

MILIK PERPUSTAKAAN
UNISMUH MAKASSAR

SKRIPSI

ANALISIS KEGAGALAN OPERASI SISTEM DISTRIBUSI 20 KV
PADA PENYULANG LOKA



RIVAD YUNUS

105821118317

MUHAMMAD ASWIN GUNAWAN

105821116917

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR	
PUSAT PERPUSTAKAAN & PENERRITAN	
Tema	21/09/2021
Jumlah Surat	-
Jumlah exp.	1 EXP
Harga	Sumbangan Alumni
Nomor induk	-
No. klasifikasi	R/0040/ELT/21CD
	RIV
	a'

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

2020/2021

HALAMAN JUDUL

ANALISIS KEGAGALAN OPERASI SISTEM

DISTRIBUBSI 20 KV PADA PENYULANG LOKA

Skripsi

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat

Untuk Memperoleh gelar Sarjana Teknik

Program Studi Teknik Elektro

Fakultas Teknik

RIVAD YUNUS
105821118317

MUHAMMAD ASWIN GUNAWAN
105821116917



PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

2020/2021



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

HALAMAN PENGESAHAN

gas Akhir ini diajukan untuk memenuhi syarat ujian guna memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST) Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

dul Skripsi : **ANALISIS KEGAGALAN OPERASI SISTEM DISTRIBUSI 20 KV PADA PENYULANG LOKA**

ma : 1. Muhammad Aswin Gunawan

2. Rivad Yunus

ambuk : 1. 105 82 11169 17

2. 105 82 11183 17

Makassar, 24 Agustus 2021

Telah Diperiksa dan Disetujui Oleh Dosen Pembimbing;

Pembimbing I

Pembimbing II


Dr. Ir. Zahir Zainuddin, M.Sc


Adriani, S.T., M.T

Mengetahui,

Adriani, S.T., M.T. Prodi Teknik Elektro



Adriani, S.T., M.T.

NBM : 1044 202

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

PENGESAHAN

si atas nama **Muhammad Aswin Gunawan** dengan nomor induk Mahasiswa 105 82 9 17 dan **Rivad Yunus** dengan nomor induk Mahasiswa 105 82 11183 17, dinyatakan dan disahkan oleh Panitia Ujian Tugas Akhir/Skripsi sesuai dengan Surat Keputusan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar Nomor : 0009/SK-01/091004/2021, sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar pada hari, 21 Agustus 2021.

Ujian :

Supervisi Umum

Makassar,

14 Muharram 1443 H

24 Agustus 2021 M

Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar

Prof. Dr. H. Ambo Asse, M.Ag

Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

Prof. Dr. Ir. H. Muh. Arsyad Thaha, M.T

Penguji

Ketua : Dr. Ir. Hj. Hafsah Nirwana, M.T

Sekretaris : Rahmania, S.T.,M.T

Anggota : 1. Rizal Ahdiyati Duyo, S.T.,M.T

2. Dr. Eng. Ir. H. Zulfajri Basri Hasanuddin, M.Eng

3. Dr. Hj. Rossy Timur Wahyuningsih, S.T.,M.T

Mengetahui :

Pembimbing I

Pembimbing II


Dr. Ir. Zahir Zainuddin, M.Sc


Adriani, S.T., M.T


Dekan
Dr. Ir. Njani Nurrawaty, S.T., M.T., IPM
NBM : 795 108

KATA PENGANTAR

Assalamu 'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Dengan menyebut nama Allah SWT yang Maha Pengasih lagi Maha Panyayang, Penulis panjatkan puja dan puji syukur atas kehadiran-Nya, yang telah melimpahkan rahmat, hidayah, dan inayah-Nya kepada saya, sehingga penulis dapat menyelesaikan hasil penelitian dengan judul **“Analisis Kegagalan Operasi Sistem Distribusi 20 KV Pada Penyulang Loka”**

Skripsi ini disusun guna melengkapi salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar. Skripsi ini dibuat berdasarkan pada data penulis peroleh selama melakukan penelitian, baik data yang diperoleh dari studi literatur, hasil percobaan maupun hasil bimbingan dari dosen pembimbing.

Penulis dapat menyelesaikan skripsi ini, tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebanyak-banyaknya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. H. Ambo Asse, M.Ag. Selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar.
2. Ibu Dr. Ir. Hj. Nurnawati, S.T., M.T., IPM. Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
3. Ibu Adriani, S.T., M.T. Selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

4. Bapak Dr. Ir. Zahir Zainuddin M. Sc. Selaku Pembimbing I dan Ibu Adriani, S.T., M.T. Selaku Pembimbing II.
5. Para Staff dan Dosen yang membantu penulis selama melakukan studi di Program studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
6. Rekan-rekan Mahasiswa angkatan 2017 baik kelas non regular dan seluruh keluarga besar Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
7. Terakhir dan special kepada kedua orang tua yang tercinta

Akhir kata penulis sampaikan pula harapan semoga penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua.

Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.



