

## Analisis Penempatan *Recloser* Terhadap Keandalan Sistem Tenaga Listrik Jaringan Distribusi 20kV di PT.PLN (Persero) ULP AMUNTAI

### Arman

S1 Teknik elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya  
*email* : arman.19072@mhs.unesa.ac.id

### Tri Rijanto, Joko, Rina Harimurti

S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya  
*email* : tririjanto@unesa.ac.id, joko@unesa.ac.id, rinaharimurti@unesa.ac.id

### Abstrak

Pemadaman listrik yang lama dan ketidakstabilan tegangan listrik mencerminkan kurangnya keandalan dan kualitas listrik kurang baik. Objektif dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi lokasi optimal pemasangan *recloser* dalam jaringan energi listrik menggunakan indeks keandalan. Hal ini dilakukan dengan menggunakan perhitungan indeks Standar Durasi Gangguan Rata-rata (SAIDI) dan Standar Frekuensi Gangguan Rata-rata (SAIFI), yang digunakan sebagai standar untuk menilai ketahanan dan frekuensi gangguan dalam sistem tenaga listrik. Penentuan lokasi terbaik untuk pemasangan *recloser* ditentukan oleh nilai terendah dari SAIDI dan SAIFI. Dengan melakukan perhitungan SAIDI dan SAIFI pada setiap komponen proteksi. Semakin kecil nilai SAIDI dan SAIFI, semakin optimal lokasi pemasangan *recloser* tersebut. Lokasi ideal *recloser* pada posisi transformator nomer 9, dengan nilai SAIDI dan SAIFI terkecil, nilai SAIDI 0,000529 Jam/tahun, dan nilai SAIFI 0,000264 Kali/tahun.

**Kata Kunci:** Keandalan, Sistem distribusi, SAIDI, SAIFI, *Recloser*

### Abstract

Long power outages and unstable electricity voltage reflect a lack of reliability and poor electricity quality. The objective of this research is to evaluate the optimal location for installing reclosers in the electrical energy network using the reliability index. This is done by using the calculation of the Standard Average Interruption Duration (SAIDI) and Standard Average Interruption Frequency (SAIFI) indices, which are used as standards for assessing the resilience and frequency of disturbances in the electric power system. Determining the best location for recloser installation is determined by the lowest values of SAIDI and SAIFI. By calculating SAIDI and SAIFI for each protection component, the smaller the SAIDI and SAIFI values, the more optimal the location for installing the recloser. The ideal location of the recloser is in transformer position number 9, with the smallest SAIDI and SAIFI values: SAIDI value 0.000529 hours/year and SAIFI value 0.000264 times/year.

**Keywords:** Reliability, Distribution system, SAIDI, SAIFI, Recloser

### PENDAHULUAN

Di Era Globalisasi, kemajuan teknologi informasi yang cepat memberikan kenyamanan kepada manusia dalam menjalankan kegiatan sehari-hari. Tetapi, untuk menggunakan kenyamanan tersebut, dibutuhkan pasokan energi listrik yang memadai dan dapat diandalkan (Adiba, dkk., 2017).

Tiga elemen yang membentuk jaringan energi listrik adalah pembangkit listrik, sistem transmisi, dan jaringan distribusi. Komponen yang sering terkena dampak adalah jaringan distribusi. Keadaan di sekitar jalur yang menyalurkan energi listrik inilah yang menimbulkan gangguan. Distribusi energi listrik terganggu akibat semakin seringnya terjadi gangguan pada jaringan distribusi. Pengukuran tingkat reliabilitas merupakan

salah satu teknik untuk memastikannya (Desriyanto, 2022).

Jaringan distribusi adalah jalur atau sistem yang menghubungkan pemasok listrik besar (gardu induk) dengan pelanggan, termasuk bisnis, tempat tinggal, dan rumah. Teknik distribusi ini sangat membantu dalam mentransfer listrik dari sumber besar kepada pelanggan. Jaringan distribusi listrik yang komprehensif mencakup sistem distribusi listrik tegangan menengah 20 kV serta seluruh sistem distribusi listrik tegangan rendah 380/220 Volt. Proses penyampaian energi listrik bisa dilakukan dengan melewati kabel melalui udara. Selain itu, penggunaan kabel bawah tanah juga umumnya digunakan dari gardu induk sampai ke titik-titik beban utama (Bahri, 2018).

