

ANALISA DAN EVALUASI PENGGUNAAN SCADA TERHADAP INDEKS KEANDALAN SISTEM DISTRIBUSI PT.PLN (PERSERO) UP3 BANDA ACEH ULP MERDUATI

Rimpi Dianah Fadilah¹, Zulkarnaini², Arfita Yuana Dewi³, Zuriman Anthony⁴, Andi Syofian⁵

2023310054.rimpi@itp.ac.id¹

Institut Teknologi Padang

ABSTRAK

SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) adalah sebuah sistem yang diterapkan untuk pengambilan data dari jarak jauh secara real time dan remote. SCADA merupakan fasilitas yang digunakan oleh dispatcher di pusat kontrol untuk mengendalikan distribusi tenaga listrik Jaringan Tegangan Menengah (JTM) dan Jaringan Tegangan Rendah (JTR). evaluasi kinerja sistem SCADA terhadap peningkatan keandalan jaringan distribusi PT. PLN (Persero) UP3 Banda Aceh ULP Merduati dengan parameter indeks yaitu nilai keluaran system average interruption duration index (SAIDI) atau rata-rata gangguan sistem distribusi tenaga listrik dalam indeks durasi, system average interruption frequency index (SAIFI) atau rata-rata gangguan sistem distribusi tenaga listrik dalam indeks frekuensi. Berdasarkan IEEE std 1366-2003 bahwa Indeks SAIFI, SAIDI, dan CAIDI harus sesuai dengan standar dengan batas nilai SAIFI tidak lebih dari 1,45, nilai SAIDI tidak lebih dari 2,30, dan nilai CAIDI tidak lebih dari 1,47. Indeks keandalan yang digunakan sebagai acuan dalam penelitian sesuai dengan standar SPLN 68-2 tahun 1986 dimana untuk nilai SAIFI adalah 3,2 kali/tahun dan SAIDI sebesar 21 Jam/tahun. Berdasarkan hasil perhitungan dalam rentan waktu dua tahun yaitu sebelum pemasangan SCADA 2022 dan setelah pemasangan SCADA 2023 didapat hasil nilai SAIDI pada tahun 2022 sebesar 4,72 jam/pelanggan/tahun dan pada tahun 2023 sebesar 3,44 jam/pelanggan/tahun. Sedangkan untuk nilai SAIFI pada tahun 2022 yang didapat sebesar 3,45 kali/perpelanggan/tahun dan pada tahun 2023 sebesar 2.59 kali/pelanggan/tahun. Untuk perbaikan indeks keandalan SAIDI yaitu sebesar 27,04% sedangkan untuk perbaikan indeks keandalan SAIFI yaitu sebesar 24,83%.

Kata kunci: SCADA, SAIDI, SAIFI, dispatcher, indeks keandalan.

ABSTRACT

SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) is a system used for real-time remote data acquisition and control of electricity distribution in Medium Voltage Networks (JTM) and Low Voltage Networks (JTR). This system is implemented by dispatchers at the control center to enhance the reliability of the distribution network. The performance evaluation of the SCADA system at PT. PLN (Persero) UP3 Banda Aceh ULP Merduati is conducted by referring to reliability index parameters, namely the System Average Interruption Duration Index (SAIDI) and the System Average Interruption Frequency Index (SAIFI). According to IEEE Std 1366-2003, the SAIFI value should not exceed 1.45 times/year, the SAIDI value should not exceed 2.30 hours/year, and the CAIDI should not exceed 1.47 hours/event. Another standard used is SPLN 68-2 of 1986, where the maximum SAIFI value is 3.2 times/year, and the maximum SAIDI value is 21 hours/year. In this study, the performance of the system before and after the installation of SCADA was compared by measuring the SAIDI and SAIFI indices over two years, 2022 and 2023. In 2022, before the installation of SCADA, the SAIDI value was 4.72 hours/customer/year, and the SAIFI value was 3.45 times/customer/year. After the installation of SCADA in 2023, the SAIDI value decreased to 3.44 hours/customer/year, and the SAIFI value decreased to 2.59 times/customer/year. Consequently, the improvement in the SAIDI reliability index reached 27.04%, while the improvement in the SAIFI index reached 24.83%.

Keywords: SCADA, SAIDI, SAIFI, dispatcher, reliability index.

PENDAHULUAN

Energi listrik merupakan salah satu energi yang memiliki peranan penting dalam kehidupan manusia, di mana hampir setiap pekerjaan ataupun kegiatan manusia membutuhkan energi listrik. Namun seiring dengan perkembangan teknologi dan zaman, permintaan akan kebutuhan energi listrik terus meningkat. Permintaan listrik selalu tumbuh lebih tinggi dibandingkan dengan jenis energi lainnya. Pertumbuhan permintaan listrik, diproyeksikan mencapai 2.214 TWh (BaU), 1.918 TWh (PB), 1.626 TWh (RK) pada tahun 2050 atau naik hampir 9 kali lipat dari permintaan listrik tahun 2018 sebesar 254.6 TWh. Laju pertumbuhan permintaan listrik rata-rata pada ke tiga skenario sebesar 7% (BaU), 6,5% (PB) dan 6% (RK) per tahun selama periode 2018-2050 [1].

Dalam meningkatnya pertumbuhan permintaan energi listrik, berdampingan dengan meningkatnya pula kebutuhan akan pasokan energi listrik. Maka dari itu, dibutuhkannya sebuah sistem yang tetap menjaga nilai keandalan serta efisiensi salah satunya adalah pada bidang pengelolaan jaringan sistem tenaga listrik dimulai dari pembangkit, transmisi hingga distribusi. Hal yang menjadi keutamaan adalah untuk memperoleh pengelolaan sistem yang aman, dengan mutu yang baik. Sehingga akan tetap menjaga kestabilan pasokan listrik sampai ke konsumen [2].