Rivad Yunus¹, Muh. Aswin Gunawan²

¹) Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Unismuh Makassar

E_mail: rivadyunus97@gmail.com

²) Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Unismuh Makassar

E_mail : muhammadaswingunawan@gmail.com

ABSTRAK

Kegagalan Operasi Sistem distribusi sangat berpengaruh terhadap kualitas energi listrik yang diterima pelanggan, diperlukan sistem distribusi tenaga listrik dengan keandalan yang baik. Ukuran nilai indeks keandalan dasar dapat dinyatakan dengan menghitung nilai laju kegagalan rata-rata, lama perbaikan rata-rata, dan durasi pemadaman rata-rata. Sedangkan ukuran keandalan sistem dapat dinyatakan dengan menghitung nilai indeks SAIDI yaitu berapa lama pemadaman terjadi dalam rentang waktu sebulan, nilai indeks SAIFI yaitu seberapa sering sistem mengalami pemadaman, serta nilai indeks CAIDI yaitu lamanya gangguan bagi konsumen yang terkena gangguan. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui penyebab kegagalan operasi sistem distribusi, mengetahui peran metode OPI, dan mengetahui hasil perhitungan nilai indeks keandalan. Penelitian ini menggunakan metode penelitian studi kasus. Langkah yang dilakukan oleh penulis yaitu dengan mengumpulkan data sistem informasi operasi distribusi (SINOPI), menentukan faktor dominan penyebab gangguan, perumusan akar masalah menggunakan konsep RCPS dan penentuan tindakan perbaikan menggunakan metode OPI, serta rumus perhitungan indeks keandalan. Hasil dari penelitian ini ialah kegagalan operasi terjadi akibat adanya penyebab dominan gangguan eksternal yaitu pohon pada Jaringan Tegangan Menengah (JTM). Langkah perbaikan yang dilakukan dengan melakukan inspeksi dan evaluasi hasil pemangkasan pohon. Kegiatan dalam meminimalisir kegagalan operasi sistem distribusi 20KV yang dimulai dari bulan Agustus 2020 sampai Desember 2020 dibandingkan dengan Januari 2021 sampai Mei 2021 mendapatkan hasil setelah implementasi metode OPI dapat dilihat dalam persentase penurunan nilai indeks SAIDI 23%, SAIFI 20%, dan CAIDI 66%. Hal tersebut membuktikan bahwa implementasi metode OPI memberikan pengaruh dalam menurunkan kegagalan operasi sistem distribusi 20 KV dan meningkatkan mutu pelayanan pada penyulang Loka.

Kata Kunci: kegagalan operasi, RCPS, OPI, indeks keandalan

Rivad Yunus¹, Muh. Aswin Gunawan²

¹) Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Unismuh Makassar

E_mail: rivadyunus97@gmail.com

²) Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Unismuh Makassar

E_mail : muhammadaswingunawan@gmail.com

ABSTRACT

Operational Failure Distribution system greatly affects the quality of electrical energy received by customers, an electric power distribution system with good reliability is needed. The measure of the value of the basic reliability index can be expressed by calculating the value of the average failure rate, average repair time, and average outage duration. While the measure of system reliability can be expressed by calculating the SAIDI index value, which is how long the blackout occurs within a month, the SAIFI index value is how often the system experiences blackouts, and the CAIDI index value is the duration of the disturbance for consumers who are affected by the disturbance. The purpose of this study was to determine the cause of the failure of the distribution system operation, to know the role of the OPI method, and to know the results of the calculation of the reliability index value. This research uses case study research method. The steps taken by the author are collecting data on the distribution operation information system (SINOPI), determining the dominant factors causing the disturbance, formulating the root of the problem using the RCPS concept and determining corrective actions using the OPI method, as well as the formula for calculating the reliability index. The result of this research is that the operation failure occurs due to the dominant cause of external disturbance, namely trees on the Medium Voltage Network (JTM). Corrective steps are carried out by inspecting and evaluating the results of tree pruning. Activities in minimizing the failure of the operation of the 20KV distribution system starting from August 2020 to December 2020 compared to January 2021 to May 2021 get results after the implementation of the OPI method, which can be seen in the percentage decline in the SAIDI index values of 23%, SAIFI 20%, and CAIDI 66%. This proves that the implementation of the OPI method has an effect on reducing the operating failure of the 20 KV distribution system and improving the quality of service for the Loka feeder.

