

ANALISA KEANDALAN SISTEM JARINGAN DISTRIBUSI TEGANGAN MENENGAH 20 KV BERDASARKAN JUMLAH GANGGUAN DAN LAMANYA PEMADAMAN

Benriwati Maharmi

Jurusan Teknik Elektro, Sekolah Tinggi Teknologi Pekanbaru
Jalan Dirgantara no.4 Arengka Raya Pekanbaru

E- mail : benriwati_m@yahoo.com

Abstrak

Saat ini PT. PLN (Persero) merupakan pemegang kendali dalam pemenuhan kebutuhan masyarakat terhadap energi listrik. Dalam penyaluran energi listrik terhadap pelanggan melalui jaringan yang panjang akan mengalami banyak gangguan, untuk meningkatkan pelayanan kebutuhan energi listrik kepada pelanggan perlu diketahui tingkat keandalan dari saluran yaitu kualitas dari sistem distribusi tersebut sehingga dapat dilakukan perbaikan untuk meningkatkan keandalan sistem. Tingkat keandalan jaringan distribusi pada umumnya diukur dengan dua parameter, yaitu: SAIDI (System Average Interruption Duration Index) dan SAIFI (System Average Interruption Frequency Index). Semakin tinggi angka SAIDI dan SAIFI akan menunjukkan semakin berkurangnya tingkat keandalan dan tingkat pelayanan ke pelanggan. Analisis dilakukan pada sistem jaringan distribusi 20 KV penyulang Arengka dan Penyulang Pantai Cermin, didapat SAIFI dari Penyulang Arengka dalam satu tahun adalah 1,20299 pemadaman/pelanggan/tahun dan penyulang Pantai Cermin adalah 10,3195 pemadaman/pelanggan/tahun. Sedangkan SAIDI nya adalah 1,723693 jam/pelanggan/tahun untuk penyulang Arengka dan penyulang Pantai Cermin didapat SAIDI nya adalah 24,17436 jam/pelanggan/tahun. Dari hasil analisa dinyatakan bahwa jaringan distribusi penyulang Arengka lebih handal dibandingkan penyulang Pantai Cermin, ini berdasarkan SPLN 59:1985. Keandalan Pada Sistem Distribusi 20 kV DAN 6 kV. Dengan Index rata-rata untuk SAIDI 12,842 jam/pelanggan/tahun dan SAIFI 2,415 pemadaman/pelanggan/tahun.

Kata kunci : Keandalan, Jaringan Distribusi, SAIDI, SAIFI

1. Pendahuluan

Kebutuhan energi listrik tidak bisa lepas dari kehidupan masyarakat modern sekarang ini, baik itu untuk kebutuhan energi listrik dalam skala kecil, sampai kebutuhan listrik berskala besar untuk perindustrian. PT. PLN (Persero) sebagai penyedia energi listrik dituntut untuk mengelola tenaga listrik dengan baik dan handal sehingga tercapai penyediaan tenaga listrik dalam jumlah dan mutu yang memadai. Permasalahan yang paling mendasar pada penyaluran daya listrik adalah terletak pada mutu, kontinuitas dan ketersediaan pelayanan daya listrik pada pelanggan. Karena jarak antara pembangkit ke konsumen sangat jauh maka penyaluran daya listrik dilakukan melalui suatu saluran transmisi yang panjang umumnya berupa saluran udara terbuka. Hal ini

menyebabkan sistem kelistrikan tersebut berpeluang semakin besar terhadap kemungkinan terjadinya gangguan, baik terjadi karena gangguan alam (*external*), maupun disebabkan oleh gangguan dalam sistem itu sendiri (*internal*).

