Studi Perbaikan Keandalan Jaringan Distribusi Primer Dengan Pemasangan Gardu Induk Sisipan Di Kabupaten Enrekang Sulawesi Selatan

Fauziah, Adi Soeprijanto, Ontoseno Penangsang
Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)
Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111
E-mail: ontosenop@ee.its.ac.id

***Abstrak*— Dengan berkembangnya taraf hidup masyarakat pedesaan di Sulawesi Selatan khususnya kabupaten Enrekang, maka keandalan sistem distribusi primer sangat dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan tenaga listrik. Oleh karena keandalan jaringan distribusi primer ke Kabupaten Enrekang di PLN Cabang Pinrang masih cukup rendah, maka akan diperbaiki dengan ditempatkannya sebuah Gardu Induk Sisipan untuk membagi luas daerah pelayanan. Gardu Induk Sisipan sangat dimungkinkan dibangun di Kabupaten Enrekang, mengingat jaringan transmisi Makale – Sidrap 150 kV telah beroperasi. Jaringan transmisi tersebut melintas di Kabupaten Enrekang dengan menggunakan material Aktiva Tetap Tidak Bergerak (ATTB) yang tersedia di PLN Wilayah Sulselrabar. Dibuatnya tugas akhir ini dengan tujuan membandingkan keandalan jaringan distribusi primer di Kabupaten Enrekang sebelum dan sesudah pemasangan gardu induk sisipan agar dapat digunakan sebagai rekomendasi untuk meningkatkan keandalan pada sistem tersebut. Berdasarkan kedua metoda perhitungan didapatkan hasil nilai SAIDI pada masing-masing penyulang masih sesuai dengan standart PLN sebesar 4,364 jam/tahun dan untuk hasil nilai SAIFI pada masing-masing penyulang masih sesuai dengan standart PLN sebesar 1,199 jam/tahun**

***Kata Kunci*— keandalan, RIA, Gardu Induk Sisipan, jaringan distribusi primer.**

I. PENDAHULUAN

Permasalahan yang paling mendasar pada distribusi tenaga listrik adalah dengan bertambahnya pengguna tenaga listrik di daerah yang sedang berkembang, maka identik dengan semakin luasnya jaringan listrik ke masyarakat pengguna tenaga listrik, sehingga masyarakat menuntut mutu dan pelayanan yang baik. Untuk dapat meningkatkan mutu dan pelayanan kepada masyarakat pengguna tenaga listrik maka PLN diharapkan dapat meningkatkan kontinuitas penyaluran tenaga listrik ke pelanggannya. Agar kontinuitas penyaluran tenaga listrik dapat memadai, maka diperlukan cara penilaian terhadap mutu dan keandalan pelayanan, agar dapat memberikan pegangan yang terarah dalam menentukan tingkat keandalan dari sistem distribusinya. Untuk mengetahui keandalan suatu penyulang maka ditetapkan suatu indeks keandalan yaitu besaran untuk membandingkan penampilan suatu sistem distribusi. Indeks-indeks keandalan yang sering dipakai dalam suatu sistem distribusi di PLN adalah SAIDI (system average interuption frequency index), SAIFI (system average interruption frequency index), CAIDI (Customer Average Interuption Duration Index) dan MAIFI (Momentary Average Interuption Frequency Index)[1].

Keandalan sistem distribusi primer dapat diperoleh dengan memperkecil gangguan yang terjadi, dengan memakai bentuk jaringan yang tepat, melaksanakan pemeliharaan rutin terhadap jaringan yang ada serta mempersempit luas area pelayanan dengan pengalihan sebahagian pelanggan ke gardu induk sisipan yang dibangun.

Dalam tugas akhir ini akan dibahas mengenai evaluasi keandalan jaringan dengan pemasang gardu induk sisipan dengan menggunakan metode *Reliability Index Assesment* (RIA) [2], dan diharapkan dengan dipasangnya Gardu Induk Sisipan ini dapat menjadi salah satu usaha tindakan perbaikan agar dapat meningkatkan keandalan**.**

II. PERBAIKAN KEANDALAN JARINGAN DISTRIBUSI PRIMER

A. Keandalan Sistem Distribusi

Keandalan merupakan tingkat keberhasilan kinerja suatu sistem atau bagian dari sistem, 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 pemeriksaaan 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.[3]

B. Faktor-Faktor Nilai Keandalan

Banyak faktor yang harus diketahui dan dihitung sebelum melakukan perhitungan analisa keandalan antara lain: MTTF, MTTR, Laju Kegagalan, Laju Perbaikan, Ketersediaan, dan distribusi eksponensial.