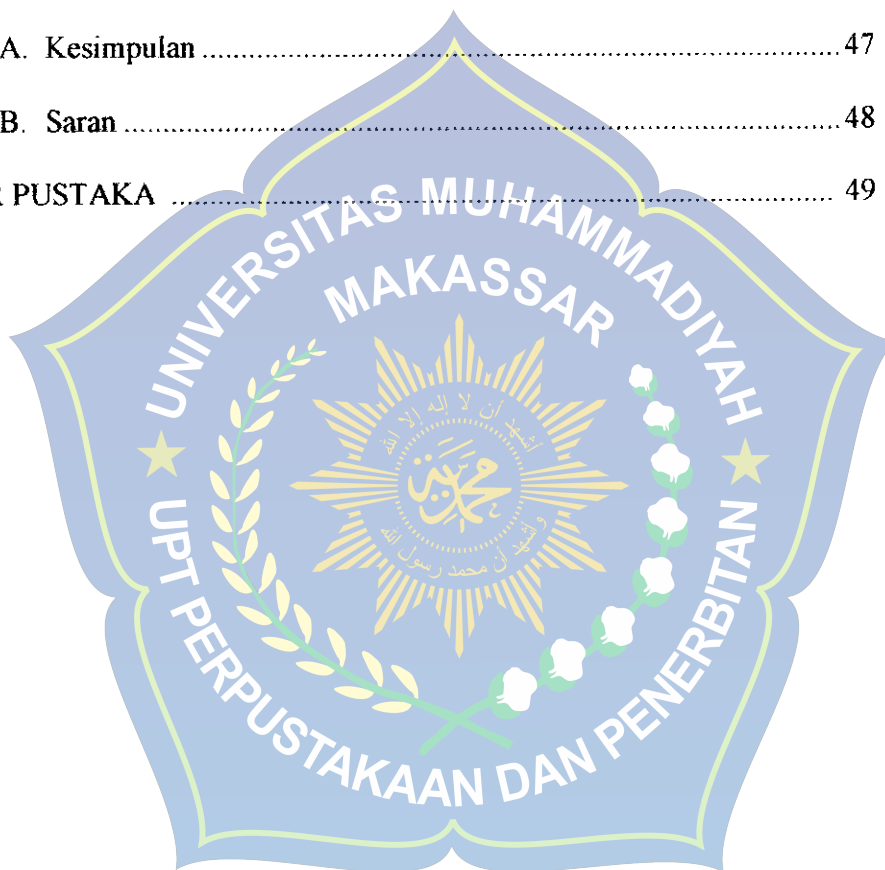
Keywords: operation failure, RCPS, OPI, reliability index

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GRAFIK	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	2
C. Tujuan Penelitian	3
D. Manfaat Penelitian	3
E. Batasan Masalah	3
F. Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
A. Distribusi Tenaga Listrik	5
1. Pusat Pembangkit Listrik (<i>Power Plant</i>)	5
2. Transmisi Tenaga Listrik	6
3. Sistem Distribusi	6
B. Kegagalan Operasi Sistem Distribusi	10

1. Pengertian Kegagalan Operasi Sistem Distribusi	10
2. Faktor Kegagalan Operasi Sistem Distribusi	11
3. Sifat Kegagalan Operasi Sistem Distribusi	13
C. Keandalan Sistem Distribusi	13
1. Indeks Keandalan Dasar	14
2. Indeks Keandalan Sistem	16
BAB III METODE PENELITIAN	18
A. Waktu dan Tempat Pelaksanaan	18
1. Waktu	18
2. Tempat Pelaksanaan	18
3. Alat dan Bahan	18
B. Langkah-Langkah Penelitian	19
C. Metode Penelitian	20
1. Studi Literatur	20
2. Metode Pengumpulan Data dan Informasi	20
3. Analisis Data	21
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	25
A. Penyebab Kegagalan Operasi Sistem Distribusi 20 KV pada Penyulang Loka	25
B. Peran Metode OPI terhadap kegagalan yang terjadi pada operasi sistem distribusi penyulang Loka	28
1. Analisa Penyebab Gangguan Menggunakan RCPS	28
2. Analisa Tindakan Perbaikan Menggunakan OPI	30

C. Hasil Perhitungan Nilai SAIDI, SAIFI, dan CAIDI pada	
Penyulang Loka	38
1. Analisa Perhitungan Indeks Keandalan Dasar	38
2. Analisa Perhitungan Indeks Keandalan Sistem	41
BAB V PENUTUP	47
A. Kesimpulan	47
B. Saran	48
DAFTAR PUSTAKA	49



DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Bagan Alur	19
Gambar 4.1 Topografi Penyulang Loka.....	25
Gambar 4.2 Jumlah Padam dan Penyebabnya	26
Gambar 4.3 <i>Root Cause Problem Solving (RCPS)</i>	29
Gambar 4.4 Matriks Prioritas.....	34



DAFTAR TABEL

Tabel. 4.1 Penyebab Kegagalan Operasi.....	27
Tabel 4.2 <i>Problem Solving</i> (PS).....	31
Tabel 4.3 Data Sistem Informasi Operasi Distribusi (SINOPI).....	38
Tabel 4.4 Indeks Keandalan Dasar.....	40
Tabel 4.5 Indeks Keandalan Sistem.....	44



DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1. Nilai Indeks SAIDI.....	45
Grafik 4.2 Nilai Indeks SAIFI.....	46
Grafik 4.3 Nilai Indeks CAIDI.....	46



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Tabel <i>Monitoring</i> Inspeksi dan Evaluasi Hasil Pemangkasan.....	51
Lampiran 2. Tabel <i>Monitoring</i> Data SINOPI 2020.....	52
Lampiran 3. Tabel <i>Monitoring</i> Data SINOPI 2021.....	56
Lampiran 4. Tabel <i>Monitoring Segment</i> Penyulang Loka	58



