

Analisis Keandalan Sistem Distribusi 20 kV di Kota Kupang Menggunakan Metode Reliability Network Equivalent Approach (RNEA) dan Metode Section Technique

¹Fransiscus R B N Kabosu, ²I Made Wartana, ³Irrine Budi S

^{1,2,3}Teknik Elektro S1 ITN Malang, Malang Indonesia

¹fransbayu1999@gmail.com, ²m.wartana@lecturer.itn.ac.id, ³irrine@lecturer.itn.ac.id

Abstrak— Metode Reliability Network Equivalent Approach (RNEA) dan metode Section Technique adalah dua teknik untuk melakukan analisis keandalan sistem distribusi 20 kV. Pada penyulang oebufu yang memiliki 13.373 pelanggan menyebabkan meningkatnya kebutuhan energi listrik, dengan meningkatnya kebutuhan energi listrik, menuntut suatu sistem tenaga listrik harus mempunyai keandalan untuk dapat menyediakan dan menyalurkan dayanya pada jaringan distribusi. Penelitian ini bertujuan untuk dapat menganalisis perbedaan perhitungan keandalan menggunakan metode *Reliability Network Equivalent Approach* (RNEA) dan *Section Technique* yang akan dibandingkan dengan *Electrical Transient Analysis Program* (ETAP) *Power Station* sebagai referensi. Hasil setelah melakukan perhitungan keandalan jaringan penyulang oebufu menggunakan *software* ETAP *Power Station* diperoleh *System Average Interruption Frequency Index* (SAIFI) sebesar 0,99 kali/pelanggan/tahun dan *System Average Interruption Duration Index* (SAIDI) sebesar 20 jam/pelanggan/tahun. Perhitungan menggunakan metode RNEA nilai SAIFI sebesar 2,7 kali/pelanggan/tahun dan SAIDI sebesar 8,1 jam/pelanggan/tahun. Perhitungan menggunakan metode *Section Technique* SAIFI sebesar 1,102 kali/pelanggan/tahun dan SAIDI sebesar 12,1 jam/pelanggan/tahun

Kata Kunci: ETAP *Power Station* 12.6, Indeks Keandalan, Metode RNEA, Metode *Section Technique*

I. PENDAHULUAN

Secara umum keandalan sistem tenaga listrik dapat didefinisikan sebagai suatu kemampuan sistem untuk memberikan suatu sistem untuk pasokan tenaga listrik yang cukup dengan kualitas yang memuaskan. Sebuah sistem distribusi tentunya mempunyai nilai keandalan tertentu, yang mana nilai keandalan tersebut diperoleh dengan menghitung indeks keandalannya, Indeks-indeks yang digunakan untuk mengetahui tingkat pada keandalan sistem distribusi antara lain adalah indeks SAIFI dimana indeks SAIFI adalah jumlah rata-rata dari kegagalan yang terjadi pada tiap pelanggan yang dilayani pertahun dan indeks SAIDI dimana

indeks SAIDI adalah nilai rata-rata dari lamanya kegagalan yang terjadi untuk setiap pelanggan pertahun. Metode *Reliability Network Equivalent Approach* (RNEA) dan metode *Section Technique* adalah dua teknik untuk melakukan analisis keandalan sistem distribusi 20 kV.

Sistem jaringan tipe radial memiliki kontinuitas dan stabilitas yang kurang dibandingkan jaringan spindle [1]. Penyulang oebufu mempunyai 13.373 total pelanggan dan karena faktor itu dapat mempengaruhi indeks keandalan pada sistem distribusi di kota tersebut. Maka dari itu dilakukan penelitian guna menganalisa keandalan pada penyulang oebufu.

