

Analisa Nilai Indeks Keandalan Sistem Jaringan Distribusi Udara 20 kV pada Feeder PT. PLN (Persero) Rayon Sungai Penuh - Kerinci

Dasman*, Royas Saputra
 Institut Teknologi Padang, Padang
 E-mail: dasmanitp@gmail.com

ABSTRACT

The distribution system as a system of electrical power is directly related to the customer should pay attention to the quality of reliability which is to supply electricity to consumers. Efforts are needed to meet growing electrical energy not only to meet the demand for power is increasing every year, but also improve the quality of service reliability. If frequent outages would be fatal in large customers and small customers. Kontinuitas customer services is one element for maintaining power system reliability addressed from a long amount of interference. This study aims to analyze the system reliability index value of 20 kV distribution network of air in the feeder PT. PLN (Persero) Rayon Full River - Kerinci). The result showed that the comparison of the value of SAIFI and SAIDI, 2015 SAIFI and SAIDI were analyzed (SAIFI and SAIDI = 0.09211 = 0.02744), while the targeted value PT. PLN (Persero) Rayon Full River (SAIFI = 1.02 and SAIDI = 1.98). Whereas in 2016 SAIFI and SAIDI were analyzed (SAIFI and SAIDI = 0.52657 = 0.17288) while the targeted value PT. PLN (Persero) Rayon Full River (SAIDI SAIFI = 1.43 and = 2.00). Then the distribution network in PT. PLN (Persero) Rayon Full River include the level of reliability that is still reliable.

Keywords: *distribution systems, SAIDI, SAIFI*

ABSTRAK

Sistem distribusi sebagai system penyaluran tenaga listrik yang langsung berhubungan dengan pelanggan harus memperhatikan mutu keandalannya yaitu untuk menyuplai tenaga listrik ke konsumen. Upaya yang diperlukan untuk memenuhi pertumbuhan energi listrik tidak hanya dengan memenuhi permintaan daya yang meningkat setiap tahun tetapi juga memperbaiki mutu keandalan pelayanan. Jika sering terjadi pemadaman akan berakibat fatal pada pelanggan besar maupun pelanggan kecil. Kontinuitas pelayanan terhadap konsumen merupakan salah satu unsur untuk menjaga keandalan sistem tenaga listrik ditujukan dari lama jumlah gangguan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa nilai indeks keandalan sistem jaringan distribusi udara 20 kV pada feeder PT. PLN (Persero) Rayon Sungai Penuh - Kerinci). Dari hasil penelitian didapatkan bahwa Perbandingan nilai SAIFI dan SAIDI, pada tahun 2015 SAIFI dan SAIDI yang dianalisa (SAIFI = 0,09211 dan SAIDI = 0,02744) Sedangkan nilai yang ditargetkan PT. PLN (Persero) Rayon Sungai Penuh (SAIFI = 1.02 dan SAIDI = 1.98). Sedangkan pada tahun 2016 SAIFI dan SAIDI yang dianalisa (SAIFI = 0,52657 dan SAIDI = 0,17288) Sedangkan nilai yang ditargetkan PT. PLN (Persero) Rayon Sungai Penuh (SAIFI = 1.43 dan SAIDI = 2.00). Maka jaringan distribusi di PT. PLN (Persero) Rayon Sungai Penuh tersebut termasuk tingkat keandalan yang masih handal.

Kata kunci: sistem distribusi, SAIDI, SAIFI

1. PENDAHULUAN

Kebutuhan energi listrik yang semakin meningkat sebaiknya ditunjang dengan usaha peningkatan kualitas terhadap para pelanggannya. Kualitas yang dimaksud adalah kualitas pelayanan teknis yang mampu memberikan aliran energi listrik dengan daya yang mencukupi dan handal. Beberapa faktor yang menentukan kualitas energi listrik yang dipakai adalah kestabilan tegangan, frekuensi, kontinuitas pelayanan, dan faktor daya. Namun dari beberapa faktor diatas yang sangat dirasakan oleh pelanggan adalah kontinuitas pelayanan energi listrik karena banyak keluhan dari para pelanggan mengenai sering terjadi pemadaman listrik dalam waktu yang lama.