1) Mean Time To Failure

Mean Time To Failure (MTTF) adalah waktu rata-rata kegagalan yang terjadi selama beroperasinya suatu sistem, dapat dirumuskan:

$$\text{MTTF}=\frac{T1+T2+T3+\cdots+Tn}{n} \quad (1)$$

dimana: T=waktu operasi (up time)
n=jumlah kegagalan

Dari data yang didapat maka dilakukan perhitungan MTTF tiap penyulang untuk tiap tahunnya. [4]

2) Mean Time To Repair

Mean Time To Repair adalah waktu rata-rata yang diperlukan untuk melakukan perbaikan terhadap terjadinya kegagalan suatu sistem yang dapat dirumuskan:

$$\mathbf{MTTR}=\frac{L1+L2+L3+\cdots+Ln}{n} \quad (2)$$

dimana: L=waktu perbaikan (down time)
n=jumlah perbaikan

Dari hasil yang didapat bisa terlihat apakah kerusakan atau gangguan-gangguan pada penyulang tersebut bisa ditangani dengan cepat atau tidak[4].

3) Laju Kegagalan

Laju kegagalan adalah frekuensi suatu sistem/komponen gagal bekerja, biasanya dilambangkan dengan λ (lambda), laju kegagalan dari suatu sistem biasanya tergantung dari waktu tertentu selama sistem tersebut bekerja. Rumus laju kegagalan:

$$\lambda = \frac{1}{MTTF} \quad (3)$$

Semakin besar nilai λ maka semakin jelek keandalan suatu sistem/komponen tersebut [4].

4) Laju Perbaikan

Laju perbaikan atau Downtime rate adalah frekuensi lamanya suatu sistem/komponen dalam masa perbaikan (kondisi OFF). Rumus laju perbaikan:

$$\mu = \frac{1}{MTTR} \quad (4)$$

Jadi semakin besar nilai μ maka semakin cepat pula waktu perbaikannya yang berarti semakin bagus nilai keandalan suatu sistem tersebut [4].

5) Ketersediaan

Ketersediaan atau Availability didefinisikan sebagai proporsi waktu dimana sistem dalam keadaan siap beroperasi. Nilai dari availability sistem bergantung pada frekuensi komponen-komponen sistem yang gagal bekerja (laju kegagalan) dan lama perbaikan dari komponen yang rusak hingga sistem berfungsi kembali (laju perbaikan)[5].

$$A = \frac{\mu}{\mu+\lambda} \quad (5)$$

6) Distribusi Eksponensial

Distribusi eksponensial atau negatif eksponensial merupakan salah satu distribusi yang paling sering muncul dalam konteks evaluasi keandalan. Distribusi eksponensial adalah kasus khusus dari distribusi Poisson jika hanya kegagalan yang pertama saja yang diperhitungkan.

Peluang sebuah komponen sukses dalam rentang waktu t jika hazard rate nya konstan adalah:[1]

$$R(t) = e^{-\lambda t} \quad (6).$$

C. Indeks Keandalan dari Sisi Pelanggan

Indeks keandalan merupakan suatu metode/cara pengevaluasian parameter keandalan suatu peralatan distribusi tenaga listrik terhadap keandalan mutu pelayanan kepada pelanggan. Indeks ini antara lain :

1) System Average Interruption Frequency Index

SAIFI (System Average Interruption Frequency Index) adalah jumlah rata-rata kegagalan yang terjadi per pelanggan yang dilayani per satuan waktu (umumnya tahun). Indeks ini ditentukan dengan membagi jumlah semua kegagalan dalam satu tahun dengan jumlah pelanggan yang dilayani oleh sistem tersebut. Persamaan untuk SAIFI dapat dilihat pada persamaan berikut ini[1].