II. METODOLOGI PENELITIAN

A. Sistem Distribusi

Ada tiga komponen utama dalam proses penyaluran tenaga listrik yaitu pembangkitan, saluran transmisi dan distribusi. Sistem distribusi adalah satu bagian dari sistem tenaga listrik yang paling dekat dengan pelanggan. Pada sistem distribusi terdiri dari Jaringan Tegangan Menengah (JTM) dan Jaringan Tegangan Rendah (JTR) yang pada umumnya beroperasi secara radial. Dalam sistem yang perkembangannya masih baru, tidak diperlukan sistem transmisi karena bebannya relative masih rendah [2].

B. Keandalan Sistem Distribusi

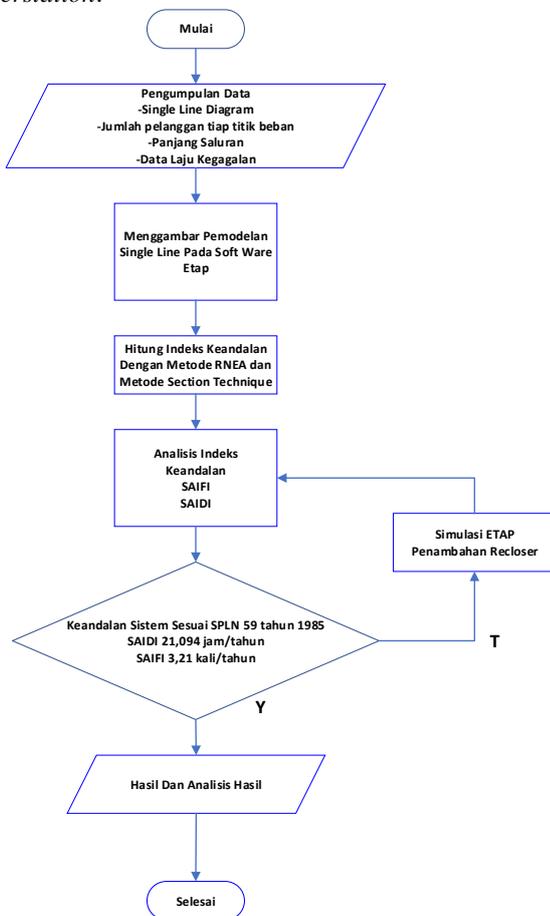
Keandalan (reliability) adalah tingkat dari keberhasilan suatu sistem atau bagian dari sistem untuk memberikan hasil yang lebih baik pada periode waktu dan dalam kondisi operasi tertentu. Dalam menentukan tingkat keandalan dari suatu sistem, maka harus dilakukan pemeriksaan dengan melakukan perhitungan dan menganalisa tingkat keberhasilan operasi dari suatu sistem yang ditinjau pada periode waktu tertentu yang nantinya akan dilakukan

H. Software Electrical Transient Analysis Program (ETAP)

Dalam melakukan perancangan dan analisa sistem tenaga listrik, maka diperlukan sebuah *software* untuk mempresentasikan kondisi real dari sebuah sistem. ETAP adalah salah satu *software* aplikasi yang bisa digunakan untuk melakukan simulasi sistem tenaga listrik.

III. METODOLOGI PENELITIAN

Data pemadaman dan jumlah pelanggan tiap titik beban digunakan untuk menganalisa indeks keandalan SAIDI dan SAIFI dengan metode RNEA. Data panjang penyulang, data indeks kegagalan saluran udara, dan data indeks kegagalan peralatan digunakan untuk menganalisa indeks SAIDI dan SAIFI dengan metode *Section Technique*. Menggambar diagram segaris penyulang oebufu pada program ETAP Powerstation 12.6 kemudian memasukan data panjang saluran, jenis penghantar, jumlah pelanggan pada penyulang oebufu. Selanjutnya menjalankan program reliability analysis untuk mendapatkan nilai SAIDI dan SAIFI jika tidak memenuhi standart SPLN 59 tahun 1985, maka akan dilakukan penambahan Automatic Circuit Recloser (ACR) pada program ETAP Powerstation. Hasil nilai indeks keandalan berupa SAIDI dan SAIFI dengan menggunakan metode RNEA dan metode *Section Technique* dibandingkan dengan indeks keandalan jasil dari simulasi program ETAP *Powerstation*.