Pengelolaan pembangkitan, penyaluran dan pendistribusian energi listrik dituntut untuk memenuhi keinginan konsumen terhadap

peningkatan kuantitas, kualitas, dan kontinuitas daya yang dihasilkan. Segi kuantitas, menuntut tersedianya tenaga listrik dalam jumlah yang memadai sesuai dengan kebutuhan pelanggan. Segi kualitas, menuntut mutu pendistribusian tenaga listrik yang tinggi kepada pelanggan. dan Segi kontinuitas, menuntut pendistribusian energi secara terus menerus kepada pelanggan. Sehingga permasalahan pemadaman listrik merupakan suatu tantangan yang harus dihadapi, dikarenakan pemadaman listrik dapat menimbulkan kerugian bagi pihak konsumen yang membutuhkan listrik dengan penyaluran yang baik, maupun pihak perusahaan listrik yang berkewajiban memberikan pelayanan terbaik bagi pelanggannya sehingga dihadapkan pada permasalahan kesanggupan sendiri.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk Mendapatkan nilai indeks keandalan sistem

distribusi udara 20 kV PT. PLN (Persero) Rayon Sungai Penuh – Kerinci, mengetahui nilai SAIDI, SAIFI tahun 2015 dan 2016 pada SUTM 20 kV PT. PLN (Persero) Rayon Sungai Penuh – Kerinci, serta membandingkan nilai SAIDI, SAIFI, tahun 2015 dan 2016.

2. LANDASAN TEORI

Menurut [2], keandalan yaitu kemampuan dari sistem pengiriman kekuatan untuk membuat tegangan listrik yang siap secara terus menerus dan cukup dengan mutu kepuasan untuk memenuhi kebutuhannya konsumen. Dalam [5] melakukan penelitian mutu Tenaga Listrik juga menjadi tuntutan yang makin besar dari pihak pemakai tenaga listrik. Mutu tenaga listrik tersebut meliputi kontinuitas penyediaan, nilai tegangan, nilai frekuensi, kedip tegangan, dan kandungan harmonisa.

SPLN.59/1985 Fasal-4 mengatur tentang Indeks Keandalan pada sistem distribusi. Indeks keandalan merupakan suatu besaran untuk membandingkan penampilan sistem distribusi. Dua indeks keandalan merupakan suatu besaran untuk membandingkan penampilan sistem distribusi. Dua indeks keandalan yang sering digunakan pada sistem distribusi adalah indeks frekuensi pemadaman rata-rata (f) yaitu jumlah yang mengalami pemadaman dalam satu tahun dibagi dengan jumlah konsumen yang dilayani dan indeks lama pemadaman rata-rata (d) yaitu jumlah lamanya pemadaman konsumen dalam satu tahun dibagi dengan jumlah konsumen (SPLN 59/1985).

A. Muhammad Syafar (2011) dalam jurnal Tugas Akhir tentang “Penentuan indeks Keandalan Sistem Distribusi 20 kV dengan Pendekatan Kontinuitas Pelayanan”. Dimana keandalan distribusi 20 kV menitik beratkan pada lingkup pelayanan konsumen. Hasil pengamatan dan analisis pada durasi gangguan berada pada batas standar gangguan rata-rata yakni untuk indeks frekuensi permanen 277 kali dan temporer 4523 kali, untuk indeks durasi permanen 232 MWh dan temporer 131,292 MWh. Kemudian faktor penyebab utama gangguan yang terjadi yakni tingkat kerusakan pada peralatan dan tingkat lama/durasi gangguan.

