

PENINGKATAN KEANDALAN PENYULANG TUKAD MUSI DENGAN PENAMBAHAN PENYULANG BATANGHARI DENGAN POLA LOOP

Ian Rahmadi Kurniawan¹, I Gede Dyana Arjana², I Wayan Sukerayasa³

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana

²Dosen Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana

Alamat Universitas

irk.aminin@gmail.com¹, dyanaarjana@unud.ac.id², sukerayasa@unud.ac.id³

ABSTRAK

Keandalan sistem distribusi merupakan salah satu tantangan indikator penting sistem ketanaga listrikan, indikator yang menentukan keandalan berupa SAIFI (*System Average Interruption Frequency Index*) dan SAIDI (*System Average Interruption Duration Index*). Metode meningkatkan keandalan sistem distribusi yang digunakan pada penelitian ini dengan penggabungan kedua penyulang radial yaitu penyulang Tukad Musi dan Penyulang Batanghari menjadi loop. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa sebelum dilakukan peningkatan, nilai SAIDI penyulang Tukad Musi adalah 26,59 jam/pelanggan/tahun, dan SAIFI adalah 1,92 gangguan/pelanggan/tahun. Nilai awal SAIDI penyulang Batanghari adalah 18,14 jam/pelanggan/tahun, dan SAIFI adalah 1,69 gangguan/pelanggan/tahun. Dengan menerapkan loop melalui penambahan saluran tambahan pada kedua ujung penyulang, diperoleh hasil SAIDI sebesar 24,79 jam/pelanggan/tahun dan SAIFI sebesar 1,89 gangguan/pelanggan/tahun. Dengan memanuvering sebagian beban, diperoleh hasil SAIDI sebesar 21,51 jam/pelanggan/tahun dan SAIFI sebesar 1,83 gangguan/pelanggan/tahun. Penelitian ini memberikan kontribusi dalam meningkatkan keandalan sistem distribusi listrik melalui penggabungan penyulang menjadi loop. Hasilnya dapat digunakan sebagai panduan dalam perencanaan dan pengembangan sistem distribusi yang lebih andal dan efisien.

Kata **kunci** : SAIDI, SAIFI, Loop, Sistem Distribusi, Penyulang, keandalan

ABSTRACT

Reliability of the distribution system is one of the critical challenges and important indicators in the electricity power system. The indicators determining reliability are SAIFI (*System Average Interruption Frequency Index*) and SAIDI (*System Average Interruption Duration Index*). The method used to improve the reliability of the distribution system in this research is by converting two radial feeders, namely Tukad Musi feeder and Batanghari feeder, into a loop configuration. The calculation results show that before the improvement, the SAIDI value for the Tukad Musi feeder is 26.59 hours/customer/year, and the SAIFI is 1.92 interruptions/customer/year. The initial values of SAIDI for the Batanghari feeder are 18.14 hours/customer/year, and SAIFI is 1.69 interruptions/customer/year. By implementing a loop configuration through the addition of extra channels at both ends of the feeders, the SAIDI is reduced to 24.79 hours/customer/year, and SAIFI becomes 1.89 interruptions/customer/year. Further improvements are achieved by maneuvering a portion of the load, resulting in SAIDI of 21.51 hours/customer/year and SAIFI of 1.83 interruptions/customer/year. This study contributes to enhancing the reliability of the distribution system by converting radial feeders into loop configuration. The findings can serve as guidelines for planning and developing a more reliable and efficient distribution system.

Keywords: SAIDI, SAIFI, Loop, Distribution System, Feeder, Reliability.

1. PENDAHULUAN

Wilayah Panjer dan sekitarnya mengandalkan penyulang Tukad Musi dan

penyulang Batanghari sebagai sumber pasokan energi listrik. Namun, dengan adanya peningkatan jumlah pelanggan di

daerah ini, kebutuhan energi juga semakin meningkat. Oleh karena itu, perlu dilakukan peningkatan keandalan sistem distribusi agar dapat memenuhi kebutuhan energi dengan efisien.