Gangguan yang terjadi akan menyebabkan terganggunya penyediaan tenaga listrik dengan segala akibatnya bagi perusahaan listrik maupun konsumen. Keandalan suatu sistem tenaga listrik dapat dinyatakan dengan menggunakan indeks keandalan. Indeks Keandalan yang umum digunakan adalah SAIFI (*System Average Interruption Frequency Index*) dan SAIDI (*System Average Interruption Duration Index*) yaitu indeks yang menyatakan seberapa sering sistem mengalami gangguan dalam setahun dan berapa lama

pemadaman terjadi. Pada penulisan ini analisa dibatasi pada :

- a. Index keandalan jaringan tegangan 20 kV penyulang Arengka dan penyulang Pantai Cermin PT. PLN (persero) cabang Pekanbaru berdasarkan data lama pemadaman dan jumlah gangguan, serta membandingkan indeks keandalan jaringan penyulang Arengka dan penyulang Pantai Cermin.
- b. Menganalisa jumlah dan lokasi penempatan alat pemutus dan pemisah pada penyulang Arengka dan penyulang Pantai Cermin dalam rangka meningkatkan keandalannya.

Tujuan dari penulisan ini adalah menganalisa saluran sistem distribusi tegangan menengah 20 KV PT. PLN (persero) Cabang Pekanbaru penyulang Arengka dan penyulang Pantai Cermin untuk mengetahui tingkat keandalan ditinjau dari jumlah gangguan dan lamanya pemadaman untuk mendapatkan upaya-upaya perbaikan dalam rangka meningkatkan keandalan sistem.

2. Bahan dan Metode

Fungsi dari sistem distribusi ialah menyalurkan dan mendistribusikan tenaga listrik dari pusat catu (gardu induk) ke pusat beban (gardu distribusi) dan ke pelanggan, dengan mutu yang memadai. Kelangsungan pelayanan tergantung pada macam sarana penyalur dan peralatan pengamannya yang disebut sebagai keandalan sistem yaitu tingkat jaminan suplai daya listrik pada jaringan distribusi.

Indeks keandalan yang dievaluasi biasanya menggunakan konsep klasik yaitu menghitung: laju kegagalan rata-rata, durasi pemadaman rata-rata dan ketersediaan tahunan rata-rata atau waktu pemadaman tahunan rata-rata.

SAIFI (Indeks Frekuensi Gangguan Rata-rata Sistem/System Average Interruption Frequency Index)

SAIFI merupakan suatu indeks yang menyatakan banyaknya gangguan (pemadaman) yang terjadi dalam selang

waktu tertentu (satu tahun) pada pelanggan dalam suatu sistem secara keseluruhan. Secara matematis dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$SAIFI = \frac{\text{jumlah dari perkalian frekuensi padam dan pelanggan padam}}{\text{jumlah pelanggan}}$$

$$SAIFI = \frac{\sum \lambda_i N_i}{N_i} \dots\dots\dots(1)$$

Dimana λ_i adalah laju kegagalan unit dan N_i adalah banyaknya pelanggan (beban) pada suatu titik.

SAIDI (Indeks Durasi Gangguan Rata-rata Sistem/System Average Interruption Duration Index)

SAIDI adalah indeks keandalan yang merupakan jumlah dari perkalian lama padam dan pelanggan padam dibagi dengan jumlah pelanggan yang dilayani. Dengan indeks ini, gambaran mengenai lama pemadaman rata-rata yang diakibatkan oleh gangguan pada bagian-bagian dari sistem dapat dievaluasi. Secara matematis dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$SAIDI = \frac{\text{jumlah perkalian jam padam dan pelanggan padam}}{\text{jumlah pelanggan}}$$

$$SAIDI = \frac{\sum U_i N_i}{N_i} \dots\dots\dots(2)$$

Dimana:

U_i adalah: waktu padam pelanggan dalam periode tertentu (jam/tahun) N_i adalah jumlah pelanggan pada suatu titik.

3. Hasil dan Pembahasan

Sistem jaringan distribusi PT. PLN (Persero) Cabang Pekanbaru Penyulang Arengka ini menggunakan sistem distribusi radial, yang panjang jaringan operasional distribusinya $\pm 35,907$ Km, dari G.I Garuda Sakti sedangkan untuk penyulang Pantai Cermin panjang jaringan operasional distribusinya $\pm 24,748$ km dari GI Garuda Sakti (30MVA).