2.1 Sistem Distribusi Tenaga Listrik

Sistem distribusi tenaga listrik pada dasarnya merupakan rangkaian terakhir dari sistem jaringan listrik dan peranannya adalah mendistribusikan tenaga listrik kepada konsumen. Dapat dipahami bahwa pada jaringan distribusi khususnya, terjadi titik-titik pertemuan antara dua kepentingan dengan persyaratan masing-masing, yaitu pihak pelanggan dan pihak perusahaan listrik berkewajiban memberikan pelayanan terbaik bagi pelanggannya

sehingga dihadapkan pada permasalahan kesanggupan sendiri.

Tetapi yang jelas sebenarnya kedua macam kepentingan itu tidaklah bertentangan, bahkan mempunyai tujuan yang sama. Bagi konsumen, mutu pelayanan yang baik akan memberikan kepuasan tersendiri, sedangkan bagi perusahaan listrik mempertahankan mutu penyaluran yang baik sehingga jaringan akan beroperasi secara efisien. Suatu jaringan dinyatakan sebagai jaringan yang baik apabila memenuhi kriteria tertentu dalam kelangsungan penyaluran serta tegangan dan frekuensi. Untuk sampai kepada tujuan tersebut perlu dikenal dengan baik jaringan distribusi secara fungsional, pada keadaan normal maupun keadaan gangguan. Pada keadaan normal, masalah yang harus dipecahkan adalah penurunan tegangan yang berlebihan yang disebabkan oleh impedansi dan luas penampang kawat penghantar, panjang *feeder* dan lain sebagainya. Sedangkan pada keadaan gangguan masalahnya adalah pengalih beban yang mengalami pemadaman ke sumber-sumber yang dicadangkan. Gangguan tersebut sedapat mungkin dicegah, tetapi apabila tidak dapat dicegah harus diperbaiki dalam waktu yang sesingkat-singkatnya.

Sistem distribusi menempati posisi yang sangat penting dalam sistem tenaga listrik, fungsinya secara singkat adalah menyalurkan tenaga listrik dari gardu induk dan mendistribusikannya ke konsumen oleh sebab itu dalam perencanaan, perancangan, konstruksi, operasi dan pemeliharaan sistem distribusi harus dilakukan secara cermat dan teliti.

2.2 Statistika Penyebab Pemadaman

Dalam melakukan perhitungan *Sistem Average Interruption Duration Index (SAIDI)* atau indeks lama gangguan rata-rata sistem, *Sistem Average Interruption Frequency Index (SAIFI)* atau indeks frekuensi dan durasi terjadinya gangguan, serta *Average service availability index (ASAI)* dan *Average service unavailability index (ASUI)*, namun sebelum membahas perhitungan secara matematisnya perlu untuk mengetahui definisi dari angka indeks tersebut.

2.2.1 Definisi Angka Indeks

Secara statistik, menurut Supranto (2000:281): Angka indeks atau sering disebut dengan indeks saja, pada dasarnya merupakan suatu angka yang dibuat sedemikian rupa sehingga dapat dipergunakan untuk melakukan perbandingan antara kegiatan yang sama dalam dua atau lebih waktu yang berbeda. Dari angka indeks bisa diketahui maju mundurnya suatu kegiatan. Jadi tujuan pembuatan angka indeks sebetulnya adalah untuk mengukur secara kuantitatif terjadinya perubahan dalam dua atau lebih waktu

yang berlainan. Dengan demikian angka indeks sangat diperlukan oleh siapa saja yang ingin mengetahui maju mundunya suatu kegiatan yang dilaksanakan.

Secara kelistrikan, indeks merupakan suatu angka yang dibuat sedemikian rupa berdasarkan data-data penunjang untuk dijadikan sebagai perbandingan dari keandalan pada suatu sistem ataupun peralatan, yaitu angka kegagalan rata-rata lamanya gangguan dan waktu kegagalan tahunan.