Salah satu faktor penting dalam menentukan keandalan sistem distribusi listrik adalah melalui indikator seperti SAIFI (System Average Interruption Frequency Index) dan SAIDI (System Average Interruption Duration Index). Saat ini, penyulang Tukad Musi dan penyulang Batanghari menggunakan sistem jaringan distribusi radial. Peralatan pengaman yang terpasang pada kedua penyulang ini meliputi recloser atau pemutus balik otomatis dan beberapa LBS (Load Break Switch).

Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan keandalan penyulang Tukad Musi dan penyulang Batanghari dengan metode yang digunakan berupa penggabungan penyulang yang awalnya berkonfigurasi radial menjadi loop, sistem jaringan tipe radial memiliki jumlah sumber dan penyulang hanya satu buah sehingga jika terjadi suatu gangguan maka semua beban yang dilayani akan padam, sehingga tipe radial memiliki keandalan yang rendah [2][3][4][5]. dengan mengubah konfigurasi dari radial menjadi loop diharapkan dapat meningkatkan keandalan kedua penyulang tersebut. Selain itu, metode manuver beban juga akan digunakan untuk meningkatkan keandalan penyulang dengan memindahkan sebagian beban dari satu penyulang ke penyulang lainnya [1][7].

Penelitian ini akan memberikan kontribusi dalam meningkatkan keandalan penyulang Tukad Musi dan penyulang Batanghari dalam sistem distribusi listrik. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi yang berguna dalam perencanaan dan pengembangan sistem distribusi listrik yang lebih handal dan efisien di wilayah Panjer dan sekitarnya.

2. TINJUAN PUSTAKA

A. Sistem Jaringan Distribusi

Sistem Jaringan distribusi dibagi menjadi kedalam dua tingkat, yaitu :

1. Sistem Jaringan Distribusi Primer sistem ini merupakan jaringan tegangan menengah yang digunakan sebagai

jalur utama yang mendistribusikan tenaga listrik di suatu wilayah. Penggunaan JTM sebagai jalur utama bertujuan untuk mengurangi kerugian dalam penyaluran (*losses*) dan memenuhi kualitas tegangan yang ditetapkan oleh PT PLN (Persero)

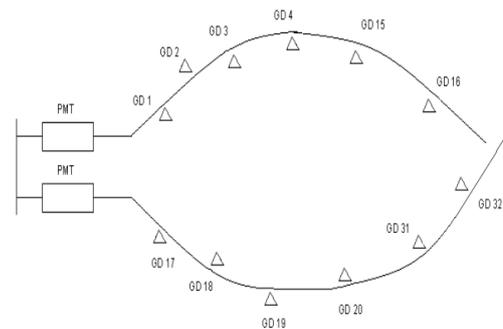
2. Sistem Jaringan Distribusi Sekunder Sistem ini merupakan jaringan tegangan rendah yang berfungsi untuk menyampaikan tenaga listrik dari gardu distribusi ke konsumen atau pelanggan listrik. PT PLN (persero) menggunakan tegangan

B. Sistem Jaringan Loop

Sistem ini terdiri dari dua sumber dan arah pengisian, dimana salah satu jaringan berfungsi sebagai cadangan, sehingga meningkatkan keandalan. Biasanya sistem ini digunakan pada jaringan umum dan industri. Jaringan ini berbentuk melingkar dan dihubungkan oleh switch atau *Load Break Switch* (LBS)

Bentuk Sistem jaringan distribusi terdiri dari dua macam yaitu :

1. Bentuk loop terbuka (*Open loop*)
2. Bentuk loop tertutup (*Closed loop*)



Gambar 2. Jaringan Distribusi Loop

C. Keandalan

Keandalan mengacu pada kemampuan sistem atau komponen untuk melakukan fungsinya sesuai dengan standar yang ditetapkan, sehingga proses, perancangan yang ada sampai pada periode waktu tertentu. Dalam konteks sistem distribusi, keandalan mengacu kepada parameter ketersediaan dan tingkat pasokan listrik dari penyedia listrik hingga ke konsumen. Tingkat keandalan pada sistem distribusi diukur melalui seberapa seringnya terjadi pemadaman, berapa lama waktu pemadaman berlangsung, dan berapa cepat

waktu yang dibutuhkan untuk memulihkan kondisi setelah pemadaman.