$$SAIFI = \frac{\sum \lambda_k M_k}{\sum M} \quad (7)$$

dengan:
λ_k = laju kegagalan saluran
M_k = jumlah pelanggan pada saluran k
M = total pelanggan pada sistem

2) Sistem Average Interruption Duration Index

SAIDI (Sistem Average Interruption Duration Index) adalah nilai rata-rata dari lamanya kegagalan untuk setiap pelanggan selama satu tahun. Indeks ini ditentukan dengan pembagian jumlah dan lamanya kegagalan secara terus menerus untuk semua pelanggan selama periode waktu yang telah ditentukan dengan jumlah pelanggan yang dilayani selama tahun itu. Persamaan SAIDI dapat dilihat pada persamaan berikut [1].

$$SAIDI = \frac{\sum \mu_k M_k}{\sum M} \quad (8)$$

dengan:
μ_k = laju perbaikan saluran
M_k = jumlah pelanggan pada saluran k
M = total pelanggan pada sistem

3) Customer Average Interruption Duration Index

CAIDI (Customer Average Interruption Duration Index) adalah index durasi gangguan konsumen rata-rata tiap tahun, menginformasikan tentang waktu rata-rata untuk penormalan kembali gangguan tiap-tiap pelanggan dalam satu tahun[1]

$$CAIDI = \frac{SAIDI}{SAIFI} \quad (9)$$

4) Momentary Average Interruption Frequency Index

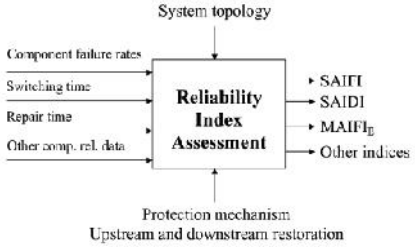
MAIFI (Momentary Average Interruption Frequency Index) adalah frekuensi pemadaman rata-rata untuk tiap konsumen dalam kurun waktu setahun pada suatu area yang dievaluasi, yang disebabkan *momentary interruption*. Cara menghitungnya yaitu dengan membagi total frekuensi pemadaman dari konsumen karena *momentary interruption* dalam setahun dengan jumlah konsumen yang dilayani oleh sistem tersebut [1]

$$MAIFI = \frac{\sum \lambda_k M_k}{\sum M} \quad (10)$$

dengan:
λ_k = *momentary failure rate* dari komponen *(failure/year)*
M_k = jumlah pelanggan pada saluran k
M = total pelanggan pada sistem

D. Metode RIA

Metode RIA *(Reliability Index Assessment)* adalah sebuah pendekatan yang digunakan untuk memprediksi gangguan pada sistem distribusi berdasarkan topologi sistem dan data-data mengenai keandalan komponen. Pada Metode RIA , ada 4 indeks keandalan yang dihitung yaitu: SAIFI, SAIDI, CAIDI, dan MAIFI[2]



Gambar 1 Input dan Output dari RIA

.

III. HASIL PERHITUNGAN DAN ANALISA KEANDALAN

A. Unit Pelayanan Jaringan (UPJ) Kabupaten Enrekang

1) Sebelum Dibangun GI Sisipan Enrekang

Sistem distribusi 20 kV Kabupaten Enrekang memiliki 3 buah gardu induk yaitu GI Bakaru, GI Sidrap dan GI Makale sebelum dibangunnya GI Sisipan Enrekang. GI Bakaru memiliki 1 buah penyulang yaitu penyulang Bambapuang, GI sidrap memiliki 1 buah penyulang yaitu penyulang Enrekang dan GI Makale memiliki 1 buah penyulang yaitu penyulang Tinoring. Dalam tugas akhir ini yang akan dilakukan perbaikan keandalan distribusi hanya penyulang Bambapuang asuhan GI Bakaru**.**

2) Sesudah Dibangun GI Sisipan Enrekang

Sistem distribusi 20 kV Kabupaten Enrekang memiliki 1 buah Gardu Induk Sisipan yaitu GI Sisipan Enrekang. GI Sisipan Enrekang memiliki beberapa penyulang yaitu penyulang Papi, penyulang Cakke, Penyulang Baraka, dan penyulang Bambapuang Baru asuhan GI Bakaru.