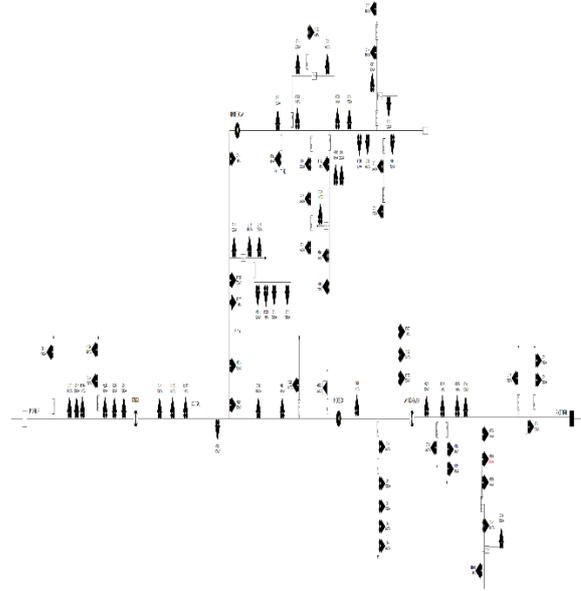


Gambar 2. Flowchart Simulasi Pemecahan Masalah.

IV. SIMULASI DAN ANALISA

A. Perhitungan Keandalan Dengan Metode RNEA

Gambar 3 adalah single line diagram penyulang oebufu :



Gambar 3. Diagram Segaris Penyulang Oebufu.

Metode RNEA digunakan untuk menganalisis sistem distribusi radial yang kompleks secara sederhana. Prinsip utama pada metode ini adalah elemen ekuivalent dapat digunakan untuk mengganti bagian jaringan distribusi dan menyusun kembali sistem distribusi yang besar ke dalam bentuk sederhana, pada gambar 3 dibagi menjadi 5 titik beban (*Load Point*) yaitu :

1. Titik Beban (*Load Point*) 1 : KT241, KT281, KT157, KT175, KT056, KT159, KT138, KT041, KT309, KB041, KT086, KT039, KT342, KT185, KT129, KT316, KT075.
2. Titik Beban (*Load Point*) 2 : KT172, KT027, KT028, KB028, KB087, KB111, KB354, KB324, KT074.
3. Titik Beban (*Load Point*) 3 : KT256, KT228, KT166, KT251, KS185, KT154, KT291, KT015, KT123, KT112, KT167, KT156, KT165, KT217, KT041, KT116, KT106, KT216, KT043.
4. Titik Beban (*Load Point*) 4 : KT067, KT208, KT024, KT194, KT026, KT225, KT322, KT321, KT065, KT339, KT117, KT184, KT311, KT179, KT274, KT094, KT221, KT247, KT113, KT004, KT238, KT013, KT005.
5. Titik Beban (*Load Point*) 5 : KS081, KS096, KS048, KS184, KS024, KS104, KS139, KS131, KB171.

Tabel 1. Data jumlah pelanggan penyulang Oebufu per titik beban

Titik Beban	Jumlah Pelanggan
1	3.188
2	1.854
3	2.822
4	4.130
5	1.379
Jumlah	13.373

Dengan jumlah pelanggan sebesar 13.373, maka nilai indeks keandalan SAIFI dan SAIFI Penyulang Oebufu dapat dihitung dengan rumus :