Dua indikator keandalan yang umum digunakan adalah :

1. SAIFI (*System Average Interruption Frequency Index*)

SAIFI menjadi indikator dari rata-rata jumlah kegagalan yang dialami oleh setiap pelanggan dalam periode tahunan.

Persamaan SAIFI dapat dilihat pada berikut ini :

$$SAIFI = \frac{\sum_{i=1}^m C_i \text{ pemadaman}}{N \text{ pelanggan}} \quad (1)$$

Keterangan :

- m : jumlah pemadaman dalam satu tahun
- C_i : jumlah konsumen yang mengalami pemadaman
- N : Jumlah konsumen yang dilayani

2. SAIDI (*System Average Interruption Duration Index*)

SAIDI menjadi indikator dari rata-rata durasi pemadaman yang dialami oleh setiap pelanggan selama satu tahun. Indeks ini dihitung dengan membagi total durasi selama pemadaman pelanggan dalam satu tahun dengan jumlah total pelanggan yang dilayani.

Persamaan SAIDI dapat dilihat pada berikut ini :

$$SAIDI = \frac{\sum_{i=1}^m C_i \cdot t_i \text{ pemadaman}}{N \text{ pelanggan}} \quad (2)$$

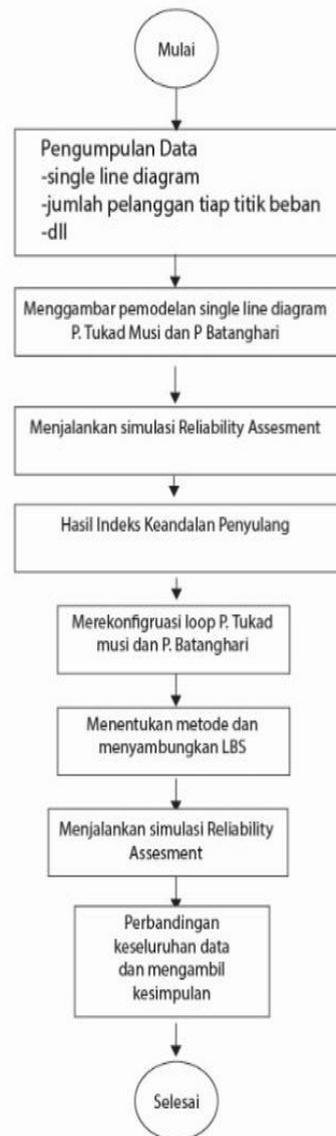
Keterangan :

- m : jumlah pemadaman dalam satu tahun
- C_i : jumlah konsumen yang mengalami pemadaman
- N : Jumlah konsumen yang dilayani
- t_i : lamanya tiap-tiap pemadaman

3. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di PT. PLN Persero UP3 Bali Selatan ULP Sanur. Waktu pelaksanaan dimulai dari Bulan Desember 2022.

. Diagram alur penelitian dapat dilihat pada Gambar 3



Gambar 3. Diagram alur penelitian

Berikut penjelasan pada Gambar 3 :

Langkah 1. Pengumpulan Data

Penelitian ini melibatkan pengumpulan data terkait beban, diagram segaris, panjang penghantar, dan kapasitas Trafo. Data tersebut diperoleh melalui pengumpulan data sekunder yang didapatkan dari observasi lapangan di PT. PLN (Persero) ULP3 Bali Selatan Sanur. Setelah data terkumpul, dilakukan penggambaran diagram segaris (single line diagram). Data-data yang relevan dimasukkan DAN dianalisis kemudian dilanjutkan dengan tahap berikut ini :