B. Data Gangguan Sebelum Ada GI Sisipan Enrekang

data gangguan untuk penyulang Bambapuang GI bakaru tahun 2010 hingga tahun 2011

1) Penyulang Bambapuang GI Bakaru Tahun 2010

Tabel 1 Data gangguan penyulang Bambapuang GI Bakaru

No	Tanggal Gangguan	Lama Padam (Jam)
1	05 Januari 2012	0,016666667
2	05 Januari 2012	0,933333333
3	08 Januari 2012	0,033333333
4	⋮	⋮
5	25 Desember 2012	0,6
6	27 Desember 2012	3,383333333
7	31 Desember 2012	0,016666667

Pada tahun 2010 jumlah total gangguan penyulang Bambapuang asuhan GI Bakaru terdapat 127 kali gangguan dalam 1 tahun yang jumlah total lama padamnya 80,1 jam dalam 1 tahun.

2) Penyulang Bambapuang GI Bakaru Tahun 2011

Tabel 2 Data gangguan penyulang Bambapuang GI Bakaru

No	Tanggal Gangguan	Lama Padam (Jam)
1	05 Januari	0,333333333
2	09 Januari	0,333333333
3	⋮	⋮
4	25 Desember	0,5
5	29 Desember	0,2

Pada tahun 2011 jumlah total gangguan penyulang Bambapuang asuhan GI Bakaru terdapat 103 kali gangguan dalam 1 tahun yang jumlah total lama padamnya 63,66666667 jam dalam 1 tahun.

C. Data Gangguan Sesudah Ada GI Sisipan Enrekang

1) Penyulang Bambapuang Baru GI Bakaru

Tabel 3 Data gangguan penyulang Bambapuang Baru GI Bakaru

No	Tanggal Gangguan	Lama Padam (Jam)
1	2 Mei	0,483333333
2	29 Juni	1,033333333

Dari tabel diatas, sesudah ada GI Sisipan Enrekang jumlah total gangguan pada penyulang Bambapuang Baru asuhan GI Bakaru terdapat 2 kali gangguan dalam 1 tahun yang jumlah total lama padamnya 1,516666667 jam.

2) Penyulang Papi GI Sisipan Enrekang

Tabel 4 Data gangguan penyulang Papi GI Sisipan Enrekang

No	Tanggal Gangguan	Lama Padam (Jam)
1	4 Juli	2,683333333
2	23 Juli	0,283333333
3	9 Agustus	0,95
4	5 September	0,25
5	18 September	0,183333333
6	19 September	0,566666667
7	19 Oktober	0,783333333
8	6 November	0,333333333
9	19 November	0,466666667
10	7 Desember	0,166666667

Dari tabel diatas, lihat sesudah ada GI Sisipan Enrekang jumlah total gangguan pada penyulang Papi asuhan GI Sisipan Enrekang terdapat 12 kali gangguan dalam 1 tahun yang jumlah total lama padamnya 8,133333333 jam dalam 1 tahun.

3) Penyulang Cakke GI Sisipan Enrekang

Tabel 5 Data gangguan penyulang Cakke GI Sisipan Enrekang

No	Tanggal Gangguan	Lama Padam (Jam)
1	02 Juni 2012	0,033333333
2	03 Juni 2012	0,166666667
⋮	⋮	⋮
22	16 November	0,333333333
23	17 November	0,5

Dari tabel diatas, sesudah ada GI Sisipan Enrekang jumlah total gangguan pada penyulang Cakke asuhan GI Sisipan Enrekang terdapat 51 kali gangguan dalam 1 tahun yang jumlah total lama padamnya 35,63333333 jam dalam 1 tahun.