Terkena petir atau tersentuhnya pohon dapat menyebabkan gangguan sementara. Oleh karena itu, menggunakan penutup balik otomatis (recloser) agar mengurangi waktu pemadaman penyediaan daya. Pemadaman listrik yang sering, disertai dengan waktu padam yang lama dan tegangan listrik yang tidak stabil, mencerminkan rendahnya keandalan dan kualitas pasokan listrik, yang secara langsung berdampak pada para pelanggan (Akhmad, dkk., 2022).

Biasanya, kualitas jaringan distribusi diukur dengan dua indikator utama, yakni (*Standard Average Interruption Duration*) SAIDI dan (*Standard Average Interruption Frequency*) SAIFI. Semakin tinggi nilai SAIDI dan SAIFI, semakin rendah tingkat keandalan jaringan dan kualitas layanan pelanggan. Salah satu cara untuk meningkatkan keandalan jaringan distribusi berdasarkan indikator tersebut adalah dengan pemasangan *recloser* (Fuadi, dkk., 2016).

Kehadiran sistem proteksi yang andal, komponen sistem yang mengalami gangguan dapat diidentifikasi sehingga komponen yang tidak terganggu tetap dapat beroperasi normal dan melindungi peralatan dari efek gangguan hubung singkat. Kualitas penyaluran energi listrik akan semakin menurun jika terjadi pemadaman jaringan yang sering. Salah satu fungsi utama peralatan keselamatan, adalah memisahkan area yang terpengaruh oleh gangguan dari sumbernya dan menonaktifkannya (Hani, dkk., 2019).

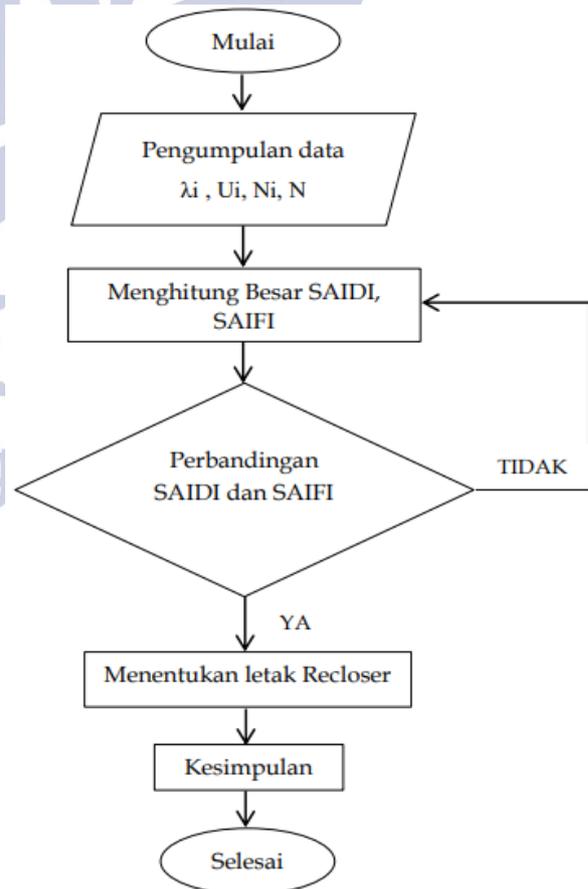
*Recloser* merupakan komponen penting dalam sistem keamanan yang membantu mengurangi wilayah yang terpengaruh oleh gangguan. Tujuan dari perlindungan sistem tenaga listrik adalah untuk memastikan kelancaran distribusi tenaga listrik dengan meminimalkan dampak gangguan. Hal ini mencakup memastikan bahwa ketika terjadi gangguan, seperti yang sering terjadi pada sistem distribusi, gangguan tersebut dapat diisolasi dan daerah yang terkena dampaknya dapat diminimalkan. Idealnya tidak mengakibatkan pemadaman listrik atau jika terjadi gangguan agar pemadaman listrik secepat mungkin. Pemutus Balik Otomatis (PBO) atau *Recloser* beroperasi secara otomatis. Gangguan sementara tidak lagi mengakibatkan pemadaman listrik total atau hanya pemadaman listrik untuk waktu yang sangat singkat dengan dimasukkannya relai penutupan terbalik (Badriana, dkk., 2021).