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Tenaga listrik menjadi salah satu kebutuhan pokok bagi masyarakat, utamanya di era digital saat ini karena tenaga listrik telah menjadi sumber penunjang dalam berbagai aktivitas manusia dalam sehari-hari (Yanto, 2020). Pasokan energi listrik harus dijaga kelangsungannya agar dapat menyediakan pelayanan secara terus menerus dan merata dengan mutu yang mampu memenuhi kebutuhan masyarakat dengan kata lain tidak mengalami hambatan. Demi menjaga kualitas dan kontinuitas pendistribusian energi listrik dapat dilakukan dengan meminimalisir kegagalan penyulang yang dapat menyebabkan *trip*. Permasalahan yang sering terjadi pada bidang distribusi adalah kegagalan penyulang. Gangguan penyulang merupakan masalah yang memberikan pengaruh yang besar terhadap kinerja perusahaan. Hal ini mengakibatkan menurunnya mutu pelayanan terhadap masyarakat (Adriani, 2021).

Selain mengupayakan pasokan listrik tetap terjaga, perusahaan penyedia listrik mempertimbangkan biaya operasional pemeliharaan jaringan di masa pandemi Covid-19 ini. Kondisi ini membuat PLN berupaya untuk memaksimalkan anggaran biaya yang tersedia. Maka dari itu penelitian ini menganalisa langkah perbaikan yang dilakukan dalam meminimalisir kegagalan operasi dengan menggunakan metode *Root Cause Problem Solving* (RCPS) untuk mengetahui akar masalah dan tindakan perbaikan yang dilakukan menggunakan metode *Operational Performance Improvement* (OPI).

Penganalisaan data menggunakan nilai perhitungan SAIFI (*System Average Interruption Frequency Indeks*) merupakan sistem yang digunakan dalam menentukan keandalan berdasarkan frekuensi gangguan, sedangkan SAIDI (*System Average Interruption Duration Indeks*) merupakan sistem yang digunakan untuk menentukan keandalan berdasarkan durasi gangguan. Dalam penentuan indeks keandalan, untuk sistem secara keseluruhan maka faktor-faktor jumlah pelanggan, frekuensi dan durasi / lama pemadaman dapat dievaluasi dan bisa didapatkan lengkap mengenai kinerja sistem (Simanjuntak, 2021). Semakin jauh letak 7 tempat atau lokasi beban dari sumber suplai tenaga listrik maka nilai indeks sistem keandalannya akan semakin rendah (Hutasoit, 2021). Sehingga peneliti tertarik untuk melakukan suatu penelitian pada salah satu penyulang dengan judul "**Analisis Kegagalan Operasi Sistem Distribusi 20 KV Pada Penyulang Loka**"

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang maka calon peneliti merumuskan rumusan usulan penelitian ini sebagai berikut :

1. Apa yang menjadi penyebab kegagalan operasi sistem distribusi 20 KV pada penyulang Loka?
2. Bagaimana peran metode OPI sebab adanya kegagalan operasi sistem distribusi 20 KV pada penyulang Loka?
3. Bagaimana hasil perhitungan nilai SAIDI, SAIFI, dan CAIDI sebelum dan sesudah implementasi pada penyulang Loka?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah maka tujuan penelitian ini ialah:

1. Untuk mengetahui penyebab kegagalan operasi sistem distribusi 20 KV pada penyulang Loka.
2. Untuk mengetahui peran metode OPI sebab adanya kegagalan operasi sistem distribusi 20 KV pada penyulang Loka.
3. Untuk mengetahui hasil perhitungan nilai SAIDI, SAIFI, dan CAIDI sebelum dan sesudah implementasi pada penyulang Loka.

D. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat berupa penambahan pengetahuan dan wawasan dalam mengetahui penyebab kegagalan serta upaya yang tepat untuk meminimalisir kegagalan yang terjadi pada jaringan distribusi 20 KV.

E. Batasan Masalah

Penelitian ini membahas perbandingan nilai indeks keandalan sistem sebelum dan sesudah implementasi metode OPI dalam meminimalisir faktor dominan penyebab kegagalan operasi.

F. Sistematika Penulisan

Agar memudahkan ulasan serta uraian hingga penulis membuat sistematika penyusunan dalam penataan skripsi ini sebagai berikut:

BAB I : PENDAHULUAN

Bab satu ialah pendahuluan yang menjelaskan tentang latar belakang, rumusan permasalahan, tujuan penyusunan, batas permasalahan, manfaat

riset yang dicoba dan sistematika penyusunan dari hasil riset.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Bab dua berisi teori-teori yang mendasari Analisis Kegagalan Operasi Sistem Distribusi 20 KV Penyulang Loka.

BAB III : METODE PENELITIAN

Bab ini menjelaskan tentang cara penelitian, waktu dan tempat penelitian, prosedur penelitian, dan Analisis perhitungan indeks keandalan.