2.2.2 Metode Perhitungan Indeks

Angka indeks terbagi dari beberapa macam berdasarkan kegunaannya, salah satunya adalah indeks relatif sederhana (*simple relative indeks*) dinyatakan oleh persamaan berikut [3]:

$$I_{t/0} = \frac{P_t}{P_0} \times 100\% \quad (1)$$

$$I_t = \frac{\sum P_t}{\sum P} \times 100\% \quad (2)$$

dimana:

- $I_{t/0}$ = indeks harga pada waktu f dengan dasar 0
- P = harga keseluruhan
- P_t = harga pada waktu t
- P_0 = harga pada waktu 0

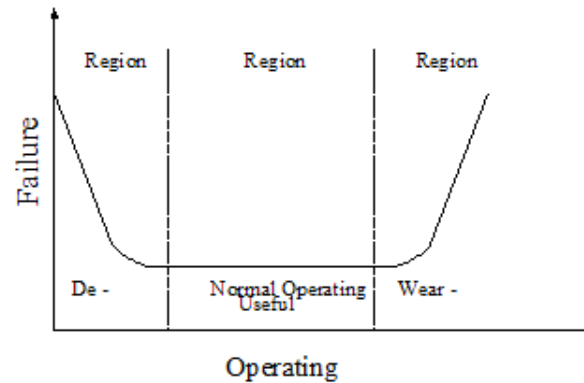
Rumus ini merupakan perhitungan perbandingan banyaknya gangguan yang terjadi dari tahun ke tahun dan hasil akhir dalam perhitungan indeks gangguan. Dalam melakukan proses akhir dari perhitungan maka diperlukan rumus-rumus lain untuk dapat tercapainya hasil akhir tersebut, yaitu sebagai berikut.

1) Laju Kegagalan (*failure rate*)

Banyaknya kegagalan yang terjadi selama selang waktu $t1$ sampai $t2$ disebut laju kegagalan (*Failure rate*). Ini dapat dinyatakan sebagai peluang bersyarat, yaitu kegagalan-kegagalan yang terjadi dalam selang waktu $t1$ sampai $t2$, dimana sebelum periode $t1$ tidak terjadi kegagalan, dan ini merupakan awal dari selang.

Jadi laju kegagalan adalah harga rata-rata dari jumlah kegagalan per satuan waktu pada satuan selang waktu pengamatan (T). Dari hasil survey IEEC laju kegagalan ini dihitung dengan satuan kegagalan per tahun. Untuk selang waktu pengamatan diperoleh [1]:

$$\lambda_s = \frac{f}{T} \quad (3)$$



Gambar 1 Laju kegagalan sebagai fungsi waktu

dimana:

- λ_s = jumlah kegagalan (frekuensi / 12 bulan)
- f = jumlah kegagalan selama selang waktu
- T = jumlah lamanya rentang waktu

Laju kegagalan ini merupakan fungsi dari waktu atau umum dari sistem atau saluran selama beroperasi. Fungsi waktu ini dapat dilihat pada gambar 1. Dari gambar tersebut laju kegagalan dibagi dalam tiga selang waktu, yaitu:

- a) Selang waktu kegagalan awal (*De Bugging*)
Pada selang waktu kegagalan awal ini laju kegagalan akan menurun dengan cepat sesuai bertambahnya waktu. Kegagalan pada daerah ini disebabkan oleh kesalahan dalam perencanaan dan pembuatan jaringan serta pemasangan saluran tersebut.
- b) Selang waktu kegagalan normal (*Normal Operating or Useful Life*)
Pada daerah waktu ini besarnya laju kegagalan dapat dianggap tetap. Hal ini disebabkan sistem atau saluran siap beroperasi dengan mantap. Sehingga kemungkinan terjadi kegagalan adalah sama pada setiap waktu. Laju kegagalan pada daerah ini tidak teratur disebabkan oleh tekanan yang tiba-tiba diluar kekuatan sistem atau saluran yang telah direncanakan.
- c) Selang waktu kegagalan akhir (*Wear-Out*)
Laju kegagalan pada daerah ini bertambah besar dengan bertambahnya waktu. Hal ini disebabkan karena bertambahnya umur sistem atau saluran dan kegagalan ini dapat ditanggulangi dengan mengadakan pemeliharaan (*maintenance*).