Data yang digunakan untuk menganalisa indek keandalan SAIDI dan SAIFI adalah data dari tabel berikut :

Tabel 1. Data Pemadaman Penyulang Arengka

No.	Bulan	Durasi Pemadaman		Jam Pemadaman		Pelanggan Padam	Total Pelanggan
		External	Internal	External	Internal		
1	Januari	0	3	0	5,53	1.820	59.630
2	Februari	1	5	0,40	7,50	1.029	59.630
3	Maret	0	2	0	3,33	1.651	59.930
4	April	1	8	2,00	13,30	1.590	59.930
5	Mei Juni	0	5	0	8,12	1.882	60.207
6	Juli	1	2	2,38	1,25	1.055	60.247
7	Agustus	2	3	1,57	4,56	1.022	60.233
8	September	2	4	2,10	4,38	1.456	60.231
9	Oktober	2	1	1,05	1,58	935	60.401
10	Nopember	1	7	0,25	10,25	1.396	61.304
11	Desember	0	3	0	1,40	1.119	61.304
12		1	0	0,55	0	1.199	62.076
TOTAL		11	43	7,92	61,20	16.154	62.076

Sumber : PT. PLN (Persero) Cabang Pekanbaru

Tabel 2. Data Pemadaman Penyulang Pantai Cermin

No.	Bulan	Durasi Pemadaman		Jam Pemadaman		Pelanggan Padam	Total Pelanggan
		External	Internal	External	Internal		
1	Januari	1	2	1,28	3,57	5.619	44.212
2	Februari	1	2	7,45	4,05	8.861	44.212
3	Maret	1	2	1.03	5,25	21.401	44.595
4	April	0	6	0	11,32	21.399	44.595
5	Mei Juni	1	6	0,10	12,58	7.200	44.818
6	Juli	0	2	0	4,56	7.200	45.773
7	Agustus	1	2	2,23	10,17	5.259	46.077
8	September	0	3	0	12,05	2.476	46.077
9	Oktober	1	1	1,32	0,42	9.058	46.483
10	Nopember	1	7	1,07	17,33	19.658	47.464
11	Desember	1	3	1,17	5,38	1.715	47.464
12		2	4	8.48	5,02	3.744	48.598
TOTAL		10	40	24,13	91,69	113.590	48.598

Sumber : PT. PLN (Persero) Cabang Pekanbaru

Untuk hasil SAIDI (System Average Interruption Duration Index) penyulang Arengka dalam satu tahun dapat dilihat pada tabel 3. dibawah ini.

Tabel 3. Data Pemadaman dan SAIDI Penyulang Arengka

N o	Bulan	Frekuensi padam	Jam pemadaman	Pelanggan Padam	Total Pelanggan	SAIDI
1	Januari	3	5,53	1.820	59.630	0,168784
2	Februari	6	8,3	1.029	59.630	0,143228
3	Maret	2	3,33	1.651	59.930	0,091738
4	April	9	15,3	1.590	59.930	0,405924
5	Mei	5	8,12	1.882	60.207	0,253822
6	Juni Juli	3	4,03	1.055	60.247	0,07057
7	Agustus	5	6,53	1.022	60.233	0,110797
8	September	6	6,48	1.456	60.231	0,156645
9	Oktober	3	3,03	935	60.401	0,046904
10	Nopember	8	10,5	1.396	61.304	0,239103
11	Desember	3	1,4	1.119	61.304	0,025555
12		1	0,55	1.199	62.076	0,010623
	TOTAL	54	73,1	16.154	725.123	1,723693

Untuk hasil SAIDI (*System Average Interruption Duration Index*)

penyulang Pantai Cermin dalam satu tahun dapat dilihat pada tabel 4. dibawah ini.

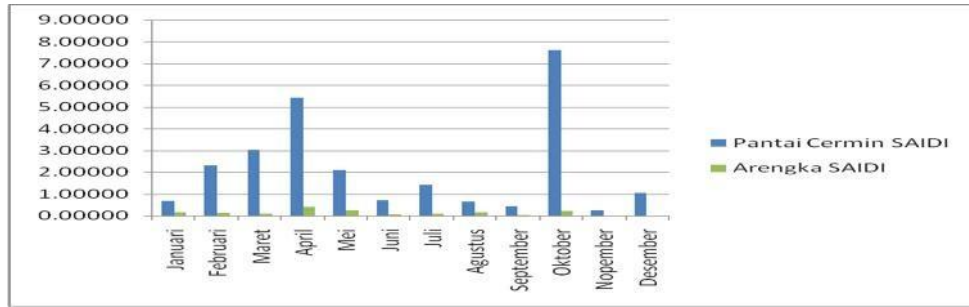
Tabel 4. Data Pemadaman dan SAIDI Penyulang Pantai cermin