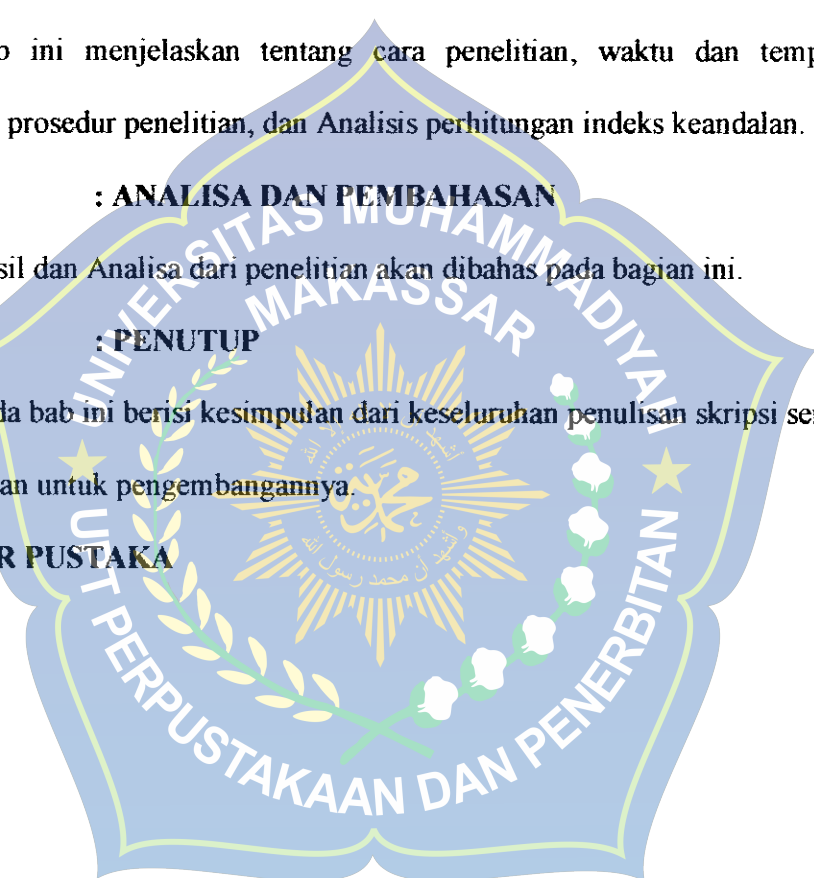
BAB IV : ANALISA DAN PEMBAHASAN

Hasil dan Analisa dari penelitian akan dibahas pada bagian ini.

BAB V : PENUTUP

Pada bab ini berisi kesimpulan dari keseluruhan penulisan skripsi serta saran-saran untuk pengembangannya.

DAFTAR PUSTAKA



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Distribusi Tenaga Listrik

Umumnya suatu sistem tenaga listrik yang lengkap memiliki empat unsur (Dasman & Handayani, 2017) yaitu pertama, adanya suatu unsur pembangkit tenaga listrik. Tegangan yang dihasilkan oleh pusat tenaga listrik itu biasanya merupakan tegangan menengah (TM). Kedua, suatu sistem transmisi, lengkap dengan gardu induk. Karena jaraknya yang biasanya jauh, sehingga diperlukan penggunaan tegangan tinggi (TT), atau tegangan ekstra tinggi (TET). Ketiga adanya saluran distribusi, yang biasanya terdiri dari saluran distribusi primer dengan tegangan menengah (TM) dan saluran distribusi sekunder dan tegangan rendah (TR).

1. Pusat Pembangkit Listrik (*Power Plant*)

Merupakan awal energi listrik pertama kali dibangkitkan, dimana terdapat turbin sebagai *prime mover* (penggerak mula) dan *generator* yang membangkitkan listrik (M. A. T. Saputra et al., 2019). Biasanya dipusat pembangkit listrik juga terdapat gardu induk. Tegangan kerja di bagian sistem pusat pembangkit / *generator* (air, diesel, thermis, dan lainnya) : 0,4 / 0,44 ; 6,6 ; 10,5 ; 11 ; 13,8 ; 15,75 ; 21 ; 33 kV. Peralatan utama pada gardu induk antara lain : transformer, yang berfungsi untuk menaikkan tegangan *generator* (11,5 kV) menjadi tegangan transmisi / tegangan tinggi (150 kV) dan juga peralatan pengaman dan pengatur.

2. Transmisi Tenaga Listrik

Transmisi tenaga listrik (Irsyam & Rizal, 2020) merupakan proses penyaluran tenaga listrik antara pusat listrik dengan gardu induk atau proses penyaluran tenaga listrik dari tempat pembangkit tenaga listrik (*Power Plant*) hingga saluran distribusi listrik (*substation distribution*) sehingga dapat disalurkan sampai pada konsumen pengguna listrik. Tegangan kerja pada bagian sistem transmisi adalah sebagai berikut:

- a. Tegangan transmisi : 220 ; 400 ; 500 ; 750 ; 765 ; 800 kV dan sebagainya. Indonesia : 150 ; 500 kV
- b. Tegangan sub – transmisi : 33 ; 66 ; 110 ; 132 kV dsb.