Oleh karena itu, PT Perusahaan Listrik Negara (PLN) (Persero) Unit Pelaksana Pengatur Distribusi (UP2D) Aceh Unit Induk Distribusi (UID) Aceh telah menerapkan sistem Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA) yang menjadi sebuah syarat utama untuk meningkatkan nilai keandalan serta efisiensi operasional pada jaringan distribusi sistem tenaga listrik. SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) adalah sebuah sistem yang diterapkan untuk pengambilan data dari jarak jauh secara real time dan remote. SCADA merupakan fasilitas yang digunakan oleh dispatcher di pusat kontrol untuk mengendalikan distribusi tenaga listrik Jaringan Tegangan Menengah (JTM) dan Jaringan Tegangan Rendah (JTR) [2].

Dalam penggunaan Sistem SCADA, memiliki peran penting untuk mempercepat recovery gangguan karena akan mempengaruhi indeks data kinerja, untuk mengetahui tingkat keandalan suatu sistem distribusi ada parameter yang menjadi acuan dalam mengetahui keandalan penyaluran energi listrik yaitu dapat menghitung indeks jumlah rata-rata gangguan sistem yaitu SAIFI (System Average Interruption Frequency Index) dan SAIDI (System Average Interruption Duration Index). Dengan demikian, kualitas penyaluran energi listrik dapat dikatakan baik apabila durasi pemadamannya secepat mungkin dan frekuensi pemadaman yang terjadi sekecil-kecilnya [3].

Berdasarkan IEEE std 1366-2003 bahwa Indeks SAIFI, SAIDI, dan CAIDI harus sesuai dengan standar dengan batas nilai SAIFI tidak lebih dari 1,45, nilai SAIDI tidak lebih dari 2,30, dan nilai CAIDI tidak lebih dari 1,47 [4]. Indeks keandalan yang digunakan sebagai acuan dalam penelitian sesuai dengan standar SPLN 68-2 tahun 1986 dimana untuk nilai SAIFI adalah 3,2 kali/tahun dan SAIDI sebesar 21 Jam/tahun.

Berdasarkan ANSI/IEEE Std. 100-1992, Gangguan didefinisikan sebagai suatu kondisi fisis yang disebabkan kegagalan suatu perangkat, komponen atau elemen yang tidak berkerja sebagaimana mestinya [3].

Kondisi saat ini, pada jaringan distribusi PT. PLN (Persero) UP3 Banda Aceh ULP Merduati sebagian besar penyulang-penyulang yang ada sudah terintegrasi dengan sistem SCADA, namun jika ditinjau dari segi infrastruktur pendukung terintegrasinya sistem SCADA dengan jaringan distribusi PT. PLN (Persero) UP3 Banda Aceh ULP Merduati masih belum maksimal, oleh karena itu dalam tugas akhir ini akan membahas mengenai evaluasi kinerja sistem SCADA terhadap peningkatan keandalan jaringan distribusi PT.

PLN (Persero) UP3 Banda Aceh ULP Merduati dengan parameter indeks yaitu nilai keluaran system average interruption duration index (SAIDI) atau rata-rata gangguan sistem distribusi tenaga listrik dalam indeks durasi, system average interruption frequency index (SAIFI) atau rata-rata gangguan sistem distribusi tenaga listrik dalam indeks frekuensi.[4]

Untuk mendapatkan keandalan sistem distribusi yang tinggi, ada beberapa cara yang dapat dilakukan yaitu salah satunya dengan menerapkan sistem Supervisory Control And Data Acquisition (SCADA). Sistem SCADA memiliki kelebihan dibandingkan dari sistem konvensional/manual yaitu memantau, mengendalikan, dan dapat mencatat kerja sistem secara setiap saat [7][8]. Namun, seberapa besar pengaruh penggunaan SCADA terhadap peningkatan keandalan sistem distribusi tenaga listrik, khususnya pada PT. PLN (Persero) UP3 Banda Aceh ULP Merduati.

Oleh karena itu, pada penelitian ini akan dilakukan penelitian tentang evaluasi keandalan sistem distribusi pada PT. PLN (Persero) UP3 Banda Aceh ULP Merduati sebelum dan setelah penggunaan SCADA tahun 2022 – 2023.

METODE PENELITIAN

Dalam penulisan proposal penelitian ini penulis melakukan penelitian terhadap pengaruh pemasangan sistem SCADA pada PT PLN (Persero) ULP Merduati. Dengan objek penelitian yaitu indeks keadalan sistem SAIDI SAIFI sebelum dilakukan pemasangan SCADA (2022) dengan setelah dilakukan pemasangan sistem SCADA (2023).

Prosedur pelaksanaan penelitian menggunakan metode sebagai berikut:

- a. Metode penelitian adalah metode yang digunakan untuk menguji hipotesis yang dirumuskan secara ketat, sehingga bisa diketahui variable-variabel yang digunakan dalam eksperimen efektif atau tidak.
- b. Metode verifikasi digunakan untuk menguji seberapa jauh tujuan yang sudah digariskan itu tercapai atau sesuai dengan teori yang berlaku.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Data Pelanggan ULP Merduati

Berikut ini adalah data jumlah pelanggan yang ada pada PT PLN (Persero)ULP Merduati, jumlah pelanggan PT PLN (Persero) ULP Merduati pada bulan Januari 2022 yaitu sebanyak 76.079 pelanggan dan terus mengalami kenaikan setiap bulannya.