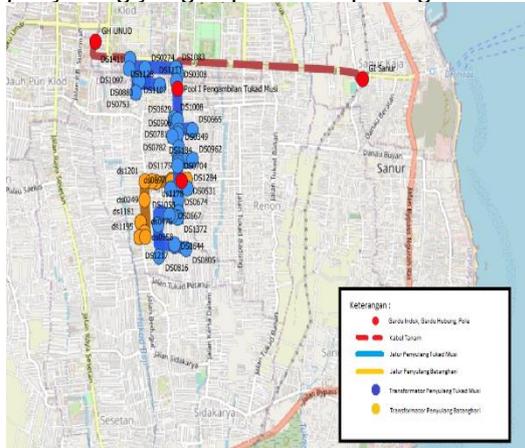
1. Melakukan simulasi Reliability assesment

2. Mendapatkan hasil indeks keandalan penyulang Tukad Musi dan Batanghari
3. merekonfigurasi loop penyulang Tukad Musi dan penyulang Batanghari
5. menentukan jarak penambahan dan atau menentukan posisi LBS
6. menjalankan simulasi reliability assessment dan dilanjutkan ke Langkah 7
7. Melakukan perbandingan data keseluruhan dan mengambil kesimpulan

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis Penyulang Rekonfigurasi Loop

Kondisi lapangan pada kedua penyulang terdapat 2 kemungkinan untuk merekonfigurasi loop pada kedua penyulang yang dapat dilihat pada gambar 4



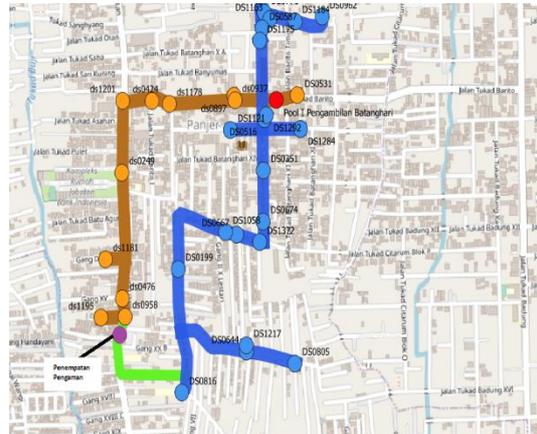
Gambar 4. kondisi lapangan penyulang tukad musu dan Batanghari

Dalam gambar di atas, garis berwarna biru menunjukkan penyulang Tukad Musi, sedangkan garis berwarna kuning menunjukkan penyulang Batanghari. Garis merah putus-putus merupakan Saluran Kabel Tanam yang menghubungkan Gardu Induk (GI) dengan Penyulang Tukad Musi dan Batanghari. Terdapat dua metode penyambungan yang dapat dilakukan. Pertama, penambahan saluran pada kedua ujung penyulang. Kedua, memanuver sebagian beban yang berpotongan ke penyulang Batanghari.

4.1.1 Analisis Penyulang loop dengan penambahan saluran

Dengan menambahkan saluran pada kedua ujung penyulang Tukad Musi dan

Batanghari dengan panjang 370 meter yang dapat dilihat pada gambar 5 dengan menggunakan kabel A3CS dan LBS yang di pasang secara open maka didapatkan nilai SAIFI dan SAIDI pada tabel 1