3. Sistem Distribusi

Merupakan sub-sistem tersendiri yang terdiri dari : Pusat Pengatur (*Distribution Control Center, DCC*), saluran tegangan menengah (6 kV dan 20 kV, yang juga biasa disebut tegangan distribusi primer) yang merupakan saluran udara atau kabel tanah. Gardu distribusi tegangan menengah yang terdiri dari panel – panel pengatur tegangan menengah dan trafo sampai dengan panel – panel distribusi tegangan rendah (380 V, dan 220 V) yang menghasilkan tegangan kerja / tegangan jala – jala untuk industri dan konsumen rumah tangga.

- a. Sistem Jaringan Distribusi

Sistem distribusi ini dapat dikelompokkan kedalam dua tingkat (Saragih et al., 2020), yaitu:

- 1) Sistem jaringan distribusi primer dan bisa disebut juga Jaringan Tegangan Menengah (JTM). Pada pendistribusian tenaga listrik ke pengguna tenaga listrik di suatu kawasan, penggunaan sistem Tegangan Menengah sebagai jaringan utama adalah upaya utama menghindarkan rugi-rugi penyaluran (*losses*) dengan kualitas persyaratan tegangan yang harus dipenuhi oleh PT PLN Persero selaku pemegang Kuasa Usaha Utama sebagaimana diatur dalam UU ketenagalistrikan No 30 tahun 2009
- 2) Sistem jaringan distribusi sekunder dan biasa disebut Jaringan Tegangan Rendah (JTR). Jaringan Distribusi Tegangan Rendah adalah bagian hilir dari suatu sistem tenaga listrik. Melalui jaringan distribusi ini disalurkan tenaga listrik kepada para konsumen atau pelanggan listrik. Jaringan tegangan rendah berfungsi untuk menyalurkan tenaga listrik dari Gardu Distribusi ke konsumen tegangan rendah. Tegangan rendah yang digunakan PT. PLN (Persero) adalah 127/220 V dan 220/380 V

b. **Komponen Jaringan Distribusi**

Yusmartato et al., (2017) Gardu induk diartikan sebagai sub-sistem dari sistem penyaluran (transmisi) tenaga listrik, atau merupakan satu kesatuan dari sistem penyaluran (transmisi). Pada bagian ini jika sistem pendistribusian tenaga listrik dilakukan secara langsung, maka bagian pertama dari sistem distribusi tenaga listrik adalah Pusat Pembangkit Tenaga Listrik dan umumnya terletak di pinggiran kota.

Untuk menyalurkan tenaga listrik ke pusat – pusat beban (konsumen) dilakukan dengan jaringan distribusi primer dan jaringan distribusi sekunder. Jika sistem pendistribusian tenaga listrik dilakukan secara tak langsung, maka bagian pertama dari sistem pendistribusian tenaga listrik adalah Gardu Induk yang berfungsi menurunkan tegangan dari jaringan transmisi dan menyalurkan tenaga listrik melalui jaringan distribusi primer.

- 1) Jaringan Distribusi Primer yaitu Jaringan distribusi primer merupakan awal penyaluran tenaga listrik dari Gardu Induk ke konsumen untuk sistem pendistribusian langsung. Sedangkan untuk sistem pendistribusian tak langsung merupakan tahap berikutnya dari jaringan transmisi dalam upaya menyalurkan tenaga listrik ke konsumen. Jaringan distribusi primer atau jaringan distribusi tegangan menengah memiliki tegangan sistem sebesar 20 kV.
- 2) Gardu Distribusi atau Trafo Distribusi merupakan salah satu komponen dari suatu sistem distribusi PLN yang berfungsi untuk menghubungkan jaringan ke konsumen atau untuk mendistribusikan tenaga listrik pada konsumen atau pelanggan, baik itu pelanggan tegangan menengah maupun pelanggan tegangan rendah. Gardu distribusi (trafo distribusi) berfungsi merubah tegangan listrik dari jaringan distribusi primer

menjadi tegangan terpakai yang digunakan untuk konsumen dan disebut sebagai jaringan distribusi sekunder.

- 3) Jaringan Distribusi Sekunder Jaringan merupakan jaringan tenaga listrik yang berfungsi untuk mendistribusikan energi listrik langsung dari gardu distribusi ke pelanggan (sambungan rumah atau SR) dengan tegangan operasi yakni tegangan rendah. Oleh karena itu besarnya tegangan untuk jaringan distribusi sekunder ini adalah 130/230 V dan 130/400 V untuk sistem lama, atau 380/220 V untuk sistem baru. Tegangan 130 V dan 220 V merupakan tegangan antar-fasa dengan netral, sedangkan tegangan 400 atau 380 V merupakan tegangan fasa dengan fasa.

c. Proteksi Jaringan Distribusi 20 KV

Tujuan daripada suatu sistem perlindungan pada sistem distribusi merupakan tindakan untuk mengurangi gangguan sepanjang bisa jadi pengaruh kendala pada penyaluran tenaga listrik dan membagikan proteksi yang optimal untuk operator, area serta perlengkapan dalam perihal terjadinya kendala yang menetap/permanen (PLN Buku 1 4: 11, 2010).