➤ Perhitungan SAIFI sesuai rumus :

$$SAIFI = \frac{\sum N TB \times \lambda TB}{\sum N} \dots\dots$$

$$= \frac{13.373 \text{ pelanggan} \times 2}{13.373}$$

SAIFI = 2 kali/pelanggan/tahun

➤ Perhitungan SAIDI sesuai rumus :

$$SAIDI = \frac{\sum N TB \times U TB}{\sum N} \dots\dots$$

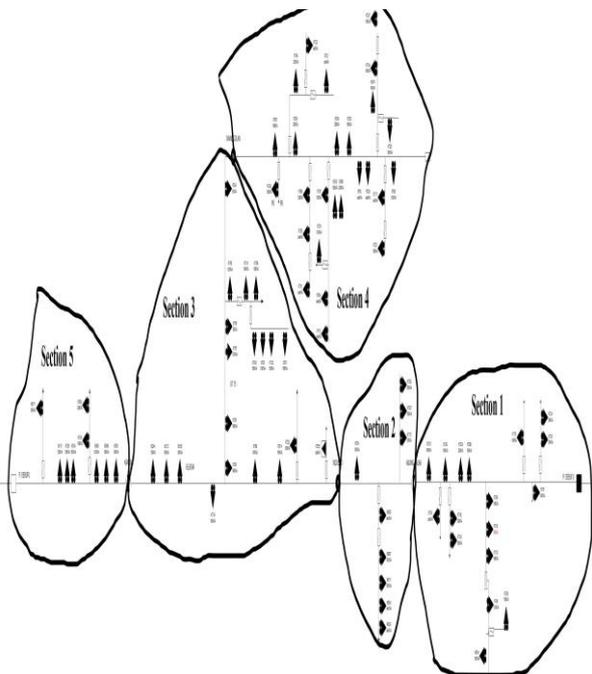
$$= \frac{13.373 \text{ pelanggan} \times 50 \text{ menit}}{13.373}$$

SAIDI = 50 menit/pelanggan/tahun

Dengan cara yang sama akan diperoleh nilai indeks SAIFI 2,795 kali/pelanggan/tahun dan SAIDI 8,151 jam/pelanggan/tahun.

B. Perhitungan Keandalan Dengan Metode Section Technique

Untuk menghitung keandalan dengan menggunakan metode *Section Technique* ini dilakukan dengan cara memecah system jaringan penyulang Oebufu menjadi beberapa *section*.



Gambar 4. Pembagian penyulang Oebufu menjadi 5 Section

Dalam mencari laju peralatan digunakan persamaan 1 dan 2 [8].

1. Laju kegagalan peralatan untuk setiap *load point* λ_{LP} , merupakan penjumlahan laju kegagalan semua peralatan yang berpengaruh terhadap *load point*, dengan menggunakan persamaan

$$\lambda_{LP} = \sum_{i=K} \lambda_i \dots\dots\dots$$

Dimana :

λ_i = laju kegagalan untuk peralatan K

K = semua peralatan yang berpengaruh terhadap titik beban

A. Durasi kegagalan peralatan untuk setiap *load point* U_{LP} , merupakan penjumlahan durasi kegagalan semua peralatan yang berpengaruh terhadap *load point*, dengan menggunakan persamaan

$$U_{LP} = \sum_{i=K} U_i = \sum_{i=K} \lambda_i \times r_i \dots\dots\dots$$

Dimana :

r_i = waktu perbaikan (repairing time dan switching time)

C. Perhitungan Keandalan Dengan Program ETAP

Dengan menggunakan program ETAP data-data yang digunakan adalah panjang saluran, perkiraan angka keluaran pada komponen sistem distribusi, jumlah pelanggan setiap titik beban pada jaringan distribusi penyulang Oebufu, dan waktu perbaikan komponen data perkiraan angka keluaran dan waktu perbaikan komponen data yang digunakan mengacu pada SPLN 59 : 1985 [8]. Setelah semua data yang diperlukan mencari indeks keandalan sistem distribusi penyulang Oebufu dengan menggunakan ETAP Powerstation telah dimasukkan, maka langkah selanjutnya adalah menjalankan program ini dengan run.

Hasil nilai keandalan jaringan distribusi penyulang Oebufu dengan menggunakan software ETAP 12.6 adalah SAIFI 1,29 kali/pelanggan/tahun dan SAIDI 23.202 jam/pelanggan/tahun dimana hasil tersebut tidak memenuhi SPLN 59 : 1985 dimana SAIFI 3,21 kali/pelanggan/tahun dan SAIDI 21.094 jam/pelanggan/tahun, karena tidak memenuhi SPLN maka dilakukan penambahan Recloser pada simulasi program ETAP dan menghasilkan SAIFI 0,998 kali/pelanggan/tahun dan SAIDI 20.09 jam/pelanggan/tahun.