No	Bulan	Frekuensi padam	jam pemadaman	Pelanggan Padam	Total Pelanggan	SAIDI
1	Januari	3	5,25	5.619	44.212	0,667234
2	Februari	3	11,5	8.861	44.212	2,304838
3	Maret	3	6,28	21.401	44.595	3,013752
4	April	6	11,32	21.399	44.595	5,431925
5	Mei	7	13,08	7.200	44.818	2,101299
6	Juni Juli	2	4,56	7.200	45.773	0,717279
7	Agustus	3	12,4	5.259	46.077	1,415274
8	September	3	12,05	2.476	46.077	0,64752
9	Oktober	2	2,24	9.058	46.483	0,436502
10	Nopember	8	18,4	19.658	47.464	7,620664
11	Desember	4	6,55	1.715	47.464	0,236669
12		6	13,5	3.744	48.598	1,040043
	TOTAL	50	117,13	113.590	550.368	24,17436

Dari hasil perhitungan maka pada penyulang Arengka diperoleh SAIDI adalah 1,723693 jam/pelanggan /tahun. Sedangkan untuk penyulang Pantai Cermin adalah 24,17436 jam/pelanggan/tahun. Maka dari hasil analisa dinyatakan bahwa jaringan distribusi penyulang Arengka handal sedangkan Penyulang Pantai Cermin tidak handal.

Berdasarkan SPLN 59:1985. Keandalan Pada Sistem Distribusi 20 kV DAN 6 kV untuk SAIDI 12,842 jam/pelanggan/tahun

Perbandingan SAIDI penyulang Arengka dan Penyulang Pantai Cermin dapat dilihat blok diagram dibawah ini.



Gambar 1. Blok diagram Perbandingan SAIDI penyulang Arengka dan Penyulang Pantai Cermin

SAIFI (Indeks Frekuensi Gangguan Rata-rata Sistem/System Average Interruption Frequency Index)

SAIFI pada penyulang Arengka dan penyulang Pantai Cermin dapat dilihat pada tabel 5. dibawah ini.

Tabel 5. Data Pemadaman dan SAIFI Penyulang Arengka

No	Bulan	Frekuensi padam	Jam Pemadaman	Pelanggan Padam	Total Pelanggan	SAIFI
1	Januari	3	5,53	1.820	59.630	0,09156
2	Februari	6	8,3	1.029	59.630	0,10354
3	Maret	2	3,33	1.651	59.930	0,0551
4	April	9	15,3	1.590	59.930	0,23878
5	Mei	5	8,12	1.882	60.207	0,15629
6	Juni Juli	3	4,03	1.055	60.247	0,05253
7	Agustus	5	6,53	1.022	60.233	0,08484
8	September	6	6,48	1.456	60.231	0,14504
9	Oktober	3	3,03	935	60.401	0,04644
10	Nopember	8	10,5	1.396	61.304	0,18217
11	Desember	3	1,4	1.119	61.304	0,05476
12		1	0,55	1.199	62.076	0,01932
	TOTAL	54	73,1	16.154	725.123	1,20299

Dari hasil Perhitungan didapat SAIFI dari Penyulang Arengka dalam satu tahun adalah 1,20299 pemadaman/ pelanggan /tahun.

Untuk hasil SAIFI penyulang Pantai Cermin dalam satu tahun dapat dilihat pada tabel 6 dibawah ini.