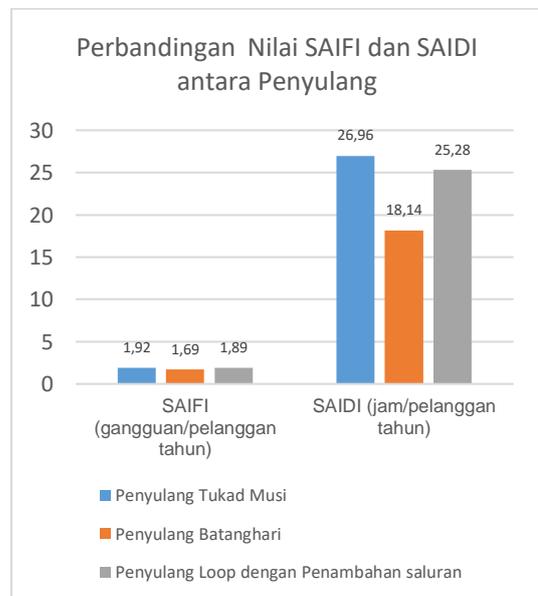


Gambar 5. Titik Penyambungan tukad musu dan Batanghari

Tabel 1 Perbandingan Nilai SAIFI dan SAIDI antara Penyulang

Penyulang	SAIFI (Gangguan/pelanggan tahun)	SAIDI (Jam/Pelanggan tahun)
Penyulang Tukad Musi	1,92	26,96
Penyulang Batanghari	1,69	18,14
Penyulang Loop dengan tambahan Saluran	1,89	25,28

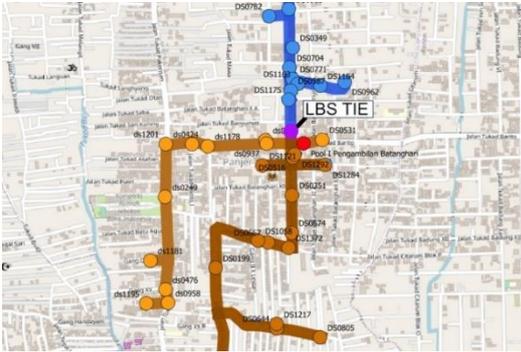
Dari tabel 1 dapat dibuat grafik yang dilihat pada gambar 6



Gambar 6 Perbandingan penyulang Loop dengan tambahan saluran

3.2 Analisis manuver Penyulang Loop

Melakukan manuver pada penyulang Tukad Musi yang di manuver ke penyulang Batanghari yang dapat dilihat pada gambar 7

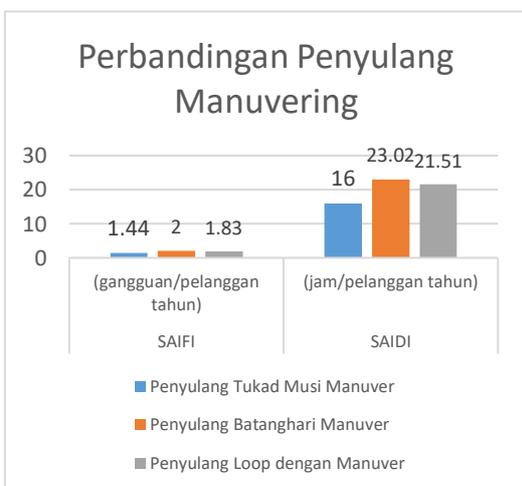


Gambar 7 Titik Manuvering Penyulang Tukad Musi dan Batanghari

Tabel 2 Perbandingan Nilai SAIFI dan SAIDI antara Penyulang Manuvering

Penyulang	SAIFI (gangguan/pelanggan tahun)	SAIDI (jam/pelanggan tahun)
Penyulang Tukad Musi Manuver	1,44	16,00
Penyulang Batanghari Manuver	2,00	23,02
Penyulang Loop Manuver	1,83	21,51

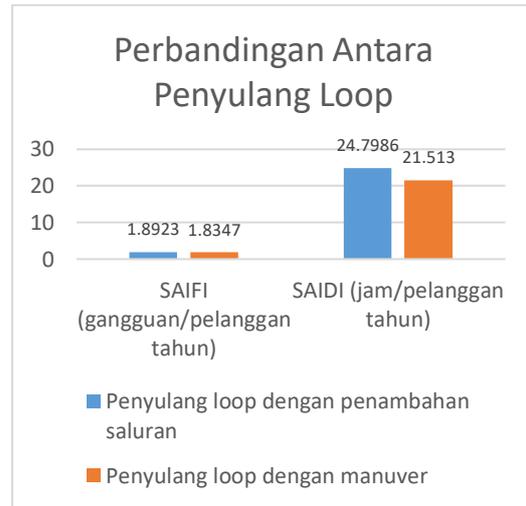
Dari tabel 2 dapat dibuat sebuah grafik yang dapat dilihat pada gambar 7