4) Penyulang Baraka GI Sisipan Enrekang

Tabel 6 Data gangguan penyulang Baraka GI Sisipan Enrekang

No	Tanggal Gangguan	Lama Padam (Jam)
1	15-Jan	2,25
2	27-Jan	1
⋮	⋮	⋮
28	24 Desember	0,166666667
29	29 Desember	0,2

Dari tabel diatas, sesudah ada GI Sisipan Enrekang jumlah total gangguan pada penyulang Baraka asuhan GI Sisipan Enrekang terdapat 32 kali gangguan dalam 1 tahun yang jumlah total lama padamnya 40,18333333 jam dalam 1 tahun

D. Indeks Kegagalan Peralatan Sistem Distribusi

Dalam tugas akhir ini menggunakan 2 standar keandalan yang bersumber dari

Tabel 7 *Reliability Data for Lines*

Overhead Lines	
Sustained failure rate (λ/km/yr)	0,1
Momentary failure rate (λ/km/yr)	0,03
r (repair time) (hours)	4,5
rs (switching time) (hours)	0,03

Sumber: Brown, R.E., "Distribution System Reliability Assessment: Momentary Interruptions and Storms", IEEE

Transactions on Power Delivery Vol. 12, No. 4, p.1572, October, 1997.

Tabel 8 *Reliability Data for Lines*

Overhead Lines	
Sustained failure rate (λ/km/yr)	0,2
r (repair time) (hours)	10
rs (switching time) (hours)	0,16

Sumber: Departemen Pertambangan dan Energi, Perusahaan Umum Listrik Negara, Lembaga Masalah Ketenaga Listrikan, SPLN 59 : 1985, Jakarta , 1985, hal.7.

Tabel 9 Indeks Kegagalan, *Repair Time*, serta *Switching Time* untuk setiap peralatan

Komponen	λ (failure rate)	r (repair time) (jam)	rs (switching time) (jam)
Trafo Distribusi	0,005	10	0,16
Circuit Breaker	0,004	10	0,16
Recloser	0,005	10	0,16
Tie Switch	0,003	10	0,16

Sumber: Departemen Pertambangan dan Energi, Perusahaan Umum Listrik Negara, Lembaga Masalah Ketenaga Listrikan, SPLN 59 : 1985, Jakarta , 1985, hal.7

E. Perhitungan MTTF dan MTTR Sebelum Dibangun GI Sisipan Enrekang

1) Perhitungan MTTF dan MTTR sebelum dibangun GI Sisipan Enrekang

Tabel 11 Nilai MTTF dan MTTR penyulang Bambapuang GI Bakaru Januari 2010-Desember 2012 sebelum dibangun GI Sisipan Enrekang.

Tahun 2010			
GI	Penyulang	MTTF (hari)	MTTR (jam)
Bakaru	Bambapuang	5,25	1,159068627
Tahun 2011			
GI	Penyulang	MTTF (hari)	MTTR (jam)
Bakaru	Bambapuang	3,554455446	0,629537954

Dari hasil diatas terlihat bahwa penyulang Bambapuang GI Bakaru pada tahun 2011 memiliki performa yang lebih baik dari pada tahun 2010 dan tahun 2012

2) Perhitungan MTTF dan MTTR sesudah dibangun GI Sisipan Enrekang.

Tabel 12 Nilai MTTF dan MTTR penyulang Bambapuang GI Bakaru Januari 2012–Desember 2012 sesudah dibangun GI Sisipan Enrekang.

Tahun 2012			
GI	Penyulang	MTTF (hari)	MTTR (jam)
Bakaru	Bambapuang Baru	29,5	0,758333333
Tahun 2012			
GI	Penyulang	MTTF (hari)	MTTR (jam)
Sisipan Enrekang	Papi	15,6	0,666666667
Tahun 2012			
GI	Penyulang	MTTF (hari)	MTTR (jam)
Sisipan Enrekang	Cakke	7,275862069	0,479885057
Tahun 2012			
GI	Penyulang	MTTF (hari)	MTTR (jam)
Sisipan Enrekang	Baraka	11,38095238	1,266666667

Dari hasil tabel diatas dapat kita lihat bahwa penyulang yang memiliki performa paling baik adalah penyulang Cakke. Dan dapat kita simpulkan bahwa waktu yang dibutuhkan untuk menormalkan kembali penyaluran daya setelah terjadi gangguan relatif cepat.