Tabel 6. Data Pemadaman dan SAIFI Penyulang Pantai Cermin

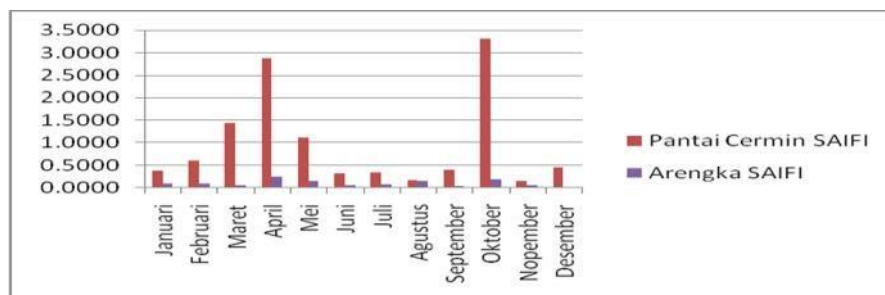
No	Bulan	Frekuensi padam	Jam Pemadaman	Pelanggan Padam	Total Pelanggan	SAIFI
1	Januari	3	5,25	5.619	44.212	0,38128
2	Februari	3	11,5	8.861	44.212	0,60126
3	Maret	3	6,28	21.401	44.595	1,43969
4	April	6	11,32	21.399	44.595	2,87911
5	Mei	7	13,08	7.200	44.818	1,12455
6	Juni Juli	2	4,56	7.200	45.773	0,3146
7	Agustus	3	12,4	5.259	46.007	0,34241
8	September	3	12,05	2.476	46.007	0,16121
9	Oktober	2	2,24	9.058	46.483	0,38973
10	Nopember	8	18,4	19.658	47.464	3,31333
11	Desember	4	6,55	1.715	47.464	0,14453
12		6	13,5	3.744	48.598	0,46224
	TOTAL	50	117,13	113.590	550.368	10,3195

Dari hasil perhitungan didapat SAIFI penyulang Arengka 1,20299 pemadaman/pelanggan/tahun dan penyulang Pantai Cermin SAIFI 10,3195 pemadaman/

pelanggan/tahun. Maka dari hasil analisa dinyatakan bahwa jaringan distribusi penyulang Arengka handal sedangkan

penyulang Pantai Cermin tidak handal. Berdasarkan SPLN 59:1985. Keandalan Pada Sistem Distribusi 20 kV dan 6 kV yang menyatakan: untuk SAIFI 2,415 jam/pelanggan/tahun.

Perbandingan SAIFI penyulang Arengka dan penyulang Pantai Cermin dapat dilihat pada blok diagram berikut.



Gambar 2. Blok Diagram Perbandingan SAIFI Penyulang Arengka dan Penyulang Pantai Cermin

Dilihat dari hasil analisa kedua penyulang terdapat perbedaan yang sangat mencolok pada penyulang Pantai Cermin SAIFI dan SAIFI lebih besar dibandingkan dengan penyulang Arengka. Ini dapat dilihat bahwa penyulang Pantai Cermin kurang andal dibandingkan dengan penyulang Arengka, ini disebabkan karena pada penyulang Pantai Cermin sistem proteksi yang digunakan sangat sedikit contohnya pada penempatan PTS (*Pole Top Switch*), dimana pada penyulang

Pantai Cermin hanya terdapat 2 buah PTS sehingga pada saat terjadi gangguan di jaringan akan menyebabkan pemadaman yang banyak disisi pelanggan.

Rancangan Perbaikan Pemeliharaan Jaringan Distribusi 20 KV PT. PLN (Persero) Cabang Pekanbaru.

Untuk meningkatkan keandalan sistem jaringan PT. PLN (Persero) Cabang Pekanbaru perlu dilaksanakan

pemeliharaan jaringan secara berkala dan profesional serta perbaikan-perbaikan pada sistem yang handal dan dinamis, dari data pada tabel tingkat gangguan yang sering terjadi adalah gangguan yang diakibatkan oleh sistem. Disamping itu sistem pentanahan (*grounding system*) perlu juga mendapat perhatian mengingat sistem pentanahan yang ada sekarang yaitu sistem *grounding* langsung dengan menyambung kawat pentanahan langsung ketiang dianggap kurang atau belum bisa menghindari tegangan atau arus lebih akibat sambaran petir dan disamping itu untuk menghindari sering terjadinya pemadaman yang cukup lama.

Mengingat jaringan Distribusi 20 KV pada PT.PLN (Persero) Cabang Pekanbaru. Penyulang Arengka mempunyai tujuh PTS dan satu LBS. Sedangkan pada penyulang Pantai Cermin hanya mempunyai 2 PTS. Hal ini dapat mengakibatkan pemadaman yang luas serta pencarian gangguan yang cukup lama sehingga lama gangguan SAIDI semakin tinggi. Dengan demikian perlunya penambahan PTS di masing-masing percabangan. maka pada saat terjadi gangguan pada ujung feeder, maka PTS di percabangan akan diputus, sehingga luas wilayah pemadaman atau beban yang terputus mengecil.