Tabel 1. Data Pelanggan ULP PT PLN (Persero) Merduati

No	Bulan	Jumlah Pelanggan	
		2022	2023
1	Januari	76.079	78.494
2	Februari	76.271	78.683
3	Maret	76.508	78.821
4	April	76.631	78.970
5	Mei	76.765	79.114
6	Juni	76.997	79.406
7	Juli	77.193	79.587
8	Agustus	77.394	79.845
9	September	77.637	80.056
10	Oktober	77.837	80.340
11	November	78.020	80.530

12	Desember	78.236	80.744
----	----------	--------	--------

Pada table di atas dapat dijelaskan bahwa setiap bulan pelanggan pada PT PLN (Persero) ULP Merduati terus bertambah, dalam hal ini pelanggan yang dimaksud ialah Masyarakat atau rumah warga tidak termasuk pelanggan pelaku industry, rumahan UMKM industry yang berskala sedang.

2. Frekuensi Gangguan dan Lama Gangguan

Frekuensi gangguan PT PLN (Persero) ULP Merduati selama tahun 2022 sampai 2023. Meliputi jumlah gangguan dan durasi padam pada pelanggan. Frekuensi pemadaman di dapat dari berapa kali pemadaman yang terjadi di PT PLN (Persero) ULP Merduati tersebut. Dapat dilihat dari tabel 2. berikut:

Tabel 2. Data Gangguan PT PLN (Persero) ULP Merduati

No	Bulan	2022			2023		
		Frekuensi (kali)	Pelanggan Padam	Jam x jumlah pelanggan padam	Frekuensi (kali)	Pelanggan Padam	Jam x jumlah pelanggan padam
1	Januari	169	19.392	22980,49	245	28.052	23096,14
2	Februari	168	20.441	45374,21	236	15.314	15342,78
3	Maret	293	1.584	820,21	257	16.694	25254,01
4	April	381	9.753	4090	206	21.883	10729,04
5	Mei	396	4.262	5554,88	329	16.344	29883,76
6	Juni	363	46.460	53270,99	239	2.837	2590,95
7	Juli	403	72.348	97415,59	264	16.427	20102,47
8	Agustus	529	23.689	33190,76	233	17.677	27723,56
9	September	391	20.237	16911,31	223	12.351	23829,58
10	Oktober	293	21.145	43602,39	181	18.108	39115,62
11	November	236	16.861	20692,83	177	1.923	884,11
12	Desember	250	10.400	20407,43	212	38.929	55947,71
Total		3872	266.572		2802	206.539	

Berdasarkan data di tabel 2. menunjukkan frekuensi padam yang terjadi di PT PLN (Persero) ULP Merduati pada tahun 2022 yaitu sebanyak 3872 kali dan pelanggan padam 266.572. Sedangkan frekuensi padam yang terjadi di PT PLN (Persero) ULP Merduati pada tahun 2023 yaitu sebanyak 2802 kali dan pelanggan padam yaitu 206.539.

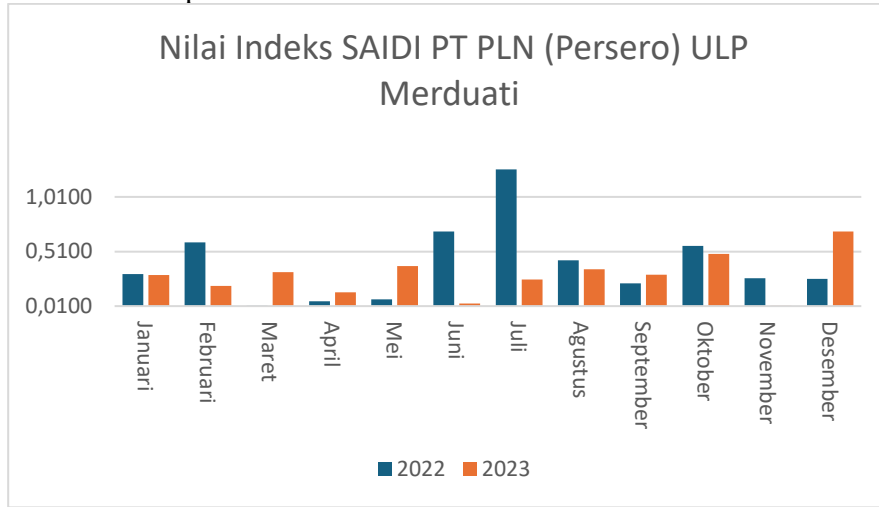
Dari perhitungan di atas dapat dilihat pada tabel 4.3 nilai SAIDI dan SAIFI PT PLN (Persero) ULP Merduati periode tahun 2022 dan 2023.