*Recloser* adalah alat pelindung yang mampu mendeteksi arus berlebih akibat *short circuit* antara fasa dengan fasa atau fasa dengan tanah. Fungsinya, *recloser* secara otomatis memutuskan aliran arus dan kemudian menutup kembali setelah waktu tertentu yang dapat disesuaikan, misalnya dengan mengatur interval penutupan kembali antara 1 hingga 5 detik, serta mengatur interval antara 2 hingga 10 detik. Setelah trip ketiga, *recloser* akan secara otomatis terbuka karena gangguan

dianggap permanen. Sebagai bagian penting dari jalur distribusi yang menghubungkan gardu induk ke pusat beban, peralatan ini berperan sebagai pelindung jalur distribusi dan memiliki peran yang krusial dalam menjaga integritas sistem tenaga listrik. Dengan menerapkan teknologi ini, PT. PLN (Persero) dapat memberikan layanan terbaik kepada konsumen, yang pada gilirannya dapat meningkatkan reputasi PT. PLN (Persero) dan tingkat kepercayaan konsumen. (Kusuma, dkk., 2021).

## METODE

Penelitian yang dilaksanakan menggunakan metode survei dengan pendekatan kuantitatif dengan cara observasi secara langsung ke lokasi penelitian seperti memastikan *recloser* apakah dalam kondisi baik, mengamati kondisi fisik secara visual untuk mengetahui tanda-tanda kerusakan. Data yang diperlukan yaitu data-data laju kegagalan, lama gangguan, jumlah pelanggan yang mengalami padam, jumlah keseluruhan pelanggan, untuk mendapatkan Data disajikan dalam bentuk angka-angka. Langkah selanjutnya adalah menganalisis data dengan metode perhitungan manual menggunakan persamaan atau rumus-rumus yang sesuai, dan kemudian membandingkannya dengan standar yang digunakan. Diagram langkah-langkah penelitian dapat disimak pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Langkah Penelitian



Dari tabel 1 adalah data yang diperoleh dari PT. PLN (Persero) ULP Amuntai pada penyulang Arah Bawah, data-data yang diperoleh yaitu data panjang penyulang, jumlah laju kegagalan setiap gardu yang terdapat pada penyulang Arah Bawah dengan total 10 transformator, data jumlah pelanggan di tiap transformator, jumlah seluruh pelanggan pada penyulang Arah Bawah, dan rata-rata lamanya waktu padam pada penyulang Arah Bawah.

Dalam upaya mengoptimalkan penempatan *recloser* sesuai dengan indeks keandalan, perhitungan nilai SAIDI dan SAIFI dari setiap gardu dapat dilakukan menggunakan persamaan 1 dan

$$SAIDI = \frac{\sum \lambda_i \times U_i \times N_i}{\sum N} \text{ Jam/tahun} \quad (1)$$

$$SAIFI = \frac{\sum \lambda_i \times N_i}{\sum N} \text{ Kali/tahun} \quad (2)$$

Dengan menggunakan persamaan tersebut dapat melakukan perhitungan untuk mengetahui nilai indeks keandalan sistem tenaga listrik dengan menghitung jumlah laju kegagalan rata-rata, lama gangguan, jumlah pelanggan yang mengalami padam, jumlah keseluruhan pelanggan yang dilayani dari setiap transformator yang ada pada setiap penyulang dengan persamaan SAIDI dan SAIFI.

**Analisis Perbandingan Nilai SAIDI dan SAIFI**

Setelah menghitung nilai SAIDI dan SAIFI dari data yang ada, pemilihan titik penempatan *recloser* didasarkan pada kriteria tertentu, seperti gardu yang memiliki nilai SAIDI dan SAIFI terkecil. Dengan mempertimbangkan faktor-faktor ini, selanjutnya untuk pemilihan titik penempatan *recloser* dapat membandingkan antara nilai hasil perhitungan yang diperoleh dari setiap transformator. Perbandingan dari hasil perhitungan SAIDI dan SAIFI pada setiap transformator disajikan dengan bentuk Tabel 3.