Sistem perlindungan pada jaringan distribusi 20 KV ialah:

- 1) Relai hubung tanah serta relai hubung pendek fasa- fasa buat mungkin kendala penghantar dengan bumi serta antar penghantar.
- 2) *Automatic Recloser* (Pemutus Balik Otomasis ataupun PBO),
Automatic Sectionaizer (Saklar Seksi Otomatis ataupun SSO).

PBO dipasang pada saluran utama, sedangkan SSO dipasang pada saluran percabangan, sebaliknya GI Gardu Induk (Gardu Induk) dilengkapi dengan *auto reclosing relay*.

- 3) LA (*Lightning Arrester*) selaku pelindung peningkatan tegangan perlengkapan akibat surja petir. LA dipasang pada tiang dini/ tiang akhir, kabel *Tee- Off* (TO) pada jaringan serta gardu transformator dan pada *isolator* tumpu.
- 4) Pembumian bagian konduktif terbuka serta bagian konduktif ekstra pada masing- masing 4 tiang ataupun pertimbangan lain dengan nilai pentanahan tidak melebihi 10 *Ohm*.
- 5) *shield wire* (Kawat tanah) buat kurangi gangguan akibat sambaran petir langsung. Instalasi kawat tanah bisa dipasang pada SUTM di wilayah padat petir terbuka.
- 6) FCO (*Fuse Cut Out*) penggunaannya pada gardu distribusi dan percabangan jaring.
- 7) *Arching Horn* (Sela Tanduk)

B. Kegagalan Operasi Sistem Distribusi

1. Pengertian Kegagalan Operasi Sistem Distribusi

Dalam menentukan kegagalan suatu sistem dapat dilakukan melalui pemeriksaan dengan cara perhitungan maupun analisa terhadap tingkat keberhasilan kinerja atau operasi dari sistem yang ditinjau pada periode atau waktu tertentu (Nurdiana, 2017). Kegagalan merupakan suatu ketidak-

normalan sistem tenaga listrik yang mengakibatkan mengalirnya arus yang tidak seimbang dalam sistem atau dapat juga diartikan sebagai sebuah kecacatan yang mengganggu aliran normal arus ke beban (Nurmalasari, 2019). Selanjutnya Berdasarkan ANSI/IEEE Std. 100-1992 kegagalan didefinisikan sebagai suatu kondisi fisik yang disebabkan kegagalan suatu perangkat, komponen atau suatu elemen untuk bekerja sesuai dengan fungsinya. Dalam pelaksanaannya suatu sistem tenaga listrik tidak terlepas dari berbagai macam gangguan yang dapat menyebabkan suplai energi listrik tidak berjalan dengan semestinya. gangguan yang terjadi pada sistem tenaga listrik atau penyediaan listrik ini tidak dikehendaki, tetapi merupakan kenyataan yang tidak bisa dihindarkan.

2. Faktor Kegagalan Operasi Sistem Distribusi

Faktor-faktor yang mempengaruhi indeks kegagalan dalam suatu sistem distribusi sesuai standar IEEE P1366 antara lain:

- a. Pemadaman / *Interruption of Supply*. Terhentinya pelayanan pada satu atau lebih konsumen, akibat dari salah satu atau lebih komponen mendapat gangguan.
- b. Keluar / *Outage*. Keadaan dimana suatu komponen tidak dapat berfungsi sebagaimana mestinya, diakibatkan karena beberapa peristiwa yang berhubungan dengan komponen tersebut. Suatu outage dapat tau tidak dapat menyebabkan pemadaman, hal ini masih tergantung pada konfigurasi sistem.

- c. Lama keluar / *Outage Duration*. Periode dari saat permulaan komponen mengalami *outage* sampai saat dapat dioperasikan kembali sesuai dengan fungsinya.
- d. Lama pemadaman / *interruption Duration*. Waktu dari saat permulaan terjadinya pemadaman sampai saat menyala kembali. Jumlah total konsumen terlayani / *Total Number of Costumer Served*. Jumlah total konsumen yang terlayani sesuai dengan periode laporan terakhir.
- e. Periode laporan. Periode laporan diasumsikan sebagai satu tahun Menurut Duyo (2020) penyebab kegagalan operasi sistem distribusi jaringan disebabkan oleh gangguan yaitu :

1) Gangguan dari dalam (*internal*), kegagalan yang diakibatkan oleh sistem itu sendiri. Misalnya gangguan hubung singkat, kehancuran pada perlengkapan, *switching* kegagalan isolasi, kehancuran pada pembangkit serta lain-lain.

2) Gangguan dari luar (*External*), kegagalan yang diakibatkan oleh alam ataupun diluar sistem. Misalnya terputus dan padamnya aliran listrik pada saluran/kabel sebab angin, badai, petir, pepohonan, layang-layang serta sebagainya.

3) Gangguan karena faktor manusia, gangguan yang diakibatkan oleh kecerobohan ataupun kelalaian *operator*, ketidak-telitian, tidak mengindahkan peraturan pengamanan diri, serta lain- lain.