2) Annual Autage Time (U)

Lama terputusnya pasokan listrik rata-rata dalam kurung waktu tertentu (umunya *annual autage time* dinyatakan dalam *hours/year* atau jam/tahun). Untuk menghitung *annual autage time* digunakan rumus berikut.

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

dimana:

t = lamanya gangguan
 T = jumlah selang waktu pengamatan

Suatu sistem distribusi dibangun oleh kumpulan rangkaian komponen-komponen termasuk jalur, kabel, isolator, busbar dan lain-lain. Agar dapat beroperasi, pelanggan yang terhubung ke sebuah titik beban dari sebuah sistem membutuhkan semua komponen antara titik *supply* dengan titik beban pelanggan tersebut.

3) System Average Interruption Frequency Index (SAIFI)

Menginformasikan tentang frekuensi pemadaman rata-rata untuk tiap konsumen dalam kurun waktu setahun pada suatu area yang dievaluasi, cara menghitungnya yaitu total frekuensi pemadaman dari konsumen dalam setahun dibagi dengan jumlah total konsumen yang dilayani, secara matematis ditulis sebagai:

$$saifi = \frac{\sum \lambda_i N_i}{\sum N} \quad (5)$$

dimana:

λ_i = laju kegagalan unit
 N_i = jumlah pelanggan yang dilayani
 N = total pelanggan keseluruhan

Biasanya SAIFI diukur dalam unit interupsi per pelanggan dalam jangka satu tahun. Perhitungan ini membutuhkan data-data jumlah pelanggan yang mengalami pemadaman dan frekuensi pemadaman yang terjadi dalam jangka pertahun.

4) System Average Interruption Duration Index (SAIDI)

Menginformasikan tentang durasi pemadaman rata-rata untuk tiap konsumen dalam kurun waktu setahun pada suatu area yang dievaluasi. Cara menghitungnya yaitu total durasi pemadaman dari konsumen dalam setahun dibagi dengan jumlah total konsumen yang dilayani. Secara matematis ditulis sebagai berikut:

$$Saidi = \frac{\sum U_i N_i}{\sum N} \quad (6)$$

dimana:

U_i = *annual autage time unit*
 N_i = jumlah pelanggan yang dilayani
 N = total pelanggan keseluruhan

Biasanya SAIDI umum digunakan sebagai indikator keandalan daya listrik oleh utilitas. SAIDI diukur dalam unit waktu, (menit atau jam) diatas jangka satu tahun. Perhitungan ini membutuhkan data-data tentang waktu pemadaman pada setiap gangguan.

5) Average Service Availability Index (ASAI)

ASAI adalah perbandingan total jumlah pelanggan yang dapat dilayani perjamnya, yakni jumlah layanan yang tersedia selama periode waktu tertentu yang dapat diberikan ke pelanggan. Ini merupakan salah satu indeks pelayanan keandalan. ASAI biasanya dapat dihitung secara bulanan (730 jam) atau secara tahunan (8.760) jam.

$$ASAI = \frac{N_i \times 8760 - U_i}{N_i \times 8760} \quad (7)$$

dimana:

N_i = Jumlah pelanggan pada bulan tersebut
 8760 = jumlah jam dalam 1 tahun
 U_i = Lama gangguan rata-rata

6) Average Service Unavailability Index (ASUI)

ASUI adalah perbandingan total jumlah pelanggan yang tidak dapat dilayani perjamnya, yakni jumlah layanan yang tidak sampai ke pelanggan selama periode waktu tertentu.