Tabel 3. Nilai SAIDI SAIFI PT PLN (Persero) ULP Merduati tahun 2022 dan 2023

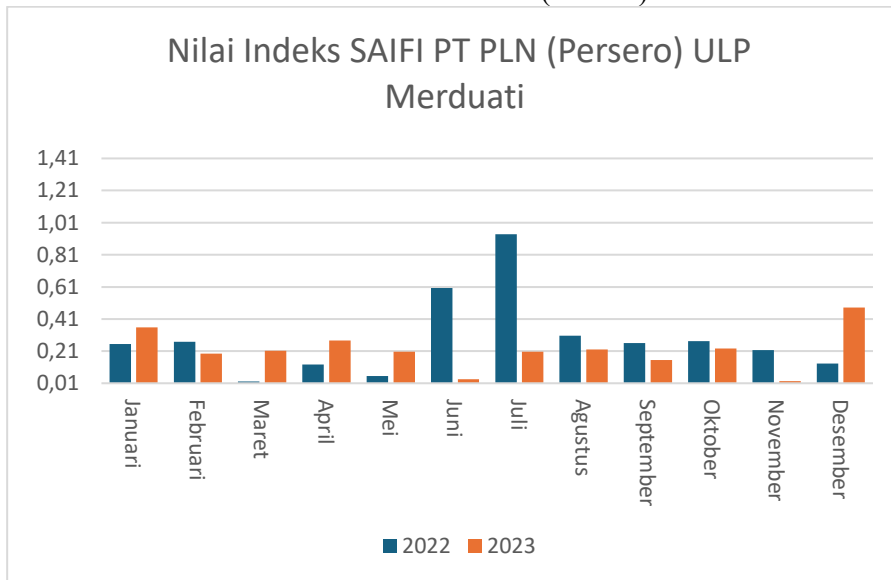
No	Bulan	2022		2023	
		SAIDI (jam)	SAIFI (kali)	SAIDI	SAIFI
1	Januari	0,3021	0,2549	0,2942	0,3574
2	Februari	0,5949	0,268	0,1950	0,1946
3	Maret	0,0107	0,0207	0,3204	0,2118
4	April	0,0534	0,1273	0,1357	0,2771
5	Mei	0,0724	0,0555	0,3776	0,2065
6	Juni	0,6919	0,6034	0,0326	0,0357
7	Juli	1,2620	0,9372	0,2526	0,2064
8	Agustus	0,4289	0,3061	0,3472	0,2214
9	September	0,2178	0,2607	0,2977	0,1543
10	Oktober	0,5602	0,2717	0,4869	0,2254

11	November	0,2652	0,2161	0,0110	0,0239
12	Desember	0,2608	0,1329	0,6929	0,4821

Dapat dilihat dari grafik 1 dan 2 pertumbuhan nilai SAIDI dan SAIFI PT PLN (Persero) ULP Merduati periode tahun 2022 dan 2023.



Grafik 1. Nilai Indeks SAIDI PT PLN (Persero) ULP Merduati



Grafik 2. Nilai Indeks SAIDI PT PLN (Persero) ULP Merduati

- a. Perbandingan indeks nilai SAIDI dan SAIFI sebelum dan sesudah terintegrasi dengan sistem SCADA

Tabel 4. Nilai SAIDI SAIFI sebelum dan sesudah pemasangan SCADA

SAIDI (jam)		SAIFI (kali)	
Sebelum	Sesudah	Sebelum	Sesudah
4,7203	3,4438	3,4545	2,5966

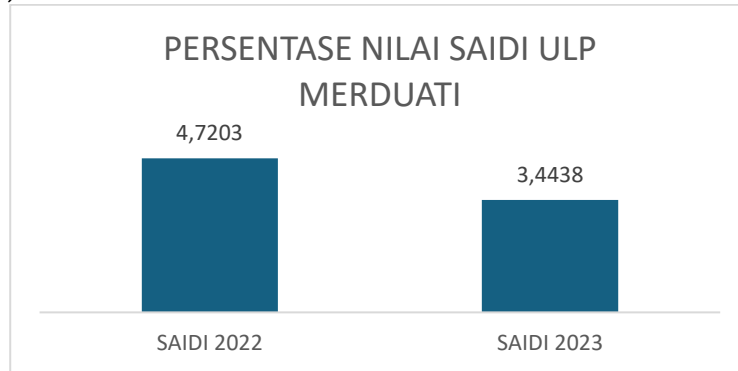
Dari tabel 4. menunjukkan bahwa jaringan distribusi PT PLN (Persero) ULP Merduati mengalami peningkatan indeks keandalan setelah terintegrasi dengan sistem SCADA, yakni sebesar :

- a. Untuk indeks SAIDI

$$d = \frac{SAIDI\ sebelum - SAIDI\ sesudah}{SAIDI\ sebelum} \times 100\%$$

$$d = \frac{4,7203 - 3,4438}{4,7203} \times 100\%$$

$$d = 27,04 \%$$



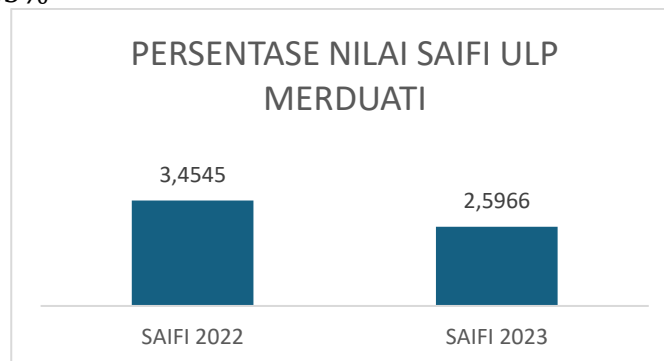
Grafik 3. Persentase kenaikan index keandalan SAIDI ULP Merduati