F. Perhitungan Laju Kegagalan dan Laju Perbaikan

1) Sebelum Dibangun GI Sisipan Enrekang

Tabel 13 Nilai laju kegagalan dan laju perbaikan tahun 2010 sampai dengan tahun 2012 sebelum ada GI Sisipan Enrekang.

Tahun 2010			
GI	Penyulang	λ (hari)	μ
Bakaru	Bambapuang	0,19047619	0,862761683
Tahun 2011			
GI	Penyulang	λ (hari)	μ
Bakaru	Bambapuang	0,281337047	1,588466579

2) Perhitungan Laju Kegagalan dan Laju Perbaikan Sesudah Dibangun GI Sisipan Enrekang

Tabel 14 Nilai laju kegagalan dan laju perbaikan masing-masing penyulang sesudah ada GI Sisipan Enrekang.

Tahun 2012			
GI	Penyulang	λ (hari)	μ (jam)
Bakaru	Bambapuang Baru	0,033898305	1,318681319
Tahun 2012			
GI	Penyulang	λ (hari)	μ (jam)
Sisipan Enrekang	Papi	0,064102564	0,666666667
Tahun 2012			
GI	Penyulang	λ (hari)	μ (jam)
Sisipan Enrekang	Cakke	0,137440758	2,083832335
Tahun 2012			
GI	Penyulang	λ (hari)	μ (jam)
Sisipan Enrekang	Baraka	0,087866109	0,789473684

G. Perhitungan Ketersediaan (Availability)

1) Sebelum Dibangun GI Sisipan Enrekang

Tabel 15 Nilai ketersediaan penyulang Bambapuang pada GI Bakaru tahun 2010 sampai dengan tahun 2012 sebelum ada GI Sisipan Enrekang.

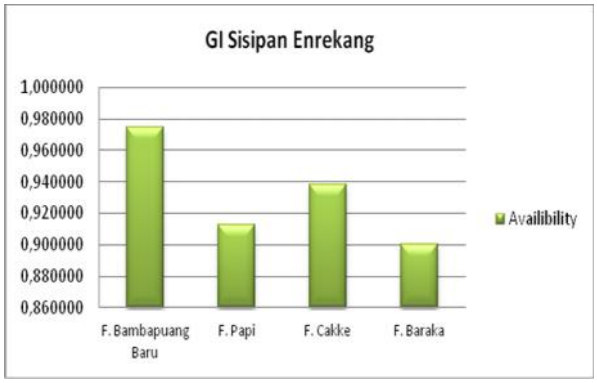
F2. Bambapuang		
GI	Tahun	Ketersediaan (A)
Bakaru	Tahun 2010	0,819151784
F2. Bambapuang		
GI	Tahun	Ketersediaan (A)
Bakaru	Tahun 2011	0,849536581

Gambar 1 Grafik ketersediaan penyulang Bambapuang GI Bakaru tahun 2010 sampai dengan tahun 2012 sebelum ada GI Sisipan Enrekang.

2) Sesudah Dibangun GI Sisipan Enrekang

Tabel 16 Nilai Ketersediaan masing-masing penyulang pada GI Sisipan Enrekang dan penyulang Bambapuang Baru pada GI Bakaru

Tahun 2012		
GI	Penyulang	Ketersediaan (A)
Bakaru	Bambapuang Baru	0,974938034
Tahun 2012		
GI	Penyulang	Ketersediaan (A)
Sisipan Enrekang	Papi	0,912280702
Tahun 2012		
GI	Penyulang	Ketersediaan (A)
Sisipan Enrekang	Cakke	0,938125232
Tahun 2012		
GI	Penyulang	Ketersediaan (A)
Sisipan Enrekang	Baraka	0,899849398



Gambar 4.2 Grafik ketersediaan masing-masing penyulang GI Sisipan Enrekang sesudah dibangun GI Sisipan Enrekang.