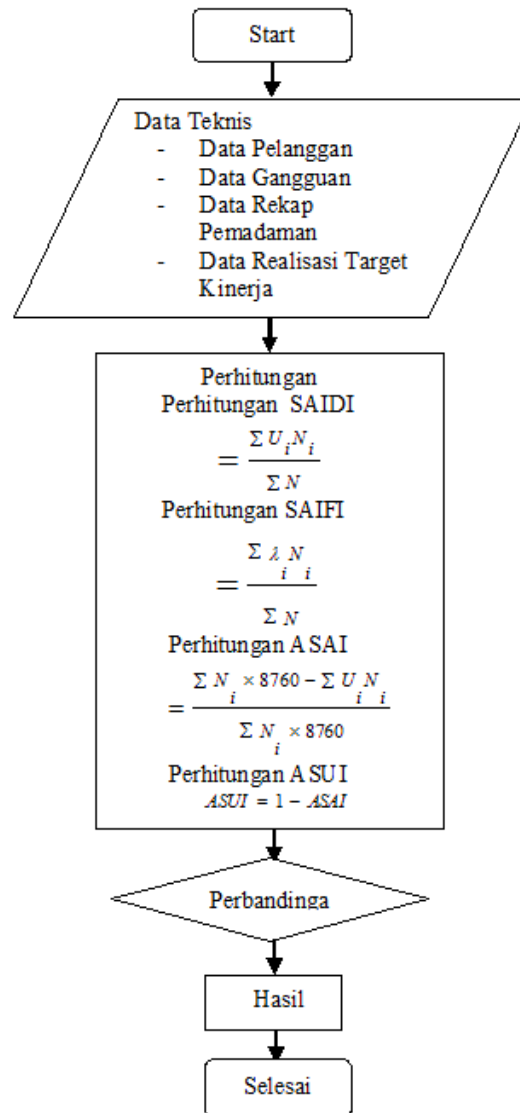
$$ASUI = 1 - ASAI \quad (8)$$

3. JALAN PENELITIAN

Dalam menyelesaikan penelitian ini, dilakukan prosedur seperti ditunjukkan pada gambar 2.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil perhitungan dapat diketahui bahwa indeks keandalan pada bulan Februari yaitu indeks keandalannya adalah 0.006814 untuk SAIFI dan 0.001707 untuk SAIDI. Ini merupakan indeks keandalan yang paling baik dari bulan yang lain. Sedangkan untuk indeks keandalan paling buruk adalah pada bulan Oktober dan Agustus dimana nilai indeks keandalannya yaitu 0.18956 untuk SAIFI dan 0.05813 untuk SAIDI. Apabila dilihat dari bulan



Gambar 2 Diagram alir penelitian

kebulan yang memiliki indeks keandalan SAIDI dan SAIFI yang paling buruk dipengaruhi oleh jumlah padam, lama padam dan banyak Kwh yang tidak tersalurkan pada bulan itu.

Berdasarkan hasil analisa dapat diketahui bahwa sistem distribusi pada PT. PLN (Persero) Rayon Sungai Penuh – Kerinci masih bagus dengan perbandingan nilai SAIFI dan SAIDI total berdasarkan analisa dan perhitungan yaitu SAIFI = 0,09211 dan SAIDI = 0,02744. Sedangkan nilai yang ditargetkan PT. PLN (Persero) Rayon Sungai Penuh yaitu SAIFI = 1.02 dan SAIDI = 1.98.

Sedangkan pada tahun 2016 dapat diketahui bahwa indeks keandalan pada bulan Mei dan April yaitu indeks keandalannya adalah 0.025117 untuk SAIFI dan 0.03365 untuk SAIDI. Ini merupakan indeks keandalan yang paling baik dari bulan yang lain. Sedangkan untuk indeks keandalan paling buruk adalah pada bulan Januari dan Maret dimana

nilai indeks keandalannya yaitu 0.96387 untuk SAIFI dan 0.48682 untuk SAIDI. Apabila dilihat dari bulan kebulan yang memiliki indeks keandalan SAIDI dan SAIFI yang paling buruk dipengaruhi oleh jumlah padam dan lamanya padam pada bulan itu.