b. Untuk indeks SAIFI

$$f = \frac{SAIDI\ sebelum - SAIDI\ sesudah}{SAIDI\ sebelum} \times 100\%$$

$$f = \frac{3,4545 - 2,5966}{3,4545} \times 100\%$$

$$f = 24,83\%$$



Grafik 4. Persentase kenaikan index keandalan SAIFI ULP Merduati

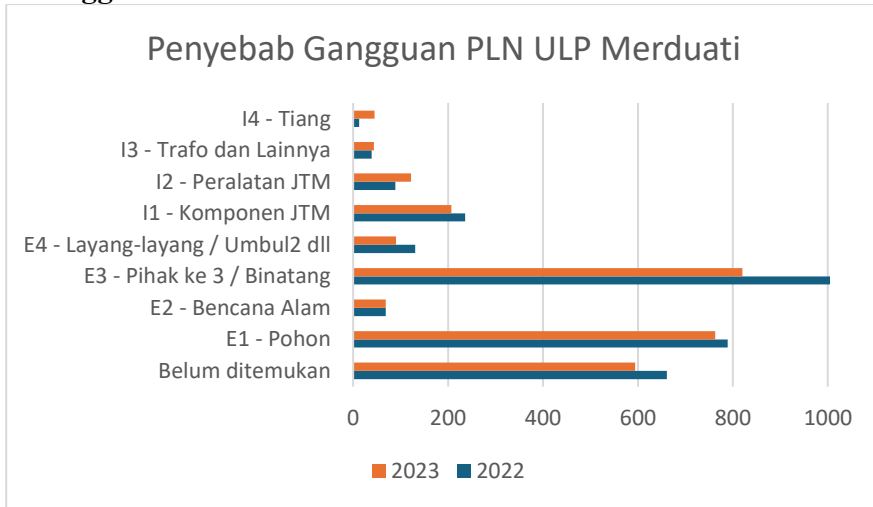
b. Perbandingan hasil perhitungan dengan standar IEEE dan standar PLN

Tabel 5. Perbandingan hasil perhitungan dengan standar IEEE dan standar PLN

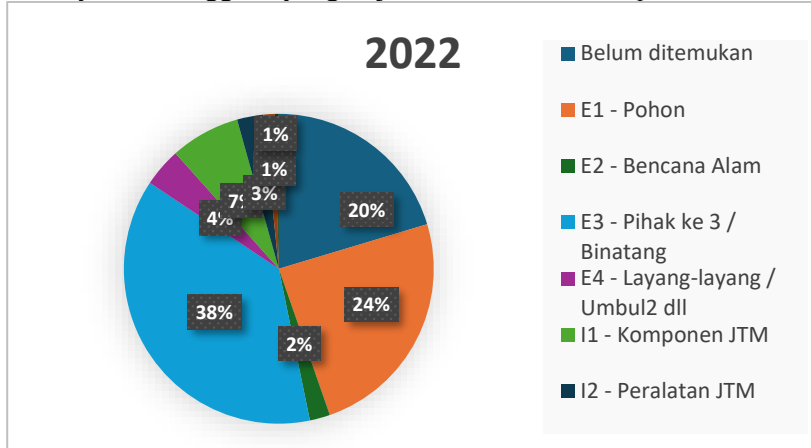
No	Indikator Penilaian	Hasil Perhitungan		Standar Indeks Keandalan		Satuan
		Sebelum	Sesudah	IEEE	SPLN	
1	SAIFI	3,4545	2,5966	1,45	3,52	Kali/pelanggan/tahun
2	SAIDI	4,7203	3,4438	2,3	23,1	Jam/pelanggan/tahun

Berdasarkan hasil perhitungan yang diperoleh dapat di analisis bahwa nilai SAIDI dan SAIFI dapat dinyatakan baik menurut standar PLN yaitu tidak melebihi nilai pada standar indeks keandalan akan tetapi melebihi standar IEEE yang dimana sebenarnya kurang baik untuk keberlangsungan sistem jaringan distribusi listrik, akan tetapi di Indonesia sendiri terdapat penyebab salah satunya faktor geografis yang ada dan tata letak wilayah yang masih sulit di jangkau.

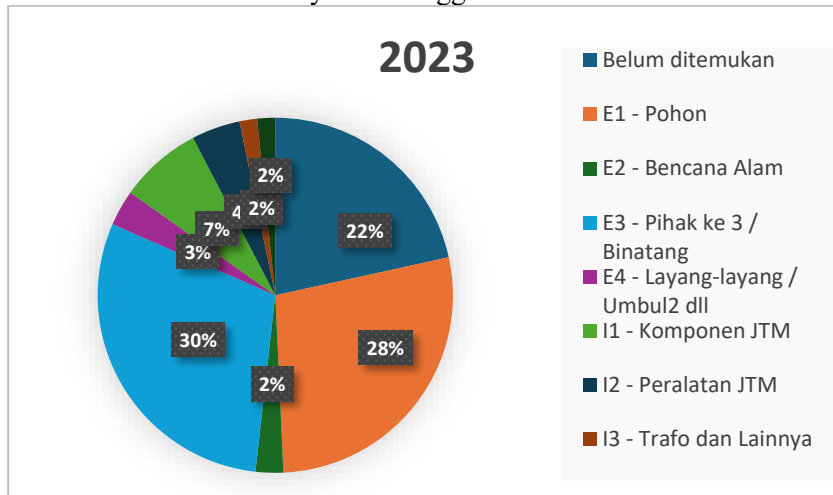
3. Analisa Penggunaan SCADA



Grafik 5. Penyebab Gangguan yang terjadi di ULP Merduati periode 2022 dan 2023



Gambar 1. Persentase Penyebab Gangguan di ULP Merduati tahun 2022



Gambar 2. Persentase Penyebab Gangguan di ULP Merduati tahun 2023

Berdasarkan dari grafik 3, gambar 1 dan gambar 2 persentase gangguan terbesar terdapat pada gangguan yang bersifat non teknis dimana gangguan tersebut meliputi banyak hal yakni dahan/ranting pohon, layang-layang dan gangguan binatang. Hal ini memang sangat berpotensi mengingat instrumen jaringan yang terdapat di sekitar lingkungan yang terlihat fisik, perlunya penataan/pemetaan instalasi yang baik dan rapi sangat penting mengingat selain kabel jaringan atau peralatan jaringan distribusi tenaga

listrik berperan sangat penting bagi terhubungnya tenaga listrik sampai ke tangan konsumen, akan tetapi bahaya kabel jaringan atau peralatan ini ketika terjadinya kerusakan (kabel putus) terlebih hal tersebut terjadi pada lingkungan padat penduduk. Untuk itu perlunya pengawasan secara rutin untuk pemeriksaan konstruksi dan sistem jaringan distribusi agar dapat menekan kerusakan pada peralatan jaringan distribusi yang kurang layak untuk menjalankan operasi sistem.