Gambar 8. Perbandingan Nilai SAIFI dan SAIDI antara Penyulang Manuver

Dari hasil analisis keandalan penyulang pada kondisi rekonfigurasi loop

dan manuver didapatkan grafik perbandingan pada gambar 9



Gambar 9. Perbandingan Nilai SAIFI dan SAIDI antara Penyulang Loop

5. KESIMPULAN

Berdasarkan analisa dari hasil simulasi peningkatan keandalan pada penyulang Tukad Musi dan penyulang Batanghari dengan melakukan loop, dapat disimpulkan :

1. Sebelum dilakukan peningkatan keandalan, terlihat bahwa nilai SAIDI (System Average Interruption Duration Index) pada Penyulang Tukad Musi adalah sebesar 26,59 jam/pelanggan per tahun, sedangkan nilai SAIFI (System Average Interruption Frequency Index) adalah sebesar 1,92 gangguan/pelanggan per tahun. Pada penyulang Batanghari, nilai SAIDI adalah sebesar 18,14 jam/pelanggan per tahun, sedangkan nilai SAIFI adalah sebesar 1,69 gangguan/pelanggan per tahun.
2. Dengan merekonfigurasi kedua penyulang menjadi loop, ditemukan dua cara untuk melakukan loop. Pertama, dengan menambahkan saluran pada kedua ujung loop, diperoleh nilai SAIFI sebesar 1,89 gangguan/pelanggan per tahun dan nilai SAIDI sebesar 24,79 jam/pelanggan per tahun. Kedua, dengan memanuvering beban, diperoleh nilai SAIFI sebesar 1,83 gangguan/pelanggan per tahun dan nilai SAIDI sebesar 21,51 jam/pelanggan per tahun.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ode, Alif Kamandi “Pengaruh Manuver Jaringan Distribusi 20 KV Terhadap Indeks Keandalan Penyulang Bt 07 Batulicin” . EEICT, Vol 3. No.2 Tahun (2020):19-27
- [2] Rahmat, Gheschik Safiur. “Evaluasi Indeks Keandalan Sistem Jaringan Distribusi 20 KV Di Surabaya Menggunakan *Loop Restoration Scheme*”, Jurnal Teknik Pomits. Vol 2, No. 2 (2013):B142-B147
- [3] Ta, I Ketut. “Analisis Penggunaan Sistem *Loop Scheme* Jaringan Tegangan Menengah 20 KV Penyulang Blahkiuh Terhadap Keandalan Sistem”, Jurnal Logic. Vol. 14. No. 2. Juli (2014):117-125
- [4] PT PLN (Persero). 2010. Kriteria Disain Enjineriing Konstruksi Jaringan Distribusi Tegangan Listrik. Jakarta Selatan.
- [5] Yoga, Widyana Bagus.”Studi Pengaruh Rekonfigurasi *Loop scheme* terhadap Keandalan Penyulang Blakiuh dan Penyulang Panglan”, Majalah Ilmiah Teknik Elektro, Vol. 17, No. 1, Januari-April 2018
- [6] Wiguna, I Gusti Nyoman Indra. “Analisa Rekonfigurasi Jaringan Distribusi 20 kV Pada Penyulang Berawa Untuk menurunkan Losses dan Drop Tegangan Penyaluran Tenaga Listrik”. Vol 6 No 2 (2019) : Jurnal Spektrum
- [7] Hidayah, Nurul. “Analisis Manuver Jaringan Terhadap Keandalan Kontinuitas Penyaluran Tenaga Listrik Penyulang di Area Ampenan”. Dielektrika : Vol.1 No.2 (2014)
- [8] Haryantho, Junto Dennis. “Analisa Keandalan Sistem Kelistrikan Daerah Pelayanan P.T. PLN (Persero) Area Timika Berbasis SAIDI SAIFI”. Jurnal Teknik Elektro, Vol. 10, No. 2, September 2017