Dalam menentukan titik penempatan *recloser* yang paling optimal berdasarkan indeks keandalan, fokus utama adalah pada nilai SAIDI dan SAIFI yang terkecil. Setelah nilai-nilai SAIDI dan SAIFI dari setiap gardu dihitung, selanjutnya dapat membandingkannya dengan standar yang ditetapkan dalam SPLN No 68-2 Tahun 1986 "Tingkat Jaminan Sistem Tenaga Listrik Bagian Dua". Standar tersebut menyatakan bahwa sistem dianggap andal jika memenuhi nilai SAIFI ≤ 3,2 kali/tahun dan nilai SAIDI ≤ 21,09 jam/tahun. Dengan membandingkan nilai-nilai SAIDI dan SAIFI dari setiap titik penempatan *recloser* dengan standar yang ditetapkan, selanjutnya dapat menentukan titik

penempatan yang paling optimal untuk meningkatkan keandalan sistem tenaga listrik sesuai dengan persyaratan yang telah ditetapkan.

Tabel 3. Perbandingan nilai SAIDI dan SAIFI pada Transformator

NO	Section (Posisi)	SAIDI jam/tahun	SAIFI kali/tahun
1	Transformator 1	0,001616	0,000808
2	Transformator 2	0,001033	0,000516
3	Transformator 3	0,000917	0,000458
4	Transformator 4	0,002727	0,001363
5	Transformator 5	0,001795	0,000897
6	Transformator 6	0,002688	0,001344
7	Transformator 7	0,002052	0,001026
8	Transformator 8	0,000790	0,000395
9	Transformator 9	0,000529	0,000264
10	Transformator 10	0,000734	0,000367

**Analisis Menentukan Letak Recloser**

Untuk menentukan letak penempatan *recloser* berdasarkan sistem keandalan dapat melihat nilai hasil perbandingan SAIDI dan SAIFI dari masing-masing transformator yang ada pada penyulang Arah Bawah. Selanjutnya dapat mengidentifikasi area yang sering mengalami gangguan atau memiliki waktu pemadaman yang lebih lama. Titik-titik ini kemudian dapat dipertimbangkan untuk penempatan *recloser* guna meningkatkan keandalan sistem secara keseluruhan. Pemilihan titik penempatan *recloser* berdasarkan analisis ini dapat membantu meminimalkan dampak gangguan serta memperbaiki kualitas layanan kepada pelanggan. Letak yang paling optimal untuk penempatan *recloser* berdasarkan sistem keandalan tenaga listrik yaitu diambil untuk nilai SAIDI dan SAIFI terkecil dari setiap transformator.

**Optimasi Keandalan Penempatan Recloser**

Dapat dilihat pada tabel 3 dari nilai hasil perbandingan SAIDI dan SAIFI dari setiap transformator yang ada pada penyulang Arah Bawah nilai yang diambil untuk menentukan penempatan *recloser* berdasarkan sistem keandalan tenaga listrik yaitu dari nilai SAIDI dan SAIFI terkecil dari setiap transformator untuk penempatannya yang optimal terdapat pada transformator nomor 9 dengan angka SAIDI 0,000529 Jam/tahun, serta nilai SAIFI 0,000264 Kali/tahun.

**Perbandingan Hasil Perhitungan Dengan Standar**

Untuk mengevaluasi keandalan sistem tenaga listrik pada PT. PLN (Persero) ULP Amuntai 20kV penyulang Arah Bawah, dilakukan perhitungan nilai SAIDI dan SAIFI.

Standar keandalan yang digunakan mengacu pada SPLN No 68-2 Tahun 1986. Sistem dianggap andal jika nilai SAIFI tidak lebih dari 3,2 Kali/tahun dan nilai SAIDI tidak lebih dari 21,09 Jam/ tahun. Hasil indeks keandalan pada nilai SAIDI dan SAIFI yang diperoleh setelah melakukan perhitungan bisa dikatakan sudah sangat baik karena semua nilainya sudah dibawah dari nilai standar akan tetapi untuk penempatan yang paling optimal dengan nilai SAIDI dan SAIFI terkecil terdapat pada transformator nomer 9 dengan kapasitas transformator 50kVA, jumlah laju kegagalan 0,0026 gangguan/tahun, dengan jumlah beban di titik beban ada 94 pelanggan. Hasil indeks keandalan SAIDI 0,000529 Jam/tahun, dan nilai SAIFI 0,000264 Kali/tahun.

## PENUTUP

### Simpulan

Kesimpulan dari analisis yang dilakukan di PT. PLN (Persero) ULP Amuntai 20kV pada penyulang Arah Bawah yaitu.