D. Perbandingan Tingkat Keandalan Penyulang Oebufu

Perhitungan indeks keandalan SAIFI dan SAIDI dengan menggunakan metode RNEA, metode *Section Technique*, dan ETAP Powerstation dapat dilihat pada tabel 2 berikut :

Tabel 2. Hasil Perbandingan Perhitungan

METODE	SAIFI	SAIDI
Program ETAP	0,998	20.09
Metode RNEA	2,795	8.151
Metode Section Technique	1,102	12.1

V. KESIMPULAN

Hasil perhitungan keandalan jaringan distribusi penyulang Oebufu dengan menggunakan metode RNEA SAIFI sebesar 3,4727 kali/pelanggan/tahun dan SAIDI sebesar 5,0317 jam/pelanggan/pertahun. Perhitungan menggunakan metode Section Technique SAIFI sebesar 6,458779 kali/pelanggan/tahun dan SAIDI 25,98796 jam/pelanggan/tahun. Perhitungan menggunakan program ETAP diperoleh SAIFI 1,29 kali/pelanggan/tahun dan SAIDI 23.202 jam/pelanggan/tahun. Yang mana hasil ini belum sesuai dengan SPLN 59:1985 yaitu SAIFI 3,21 kali/pelanggan/tahun dan SAIDI 21,09 jam/pelanggan/tahun.

1. Setelah diterapkannya penambahan Automatic Circuit Recloser (ACR) pada simulasi ETAP Powerstation 12.6, dimana sebelumnya nilai SAIFI 1,29 kali/pelanggan/tahun menjadi 0,998 kali/pelanggan/yahun dan nilai SAIDI 23.202 jam/pelanggan/tahun menjadi 20.09 jam/pelanggan/tahun.
2. Berdasarkan percobaan yang dilakukan untuk menempatkan Automatic Circuit Recloser (ACR) yang terbaik didapatkan hasil terbaik yaitu dengan nilai SAIFI

sebesar 0,998 (f/cost.year) dan nilai SAIDI sebesar 20.09 (h/cost.year).

VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Pabla, A.S. 1991. Sistem Distribusi Daya Listrik. Jakarta : Erlangga
- [2] Billinton. R & Wang. P, (1998). Reliability Network Equivalent Approach to Distribution System reliability evaluation. IEEE Proc-Gener. Distrib, vol. 145, no 2.
- [3] Marsudi, D. (2006). Operasi Sistem Tenaga Listrik. Yogyakarta : Graha Ilmu.
- [4] Gonen, T. (1986). Electric Power Distribution System Engineering. Mc Graw-Hill.
- [5] Kadir, A. (2000). Distribusi dan Utilisasi Tenaga Listrik. Jakarta : Universitas Indonesia.
- [6] Billinton. R & Allan. R.N, (1996). Reliability Evaluation of Power System. Plenum press, New York.
- [7] Xie, K. Zhou, J. dan Billinton, R. (2008). Fast algorithm for the reliability evaluation of large scale electrical distribution networks using the section technique.
- [8] Mir'atussaada, A. (2015). Evaluasi Cara Kerja Auto Recloser Sebagai Pengaman Pada Jaringan Distribusi di PT. PLN (Persero) Keramasan.
- [9] SPLN 59 : 1985. Keandalan Pada Sistem Distribusi 20 kV dan 6kV. Jakarta : Departemen Pertambangan dan Energi, Perusahaan Umum Listrik Negara.
- [10] N. Partawan, I. G. Dyana Arjana, A. I. Weking (2014). Studi Perbandingan Keandalan Sistem Distribusi 20 kV Menggunakan Metode Section Technique dan RNEA Pada Penyulang Renon.