4. Kesimpulan

PT. PLN (Persero) Cabang Pekanbaru Penyulang Arengka dengan panjang jaringan distribusi 20 KV $\pm$ 35,905 Km. dan penyulang Pantai Cermin dengan panjang jaringan $\pm$ 24.748Km. Didapat SAIFI Penyulang Arengka dalam satu tahun 1,20299 pemadaman/pelanggan/tahun dan penyulang Pantai Cermin didapat SAIFI 10,3195 pemadaman/pelanggan/tahun. SAIDI 1,723693 jam/pelanggan/tahun untuk penyulang Arengka dan penyulang Pantai Cermin didapat SAIDI 24,17436 jam/pelanggan/tahun. Berdasarkan SPLN 59:1985.Keandalan Pada Sistem Distribusi 20 kV dan 6 kV, untuk Indeks Rata-rata SAIDI 12,842 jam/pelanggan/tahun dan Indeks Rata-rata

SAIFI 2,415 pemadaman/pelanggan/tahun. Maka dari hasil analisa dinyatakan bahwa jaringan distribusi penyulang Arengka handal sedangkan penyulang Pantai Cermin tidak handal,

5. Saran

Setelah mengetahui tingkat keandalan pada suatu jaringan distribusi 20 kV maka dapat diambil saran sebagai berikut :

- Untuk meningkatkan keandalan perlunya penambahan PTS (*Pole Top Swith*) atau PBO (Pemutus Beban Otomatis) karena akan memudahkan mengatasi gangguan serta memperkecil wilayah pemadaman pada pelanggan.
- Pemeliharaan dan pemeriksaan periodik terhadap peralatan dan kelengkapannya.
- Penggantian peralatan dilakukan tepat pada waktunya sebelum peralatan tersebut memasuki masa kegagalan akhir.
- Untuk Peningkatan keandalan atau kontinuitas pelayanan sistem disarankan merubah Sistem Jaringan Distribusi Radial menjadi Sistem Jaringan Distribusi Spindel.

6. Daftar Pustaka

Badan Standar Nasional, Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL) 2000, Bandung: Penerbit ITB.

Basri, Hasan (1997), Sistem Distribusi Daya Listrik, Jakarta: ISTN

Gonen (1986), Electric Power Distribution System Engineering, New York, McGraw-Hill.

Hadi Abdul, Pabla As (1994), Sistem Distribusi Daya Listrik. Jakarta: Erlangga, Cetakan Pertama.

Hasan Iqbal (2002), Pokok-pokok Materi Statistik 2(Statistik Inferensi), Bumi Aksara, Cetakan Pertama.

Kadir Abdul (2001), *Distribusi dan Utilasi Tenaga listrik*. Jakarta: Universitas Indonesia, Cetakan Pertama.

Munandar Aris A (1993), *Teknik Tenaga Listrik*, Jilid 2, Jakarta: Pradnya Paramita, Cetakan Keenam.

Munandar, Aris A. (2001), *Teknik Tegangan Tinggi*, Pradnya Paramita, Cetakan kedelapan.

Sariadi, Dkk (1999), *Jaringan distribusi Listrik*, Bandung: Angkasa

Standar Perusahaan Umum Milik Negara (SPLN) No.59, (1985), *Keandalan Pada Sistem Distribusi 20 kV, dan 6 kV*, Jakarta: Departemen Pertambangan dan Energi.

Standar PLN (SPLN) No. 68-2 (1986), *Tingkat Jaminan Sistem Tenaga Listrik (bagian dua: Sistem Distribusi)* Jakarta: Departemen Pertambangan dan Energi.

Van harten P, E. Setiawan (1981), *Instalasi Listrik Arus Kuat 2*, Trimitra Mandiri, Cetakan Pertama.

Yuliasman (2012), *Keandalan Sistem Jaringan Distribusi Tegangan 20 Kv PT. PLN (Persero)* Pekanbaru, Pekanbaru: STTP