Pada saat sebelum penggunaan SCADA penyebab gangguan tidak bisa dideteksi hal tersebut dikarenakan keterbatasan sistem yang hanya dapat mengirimkan status pemutus tegangan dan pemisah. Terlebih tidak ada indikator lapangan (alarm/lampu) agar petugas dapat secara langsung menemukan titik gangguan secara tepat. Namun, setelah implementasi SCADA pada sistem distribusi jika terjadi ketidak normalan pada sistem tenaga listrik maka secara otomatis sistem SCADA akan memberikan sinyal atau perintah untuk membuka pemutus tenaga (*circuit breaker*) agar bagian yang terganggu dapat dipisahkan dari sistem yang normal. Sistem SCADA juga berfungsi untuk menunjukkan lokasi dan macam gangguannya sehingga memudahkan evaluasi pada saat terjadi gangguan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan dalam rentan waktu dua tahun yaitu sebelum pemasangan SCADA 2022 dan setelah pemasangan SCADA 2023 didapat hasil nilai SAIDI pada tahun 2022 sebesar 4,72 jam/pelanggan/tahun dan pada tahun 2023 sebesar 3,44 jam/pelanggan/tahun. Sedangkan untuk nilai SAIFI pada tahun 2022 yang didapat sebesar 3,45 kali/pelanggan/tahun dan pada tahun 2023 sebesar 2.59 kali/pelanggan/tahun.

Untuk perbaikan indeks keandalan SAIDI yaitu sebesar 27,04% sedangkan untuk perbaikan indeks keandalan SAIFI yaitu sebesar 24,83% Setelah diimplementasikan sistem SCADA pada ULP Merduati Indeks keandalan SAIDI dan SAIFI jauh lebih baik dan percepatan recovery gangguan jadi lebih cepat.

Saran

Pihak PLN harus selalu mempertahankan dan meningkatkan sistem kehandalan agar terjaga mutu, kontinuitas dan ketersediaan pelayanan daya listrik terhadap pelanggan.

DAFTAR PUSTAKA

- A. T. Prabowo, B.Winardi dan S. Handoko, “Analisis Keandalan Sistem Distribusi 20 kV pada Penyulang Pekalongan 8 dan 11”, Vol 2, Hal 1-9, 2013.
- Ahmad, S., Sardar, S., Asar, A. U., & Noor, B. (2017). Impact of Distributed Generation on the Reliability of Local Distribution System. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications (IJACSA)*, 8(6).
- Ali Basrah palungan, “Keandalan Jaringan Tegangan Menengah 20 kv di wilayah area pelayanan jaringan (APJ) Padang PT.PLN (Persero) Cabang Padang”, Universitas Negeri Padang, 2012.
- Andre, M. H. (2016). Analisis Keandalan Penggunaan Scada Pada Jaringan Distribusi 20 Kv Di PT. PLN (Persero) Feeder 15 Bangau Sakti Menggunakan Metode Reliability Network Equivalent Approach (RNEA) , Tugas Akhir, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
- Andrian, R. C. 2013. Seminar Aplikasi SCADA pada Kelistrikan, Teknik Elektro Universitas Tadulako, Palu.
- Bourezg, A., & Megloul, H. (2015). Reliability assessment of power distribution systems using disjoint path-set algorithm. *Ind Eng Int*, 11, 45–57. DOI: 10.1007/s40092-014-0083-5.
- D.B, Paillin, 2018. Pengaruh Penggunaan Sistem Scada Pada Keandalan Jaringan Distribusi PT. PLN Area Masohi, ARIKA, Vol. 12, No. 1 Pebruari 2018 ISSN: 1978-1105.
- Desmon Saingm “Evaluasi Keandalan Jaringan Listrik 20 kV Berdasarkan Nilai SAIDI-SAIFI