1. Indeks keandalan sistem tenaga listrik jaringan distribusi 20kV dapat diketahui dengan cara membandingkan antara nilai SAIDI dan SAIFI dari setiap gardu pada suatu penyulang yang digunakan untuk pemilihan titik penempatan *recloser* yang paling optimal berdasarkan indeks keandalan sistem tenaga listrik. Penempatan *recloser* berdasarkan keandalan tenaga listrik. Dengan semakin kecilnya nilai SAIDI dan SAIFI, maka semakin optimal posisi penempatan *recloser* pada sebuah penyulang.
2. Solusi untuk meningkatkan keandalan sistem tenaga listrik, salah satu metode yang digunakan adalah dengan menghitung nilai SAIDI dan SAIFI pada setiap transformator. Dari hasil analisis di PT. PLN (Persero) ULP Amuntai 20kV pada penyulang Arah Bawah, pemilihan lokasi paling optimal untuk *recloser* adalah pada posisi transformator nomor 9 nilai SAIDI dan SAIFI terkecil, yaitu SAIDI 0,000529 Jam/tahun dan SAIFI 0,000264 Kali/tahun.

### Saran

Saran dari analisis yang dilakukan di PT. PLN (Persero) ULP Amuntai 20kV pada penyulang Arah Bawah yaitu.

1. Analisis penempatan *recloser* berdasarkan keandalan pada sistem tenaga listrik jaringan distribusi dapat dikembangkan untuk perhitungan yang berbeda seperti menggunakan perhitungan ASIDI dan ASIFI.
2. Mengenai solusi untuk meningkatkan keandalan sistem distribusi tenaga listrik 20kV bisa dikembangkan dengan menggunakan komponen lain yang berbeda seperti *Fuse Cut Out* (FCO).

## DAFTAR PUSTAKA

- Adiba, F. A., Abidin, Z., dan Suharijanto. 2017. *Analisis Tata Letak Recloser Menggunakan Metode Penelitian Statistika Beban Dan Populasi Guna Memaksimalkan Kinerja Sistem*. Jurnal Teknik 9(2085), 917–921.
- Akhmad, S. S., Nurhidayanti, dan Noor, N. A. 2022. *Analisis Penempatan Recloser Terhadap Keandalan Sistem Tenaga Listrik di ULP Sungguminasa*. JELEKTRIK (Jurnal Elektronika, Kontrol, dan Tenaga Listrik) 1(2).
- Badriana, Jordan, Salahuddin, Meliala, S., dan Kartika. 2021. *Analisis Penempatan Recloser Guna Memaksimalkan Kinerja Sistem Tenaga Listrik di Jaringan Distribusi 20 kV Pada PT. PLN (Persero) Unit Pelaksana Pelayanan Pelanggan (UP3) Sigli*. Jurnal Energi Elektrik, 9(2), 30.
- Bahri, M. 2018. *Analisa Penempatan Recloser dan Fuse Cut Out Terhadap Keandalan Sistem Tenaga Listrik di jaringan Distribusi di PT. PLN (Persero) Rayon Rimo*. Universitas Muhammadiyah Sumatra Utara Medan, 1–43.
- Desriyanto, B. 2022. *Analisis Penempatan Recloser Untuk Mendapatkan Keandalan Yang Optimal Menggunakan Metode Section Technique dan Ant Colony Optimization*. Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
- Fuadi, A., Pambudi, P. E., dan Santoso, G. 2016. *Analisis Penempatan Recloser Sebagai Parameter Penentu Keandalan Sistem Proteksi Pada Sistem Distribusi*. Jurnal Elektrikal 3(2), 41–48.
- Hani, S., Santoso, G., dan Wibowo, R. D. 2019. *Penempatan Recloser Sebagai Parameter Keandalan Sistem Proteksi Pada Sistem Distribusi*. Simposium Nasional RAPI XVIII–2019 FT UMS 21–27.
- Kusuma, W., Hermawan, A., Rahma, A. N., dan Rifqi, M. I. 2021. *Analisis Perencanaan Pemasangan Recloser pada Penyulang untuk Meminimalisir Pemadaman*. ELPOSYS: Jurnal Sistem Kelistrikan, 8(3), 76–80.
- Rura, D. L., Patras, L. S., dan Silimang, S. 2019. *Evaluasi Keandalan Sistem Distribusi Menggunakan Indeks SAIFI dan SAIDI Pada PT. PLN (Persero) Area Bitung*. Universitas Sam Ratulangi Manado.
- SPLN. 1986. SPLN 68-2 : 1986 *Tingkat Jaminan Sistem Tenaga Listrik*. PLN