Berdasarkan hasil analisa dapat diketahui bahwa sistem distribusi pada PT. PLN (Persero) Rayon Sungai Penuh – Kerinci masih bagus dengan perbandingan nilai SAIFI dan SAIDI total berdasarkan analisa dan perhitungan yaitu SAIFI = 0,52657 dan SAIDI = 0,17288. Sedangkan nilai yang ditargetkan PT. PLN (Persero) Rayon Sungai Penuh yaitu SAIFI = 1.43 dan SAIDI = 2.00.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan analisa yang dilakukan untuk keandalan sistem distribusi yang berorientasikan kepada pelanggan dan beban pada PT. PLN (Persero)

Rayon Sungai Penuh, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

- 1) Untuk menentukan nilai SAIDI, SAIFI, ASAI, dan ASUI tahun 2015 dan 2016 pada SUTM 20 kV pada PT. PLN (Persero) Rayon Sungai Penuh – Kerinci. Maka dilakukan perhitungan dari rata - rata laju kegagalan (λ_s) dan rata - rata lama gangguan (Us) perbulan yang terjadi pada PT. PLN (Persero) Rayon Sungai Penuh selama 12 bulan tahun 2015 dan 6 bulan tahun 2016.
- 2) Perbandingan nilai SAIFI dan SAIDI yang dianalisa dengan SAIFI dan SAIDI yang ditargetkan PT. PLN (Persero) Rayon Sungai Penuh (Total SAIFI dan SAIDI per tahun) pada tahun 2015 dan 2016.
- 3) 2015: Nilai SAIFI dan SAIDI yang dianalisa (SAIFI = 0,09211 dan SAIDI = 0,02744) Sedangkan nilai yang ditargetkan PT. PLN (Persero) Rayon Sungai Penuh (SAIFI = 1.02 dan SAIDI = 1.98)
- 4) 2016: Nilai SAIFI dan SAIDI yang dianalisa (SAIFI = 0,52657 dan SAIDI = 0,17288) Sedangkan nilai yang ditargetkan PT. PLN (Persero) Rayon Sungai Penuh (SAIFI = 1.43 dan SAIDI = 2.00)

Dari perhitungan indeks keandalan sistem dengan metode SAIFI, SAIDI dan dibandingkan dengan ketentuan standar yang telah ditetapkan oleh

PT. PLN (Persero) Rayon Sungai Penuh. Maka jaringan distribusi di PT. PLN (Persero) Rayon Sungai Penuh tersebut termasuk tingkat keandalan yang masih handal.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Pabla, A.S (1994) "*Sistem Distribusi Tenaga Listrik*". Erlangga, Jakarta. Buku asli diterbitkan tahun 1981.
- [2] Stevenson, William, D, Jr (1982) "*Analisis Sistem Tenaga Listrik*". (IV). Erlangga, Bandung.
- [3] Supranto, J. (2000). "*Statistik, Teori dan Aplikasi (I-IV)*". Erlangga, Jakarta.
- [4] Sugiyono. (1992). "*Metode penelitian administratif*". Alfabeta, Bandung.
- [6] Djiteng Marsudi (2005), "*Mutu Tenaga Listrik*".
- [7] Willis (2004). "*Keandalan Kemampuan dari Sistem Pengiriman Kekuatan Tegangan Listrik*".
- [8] Viktor, Rizki. (2007). "*Analisis indeks keandalan sistem distribusi 20 kV*". Tugas Akhir, Jurusan Teknik Elektro UNAND.
- [9] A. Muhammad Syafar (2011) "*Penentuan Indeks Keandalan Sistem Distribusi 20 kV*".
- [10] Standar PLN (SPLN) No. 68-2. 1986. "*Tingkat Jaminan Sistem Tenaga Listrik*".
- [11] PT. PLN (Persero) Rayon Sungai Penuh-Kerinci. "*Gangguan dan Proteksi Distribusi*".
- [12] Standard Operation Procedure (SOP) "*Pemadaman Listrik*" PT. PLN (Persero) Rayon Sungai Penuh-Kerinci.