H. *Keandalan Distribusi Eksponensial*

1) Sebelum Dibangun GI Sisipan Enrekang

Tabel 17 Nilai keandalan penyulang Bambapuang GI Bakaru dari tahun 2010 hingga tahun 2012 dengan metode distribusi eksponensial

Tahun 2010		Tahun 2011	
t	F. Bambapuang	t	F. Bambapuang
1	0,826565438	1	0,754773898
2	0,683210423	2	0,569683637
3	0,564718122	3	0,42998234
⋮	⋮	⋮	⋮
364	7,74E-31	364	3,35E-45
365	6,40E-31	365	2,53E-45

2) Sesudah Dibangun GI Sisipan Enrekang

Tabel 18 Nilai keandalan masing-masing penyulang GI Sisipan Enrekang dan penyulang Bambapuang Baru sesudah ada GI Sisipan Enrekang dengan metode distribusi eksponensial

Tahun 2012		Tahun 2012		Tahun 2012		Tahun 2012	
t	Bmbp. Baru	t	Papi	t	Cakke	t	Baraka
1	0,966	1	0,937	1	0,871	1	0,9158
2	0,934	2	0,879	2	0,759	2	0,8388
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
365	4,2E-06	365	6,8E-11	365	1,6E-22	365	1,1E-14
366	4,0E-06	366	6,4E-11	366	1,4E-22	366	1,0E-14

I. Perhitungan Indeks Keandalan dari Sisi Pelanggan Menggunakan Perhitungan Data Padam

1) Sebelum Dibangun GI Sisipan Enrekang

Tabel 19 Indeks keandalan dari sisi pelanggan GI Bakaru sebelum dibangun GI Sisipan Enrekang periode tahun 2010 hingga tahun 2012

Tahun 2010				
GI	Penyulang	SAIDI	SAIFI	CAIDI
Bakaru	Bambapuang	0,862761683	0,19047619	4,529498837
Tahun 2011				
GI	Penyulang	SAIDI	SAIFI	CAIDI
Bakaru	Bambapuang	1,588466579	0,281337047	5,646133683

2) Sesudah Dibangun GI Sisipan Enrekang

Tabel 20 Indeks keandalan dari sisi pelanggan GI Sisipan Enrekang sesudah dibangun GI Sisipan Enrekang

Tahun 2012				
GI	Penyulang	SAIDI	SAIFI	CAIDI
Bakaru	Bambapuang Baru	0,167158274	0,004297	38,9011
Tahun 2012				
GI	Penyulang	SAIDI	SAIFI	CAIDI
Sisipan Enrekang	Papi	0,057815503	0,005559	10,4
Tahun 2012				
GI	Penyulang	SAIDI	SAIFI	CAIDI
Sisipan Enrekang	Cakke	1,062754491	0,070095	15,16168
Tahun 2012				
GI	Penyulang	SAIDI	SAIFI	CAIDI
Sisipan Enrekang	Baraka	0,218301359	0,024296	8,984962

J. Perhitungan Indeks Keandalan Menggunakan Metode RIA

Ada tiga langkah yang digunakan untuk mendapatkan nilai SAIDI, SAIFI, CAIDI, dan MAIFI, yaitu:

1. Mengihitung nilai SAIFI dan MAIFI
2. Menghitung nilai r dan U
3. Menghitung SAIDI dan CAIDI

1) Sistem Diasumsikan Berada Pada Kondisi Perfect Switching

1.1) Perhitungan Indeks Keandalan Penyulang Bambapuang sebelum dibangun GI Sisipan Enrekang

Tabel 21 Indeks keandalan penyulang Bambapuang sebelum dibangun GI Sisipan Enrekang

komponen	SAIFI	MAIFI	SAIDI	CAIDI
Bambapuang	66,3	0,9945	76,84625	1,159068

1.2) Perhitungan Indeks Keandalan Penyulang Bambapuang sebelum dibangun GI Sisipan Enrekang

Tabel 22 Indeks keandalan penyulang Bambapuang sesudah dibangun GI Sisipan Enrekang

Komponen	SAIFI	MAIFI	SAIDI	CAIDI
Bambapuang Baru	2,12	0,0318	0,98933	0,466666
Papi	2,84	0,0426	1,92488	0,677777
Cakke	50,94	0,7641	35,59141	0,698692
Baraka	13,9	0,2085	17,45463	1,255729

2) Sistem Diasumsikan Berada Pada Kondisi Imperfect switchingPerfect

Langkah-langkah perhitungan nilai SAIFI, MAIFI, SAIDI, dan CAIDI pada imperfect switching sama dengan saat sistem diasumsikan berada pada kondisi perfect switching. Perbedaannya terletak pada indeks kegagalan peralatan switching yang turut berkontribusi dalam perhitungan nilai SAIFI, SAIDI, dan CAIDI. Saat kondisi imperfect switching, indeks kegagalan peralatan switching juga dimasukkan.