- Terhadap Pemasangan Tabung Urgent Cut Out di PLN (Persero) ULP Medan Baru”, Skripsi Fakultas Teknik Elektro, Universitas Pembangunan Panca Budi, 2021.
- Fardiana, D. 2003. Sistem SCADA Pada Operasi Jaringan Spindle PT.PLN (persero) Distribusi Jakarta Raya dan Tangerang, Universitas Gunadarma, Jakarta.
- Fardiana, D., (2003). Sistem SCADA Pada Operasi Jaringan Spindle PT.PLN (persero) Distribusi Jakarta Raya dan Tangerang, Universitas Gunadarma, Jakarta.
- G.A. Putra Yoga. “Analisa Keandalan Sistem Tenaga Listrik Di Wilayah Lampung Berdasarkan Ketersediaan Daya Pada Tahun 2016,” hal 20,2017.
- Hartati, R. S. 2007. Penentuan Angka Keluar Peralatan Untuk Evaluasi Keandalan Sistem Distribusi Tenaga Listrik. Universitas Udayana, Denpasar, Majalah Ilmiah Teknologi Elektro, [S.l.], v. 6, n. 2, july 2007. ISSN 2503-2372.
- Hartati, R. S. 2007. Penentuan Angka Keluar Peralatan Untuk Evaluasi Keandalan Sistem Distribusi Tenaga Listrik. Universitas Udayana, Denpasar
- Hartati, R.S. “Penentuan Angka Keluar Peralatan Untuk Evaluasi Keandalan Sistem Distribusi Tenaga Listrik”. Unviseritas Udayana, Makasar, 2007.
- Hayatul, Illahi 2017. Analisa dan Evaluasi Penggunaan SCADA Pada Keandalan Sistem Distribusi PT. PLN (Persero) Area Pembagi Distribusi Riau dan Kepulauan Riau, Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Teknik Volume 4 No.1 Februari 2017
- Hidayah Nurul, Supriatna, Agung Budi Muljono, “ Analisa Manuver Jaringan Terhadap Keandalan Kontinuitas Penyaluran Tenaga Listrik Penyulang di Area Ampenan”, Dielektrika Vol 3 No 1, Hal 109-115, 2014.
- Imran Muhammad, Andik Bintaro. “Analisa Keandalan Sistem Distribusi Tenaga Listrik Untuk Wilayah Kota Lhokseumawe di PT PLN (Persero) Rayon Kota Lhokseumawe”, Jurnal Energi Elektrik Vol 08 No 01 hal 42-47, 2019.
- Isworo, Pujotomo. 2017. Pengendalian Jaringan Distribusi 20 Kv Dengan Menggunakan Sistem Scada, Jurnal Energi & Kelistrikan Vol. 9 No. 1, Januari - Mei 2017.
- J. K. Koster, L. H. Cohn, R. B. B . Mee, & J. J. Collins, “Reliability Evaluation of Power System. 1987.
- Jamilah, Husnah, 2018. Menentukan Indeks Saidi Dan Saifi Pada Saluran Udara Tegangan Menengah Di PT. PLN Wilayah NAD Cabang Langsa, Buletin Utama Teknik Vol. 14, No. 1, September 2018 ISSN : 2598–3814 (Online), ISSN : 1410–4520 (Cetak)
- K. B. S. P. P. (Persero), SPLN S7.001 Operasi Dan Pemeliharaan Sistem Scada, Jakarta: PT. PLN (PERSERO), 2008.
- Kafle, P., Bhandari, M., & Rana, L. B. (2022). Reliability Analysis Techniques in Distribution System: A Comprehensive Review. I. J. Engineering and Manufacturing, 2, 11-24. DOI: 10.5815/ijem.2022.02.02.
- M. Hosiana, “Upaya Penanganan Gagal Remote Control Pada Sistem Scada Di Gardu Middle Point PT PLN Unit Pelaksana Pengatur Distribusi (UP2D) Banten,” 2016.
- M. Marwan, Alimin, dan A.E .T. Putri. “Penggunaan Metode Reliability Network Equivalent Approach Untuk Mengevaluasi Keandalan Sistem Jaringan Distribusi 20 kV”, J. Teknol . Elektronika, Vol 17 no 2 , hal 42-49, 2020.
- M. Santoso, “Analisa Keandalan Sistem Distribusi 20 KV Menggunakan Indeks Keandalan SAIDI Dan SAIFI PLN ULP PRIMA BEKASI,” Makalah Seminar Kerja Praktek, vol. 12, 2016.
- M. Soleh, “Desain Sistem SCADA Untuk Peningkatan Pelayanan Pelanggan Dan Efisiensi Operasional Sistem Tenaga Listrik di APJ Cirebon,” Jurnal Telekomunikasi Dan Komputer, vol. 5, p. 26, 2014.
- Marsudi, D. 2006. Operasi Sistem Tanaga Listrik, Edisi Pertama, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Momoh, A. J. 2008. Electric Power Distribution, Automation, Protection, and Control. CRC Press Taylor and Francis Group Boca Raton, London.
- Monantun, S. R, “JARINGAN DISTRIBUSI TENAGA LISTRIK PAKET KEAHLIAN TEKNIK KETENAGALISTRIKAN,” 2014.
- Muhammad, Soleh.” Desain Sistem SCADA Untuk Peningkatan Pelayanan Pelanggan Dan Efisiensi Operasional Sistem Tenaga Listrik di APJ Cirebon”, Jurnal Telekomunikasi Dan Komputer InComTech vol 5 no.1. P-ISSN 2085-4811, E-ISSN 2579 6089, 2014.

