tertinggi terdapat pada *feeder* Kualu dengan nilai 13,33 gangguan/tahun dan indeks keandalan SAIFI terendah terdapat pada *feeder* UNRI dengan nilai 3,5 gangguan/tahun. Kemudian untuk indeks keandalan SAIDI tertinggi terdapat pada *feeder* Kualu dengan nilai 12,63 jam/tahun dan terendah pada *feeder* Lobak dan *feeder* Taman Karya dengan nilai 5,86 jam/tahun.
2. Mengacu pada target nilai indeks keandalan PT.PLN (*Persero*) Rayon Panam yang menetapkan nilai indeks keandalan SAIFI 6,05 kali/tahun dan indeks keandalan SAIDI 7,8 jam/tahun, tingkat keandalan pada rayon yang diteliti pada penelitian ini dikategorikan tidak handal, karena memiliki nilai indeks keandalan diatas target PT.PLN (*Persero*) Rayon Panam. Nilai indeks keandalannya yaitu SAIFI 49,55 gangguan/tahun dan SAIDI 68,71 jam/tahun. Namun tidak semua *feeder* yang ada di

Rayon Panam berada dalam keadaan tidak handal. Untuk nilai indeks SAIFI dari seluruh *feeder* ada 7 (tujuh) *feeder* yang dapat dikategorikan handal, karena nilai indeks keandalannya lebih rendah dari target PT.PLN (*Persero*) Rayon Panam yaitu *feeder* Bangau Sakti (4,33), *feeder* Lobak (5,33), *feeder* Panam (4,5), *feeder* Taman Karya (3,83), *feeder* Pantai Cermin (4,91), *feeder* UNRI (3,5) dan *feeder* Sukarno Hatta (3,66). Dan ada dua *feeder* yang dikategorikan tidak handal karena nilai indeks keandalannya lebih tinggi dari target PT.PLN (*Persero*) Rayon Panam yaitu *feeder* Tarai (6,16) dan *feeder* Kualu (13,33). Kemudian untuk nilai indeks SAIDI dari seluruh *feeder* ada 5 (lima) *feeder* yang dapat dikategorikan handal karena nilai indeks keandalannya lebih rendah dari target PT.PLN (*Persero*) Rayon Panam yaitu *feeder* Bangau Sakti (6,12), *feeder* Lobak (5,86), *feeder* Panam (6,01), *feeder* Taman Karya (5,86) dan *feeder* Sukarno Hatta (6,03). Dan ada 4 (empat) *feeder* yang dikategorikan tidak handal karena nilai indeks keandalannya lebih tinggi dari target PT.PLN (*Persero*) Rayon Panam yaitu *feeder* Tarai (8,36), *feeder* Pantai Cermin (9,48), *feeder* UNRI (8,36) dan *feeder* Kualu (12,63).

5.2. Saran

Adapun saran yang disampaikan bagi penelitian selanjutnya yang akan melanjutkan penelitian ini dan juga untuk pihak PT.PLN (*Persero*) Rayon Panam adalah:

1. Untuk *feeder* yang mengalami banyak gangguan/pemadaman dan waktu gangguan yang lama, maka perlu dilakukan:

- a. Tindakan perbaikan dan perawatan pada sistem jaringan distribusi tenaga listrik 20 kV pada masing-masing *feeder* PT.PLN (*Persero*) Rayon Panam secara berkala, sehingga dapat menjamin kontinuitas kinerja sistem.
 - b. Tindakan perawatan terhadap peralatan pengaman dan pemutus seperti: Rele, *Recloser*, PMT dan PMS pada masing-masing *feeder* PT.PLN (*Persero*) Rayon Panam, sehingga dapat memperkecil banyak gangguan dan lama gangguan yang mungkin terjadi..
 - c. Tindakan penambahan peralatan pemutus dan pengaman pada *feeder* yang memiliki jumlah gangguan yang besar, sehingga dapat melokalisir daerah gangguan agar tidak menyebar.
2. Disarankan kepada Unit Pelayanan Jaringan (UPJ) dan Unit Pelayanan Teknik (UPT) PT.PLN (*Persero*) Rayon Panam agar lebih sering melakukan pengecekan dan perawatan peralatan pengaman dan pemutus pada masing-masing *feeder* terutama pada *feeder-feeder* yang memiliki nilai indeks keandalan melewati target PT.PLN (*Persero*) Rayon Panam. Seperti pada *feeder* Tarai (SAIFI 6,16 dan SAIDI 8,36), *feeder* Pantai Cermin (SAIDI 9,48), *feeder* UNRI (SAIDI 8,36), *feeder* Kualu (SAIFI 13,33 dan SAIDI 12,63).

Daftar Pustaka

- Hartati, Sugerayasa, Setiawan, Ariastina. 2007. *Penentuan Angka Keluar Peralatan Untuk Evaluasi Keandalan Sistem Distribusi Tenaga Listrik. Jurnal Teknologi*

- Elektro*, (Online), Vol. 6, No. 2, (<http://ejournal.unud.ac.id>).
- Momoh, A. James. 2008. *Electric Power Distribution, Automation, Protection, And Control*. CRC Pres Taylor & Francis Group Boca Raton London New York.
- Dahlan, Primando Tambun. 2010. *Studi Keandalan Jaringan Tegangan Menengah 20 kV Di Wilayah Area Pelayanan Jaringan (APJ) Padang PT. PLN (Persero) Cabang padang*. Universitas Negeri Padang.
- Morhel, Mubarak. 2009. *Studi Keterandalan Sistem Jaringan Distribusi Udara 20 kV Pada Gardu Hubung Kandis Kota padang*. Universitas Negeri Padang.
- Pabla, A. S. 2007. *Electric Power Distribution Fifth Edition*. Tata McGraw Hill Publishing Company Limited. New Delhi.
- Sukerayasa, I Wayan. 2007. *Evaluasi Keandalan Penyulang Konfigurasi Radial dan Spindel*. Fakultas Teknik. Universitas Udayana. Bali
- Suhadi. 2008. *Teknik Distribusi Tenaga Listrik*. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.