2.1) Perhitungan Indeks Keandalan Penyulang Bambapuang sebelum dibangun GI Sisipan Enrekang

Tabel 23 Indeks keandalan penyulang Bambapuang sebelum dibangun GI Sisipan Enrekang

Komponen	SAIFI	MAIFI	SAIDI	CAIDI
F. Bambapuang	67,469	0,9945	76,84625	1,138986053

2.2) Perhitungan Indeks Keandalan Penyulang Bambapuang sesudah dibangun GI Sisipan Enrekang

Tabel 24 Indeks keandalan penyulang Bambapuang sesudah dibangun GI Sisipan Enrekang

Komponen	SAIFI	MAIFI	SAIDI	CAIDI
F. Bambapuang Baru	0,0796	0,0318	0,15205	0,06914
F. Papi	2,919	0,0426	0,13372	0,04581
F. Cakke	50,942823	0,7461	0,0988	0,00193
F. Baraka	13,90233	0,2085	0,25566	0,01839

K. Perbandingan Indeks Keandalan Menggunakan Perhitungan Data Padam dan Metode RIA

Dapat terlihat dari tabel 19-20 dan 23-24 bahwa perbandingan antara perhitungan indeks keandalan menggunakan perhitungan data padam dan perhitungan dengan metoda RIA sebelum dan sesudah GI Sisipan Enrekang dibangun terdapat perbedaan yang cukup signifikan. Nilai SAIDI menggunakan perhitungan data padam maupun menggunakan metoda RIA sama-sama berada dibawah standar PLN yaitu 4,364 jam/tahun sehingga dapat dikatakan nilainya sudah memenuhi standar. Untuk nilai SAIFI menggunakan perhitungan data padam berada di bawah standar PLN yaitu 1,199 kali/tahun, namun nilai SAIFI untuk penyulang Papi dan penyulang Baraka menggunakan metoda RIA berada diatas standar yang tela di tetapkan yaitu 1,199 kali/tahun.

IV. KESIMPULAN

Mengacu pada hasil perhitungan dan analisa sebelumnya maka dapat di tarik kesimpulan:

1. Gardu induk sisipan yang telah di bangun di kabupaten Enrekang telah memenuhi standart PLN untuk nilai SAIDI yaitu 4,364 jam/tahun dan untuk nilai SAIFI yaitu 1,199 kali/tahun.
2. Semakin panjang saluran, dan semakin banyak jumlah komponen dalam suatu sistem jaringan maka akan semakin sering/ lama durasi gangguannya misalnya sebelum dibangun GI Sisipan Enrekang yang panjang salurannya 331,5 kms memiliki nilai SAIDI 1,16095515 dan dibandingkan setelah dibangun GI Sisipan dengan membagi luas area dan pelanggan ke beberapa penyulang GI Sisipan tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Shinta Kartika Sari "Analisis Keandalan Distribusi 20KV di Tegal Jawa Tengah", Tugas Akhir, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

[2] Li, Fangxing, "Distributed Processing of Reliability Index Assessment and Reliability–Based Network Reconfiguration in Power Distribution System", IEEE Transaction on Power Systems, Vol.20, No. 1, (2005, Feb) 231.

[3] Billinton, R., Allan, R.N.,"*Reliability Evaluation of Power Systems* ", Plenum Press, New York, (1996).

[4] Marsudi, Djiteng, "*Operasi Sistem Tenaga Listrik*", Balai Penerbit dan Humas ISTN, Jakarta Selatan, (1990).

[5] Endrenyi, J., "Reliability Modeling in Electric Power Systems", John Wiley & Sons Ltd., Toronto, Ch. 2, (1980).