- N. Wijayanti, "Analisis Keandalan Penyulang Sistem Distribusi 20KV PT PLN (Persero) APJ Klaten Rayon Boyolali," 2018.
- N. Wijayanti, "Analisis Keandalan Penyulang Sistem Distribusi 20KV PT PLN (Persero) APJ Klaten Rayon Boyolali," Makalah Seminar Kerja Praktek, 2018.
- Nafiarman Ade, Usaha Situmeng, Zulfahri, " Pengaturan Grouping Proteksi Titik Kontingensi Peralatan Switching Untuk menurunkan ENS", SainETIn (Jurnal Sain, Energi, Teknologi & Industri), Vol 5 No 2 , Hal 68-78, 2021.
- Nurmalitasari, W. 2011. Analisis dampak pemasangan SCADA terhadap penyelamatan energi dan kualitas pelayanan di jaringan distribusi PT.PLN (persero) APJ Yogyakarta, Teknik Elektro Universitas Yogyakarta.
- Ogens Y. Bonat, Prastyono Eko Pambudi, Beny Firman, " Analisis Keandalan Jaringan Distribusi Tenaga Listrik 20 kV Menggunakan Indeks SAIDI & SAIFI pada PT PLN (Persero) APJ Yogyakarta", Jurnal Elektrikal, Volume 5 No. 1, 12-17, Juni 2018.
- Pabla, A.S. 2007. Electric Power Distribution Fifth Editor. Tata McGraw-Hill Publishing Company Limited, New Delhi
- Pirade, Y.S. 2009. Studi Keandalan Kelistrikan Kota Palu 2007 berdasarkan System Average Interruption Duration Index (SAIDI) dan System Average Interruption Frequency Index (SAIFI). Teknik Elektro Universitas Tadulako, Palu.
- Praditama, F., Utomo, T., & Shidiq, M. ANALISIS KEANDALAN DAN NILAI EKONOMIS DI PENYULANG PUJON PT. PLN (PERSERO) AREA MALANG. Jurnal Mahasiswa TEUB, 2014.
- Pratama, N. E, "Analisa Gangguan Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM) 20 kV Penyulang Raya 14 di PT PLN (Persero) Area Pontianak", Jurnal Teknik Elektro , Universitas Tanjungpura, 2019.
- Promono, J " Makalah Teknik Tenaga Listrik, Transmission of Electrical Energy (Transmisi Tenaga Listrik)", Departemen Teknik Elektro, Universitas Indonesi, 2010.
- PT PLN (Persero), "Listrik Untuk Kehidupan yang Lebih Baik", PT PLN (Persero), <https://web.pln.co.id/tentang-kami/profil-perusahaan> (diakses Januari, 04.2024).
- PT PLN (Persero). 1983. SPLN No 52-3 : Pola Pengamanan Sistem.
- PT PLN (Persero). 1985. SPLN No 59 : Keandalan pada Sistem Distribusi 20 kV dan 6 kV
- PT PLN (Persero). 1985. SPLN No 68-2 : Tingkat Jaminan Sistem Tenaga Listrik Bagian Dua: Sistem Distribusi.
- Pulungan, A.B. 2012. Keandalan Jaringan Tegangan Menengah 20 KV di Wilayah Area Pelayanan Jaringan (APJ) Padang PT.PLN (Persero) Cabang Padang. Teknik Elektro, Universitas Negeri Padang.
- R. D. Akbar, "Penggunaan Ground Fault Detector Untuk Mengurangi KWH Tidak Terjual Pada SKTM 20 KV Penyulang Ombak Di PT. PLN UP3 Bandengan," Proyek Akhir, 2020.
- R. E. Yunianggari, "Analisis Pengaruh Kegagalan Remote Control Sistem SCADA Terhadap Keandalan Jaringan Tenaga Listrik Penyulang Kering di PT PLN (Persero) UP2D Jakarta", Teknik Elektro Institut Teknologi PLN, Jakarta, 2020.
- R. Syahputra. Sistem Tenaga Listrik. ELTEK, 11(01), 1–293. Standard, I. E. E. (2003). STD 1366-2003, IEEE Draft Guide for Electric Power Distribution Reliability Indices. IEEE. 2016.
- Rashid, Babiker, 2016. Integration of SCADA, GIS, and Call Center Systems for Electrical Power Distribution Management and Planning, Sudan University of Science and Technology, SUST Journal of Engineering and Computer Sciences (JECS), Vol. 17, No. 3, 2016.
- Saodah, Siti. 2008. Evaluasi Keandalan Sistem Distribusi Tenaga Listrik Berdasarkan SAIDI Dan SAIFI. IST AKPRIND Yogyakarta, Seminar Nasional Aplikasi Sains dan Teknologi 2008 – IST AKPRIND Yogyakarta
- Setiawan, Tri Teguh, A.Asni B, Bambang Sugeng. " Analisa Keandalan Sistem Distribusi 20 kV dari GI Industri Penyulang I.5 sampai dengan Gardu Hubung Rapak", Jurnal Teknologi Terpadu, Vol 6 No 2, Hal 147-156, 2018.
- Siregar, D. 2011. Studi Pemanfaatan Distributed Generation (DG) Pada Jaringan Distribusi. Teknik Elektro Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Sjamsjul Anam, Syariffudin Mahmudsyah. 2013. Peningkatan Keandalan Jaringan Distribusi

- Primer Pada PT PLN (Persero) Cabang Padang. Jurnal Teknik POMITS Vol. 1. SPLN No.59.198. Keandalan Pada Sistem Distribusi 20 KV dan 6 kv,Perusahaan Umum Listrik Negara, Jakarta.
- Sucita, T., Mulyadi, Y., & Timotius, C. (2018). Reliability Evaluation of Power Distribution System with Reliability Index Assessment (RIA). International Symposium on Materials and Electrical Engineering (ISMEE) 2017, IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering, 384(1), 012072. DOI: 10.1088/1757-899X/384/1/012072.
- Sugianto dan Asri Dewi Mustikasari, “ Pemasangan Automatic Change Over (ACO) Untuk Meningkatkan Keandalan Pada Pelanggan Premium”, Jurnal Teknik Elektro Sinusoida Vol XX No 2, Hal 18-23, 2018.
- Yolnardi, Fadhli Palaha, and Jefri Efendi, “ Perencanaan Penempatan Recloser Berdasarkan Gangguan di Jaringan Distribusi 20 kV Menggunakan ETAP 12.6,” SainETIn (Jurnal Sain, Energi, Teknol. Ind ,Vol 5 No 1, Hal 27-34, 2020.