3. Sifat Kegagalan Operasi Sistem Distribusi

Menurut Saputra et al (2020) sifat kegagalan terbagi menjadi dua yaitu:

a. Temporer

Gangguan bersifat sementara dikarenakan dapat hilang dengan sendirinya dan memiliki cara untuk memutuskan bagian yang mengalami gangguan sesaat, lalu menutup kembali secara otomatis (*Autorecloser*) maupun secara manual *operator*. Apabila gangguan tersebut terjadi berulang-ulang maka dapat dikategorikan sebagai gangguan permanen karena dapat merusak peralatan.

b. Permanen

Gangguan ini merupakan gangguan yang bersifat tetap, sehingga untuk mengoperasikan kembali sistem distribusi perlu dengan tindakan perbaikan atau dengan menghilangkan penyebab gangguan. Hal ini ditandai dengan jatuhnya (*trip*) kembali sistem distribusi setelah terjadi gangguan ataupun adanya kegiatan pemeliharaan.

C. Keandalan Sistem Distribusi

Keandalan yaitu berperan sebagai probabilitas dari suatu sistem atau peralatan listrik yang menjadi dasar mutu atau yang dapat mengoptimalkan sesuai dengan fungsinya untuk periode waktu tertentu dan kondisi operasi tertentu (Pratama, n.d.2019) Penentuan keandalan sistem distribusi diperlukan cara perhitungan untuk mendapatkan indeks keandalan dalam periode waktu tertentu. Keandalan dalam sebuah sistem distribusi adalah tingkat keberhasilan kinerja sistem atau bagian dari sistem tersebut untuk dapat memberikan hasil yang baik

pada periode waktu dan kondisi tertentu. Untuk menentukan tingkat keandalan dari sebuah sistem, harus selalu diadakan pemeriksaan ulang melalui perhitungan maupun analisa terhadap tingkat keberhasilan kinerja atau operasi dari sistem yang ditinjau pada periode yang ditentukan (Voly, H., 2020).

1. Indeks Keandalan Dasar

Terdapat tiga parameter dasar dalam keandalan yang biasa digunakan untuk mengevaluasi sistem distribusi radial yaitu Laju kegagalan (λ), waktu pemadaman rata-rata (μ) dan waktu pemadaman tahunan (U).

a) Laju Kegagalan (*Failure Rate*)

Laju kegagalan menurut Voly, H. (2020) merupakan frekuensi suatu sistem mengalami kegagalan, biasanya dilambangkan dengan λ (*lamda*) laju kegagalan dari suatu sistem biasanya tergantung dari waktu tertentu selama sistem tersebut bekerja, dirumuskan dalam persamaan 3.1:

$$\lambda = \frac{\text{Jumlah Gangguan setiap bulan}}{\text{Selang Waktu Pengamatan}}$$

Atau

$$\lambda = \frac{f}{T} \dots\dots\dots(3.1)$$

Dimana:

λ = Laju kegagalan (kali/bulan)

f = Banyaknya kegagalan selama selang waktu pengamatan (kali)

T = selang waktu pengamatan (bulan)

b) Laju Perbaikan rata-rata (μ)

Berapa lama waktu yang dibutuhkan suatu alat yang gagal atau keluar untuk beroperasi kembali dengan cara diganti atau diperbaiki dalam satuan menit dikenal sebagai laju perbaikan. Dalam perhitungannya waktu kegagalan rata-rata yang dialami oleh sebuah alat, dirumuskan dalam persamaan 3.2:

$$\mu = \frac{\text{Jumlah lama Padam}}{\text{Jumlah Gangguan}}$$

Atau

$$\mu = \frac{t}{f} \dots\dots\dots(3.2)$$

Dimana:

μ = Laju perbaikan rata-rata (Menit/Kali)

f = Banyaknya kegagalan selama selang waktu (Kali)

t = Lama pemadaman (Menit)

c) Durasi Pemadaman Rata-rata (U)

Untuk mengetahui besarnya durasi pemadaman diketahui dengan cara mengalikan angka kegagalan dan waktu perbaikan, dalam persamaan 3.3:

$$U = \lambda (\text{Laju Kegagalan}) \times \mu (\text{Laju Perbaikan})$$

Atau

$$U = \lambda \left(\frac{\text{Kali}}{\text{Bulan}} \right) \times \mu \left(\frac{\text{Menit}}{\text{Kali}} \right) \dots\dots\dots(3.3)$$

Dimana :

U = Durasi pemadaman per-hari (Menit/Bulan)

λ = Angka kegagalan per-hari (Kali/Bulan)

μ = Waktu kegagalan (Menit/Kali)

2. Indeks Keandalan Sistem

a) SAIDI (*System Average Interruption Duration Indeks*)

SAIDI merupakan nilai rata-rata dari lamanya kegagalan untuk setiap pelanggan selama periode waktu tertentu. Dalam pembagian jumlah dan lamanya kegagalan secara terus menerus untuk semua pelanggan selama periode waktu, dirumuskan dalam persamaan 3.4:

$$SAIDI = \frac{\Sigma(\text{Durasi Pemadaman} \times \text{Pelanggan Padam})}{\text{jumlah Pelanggan dalam satu periode}}$$

atau

$$SAIDI = \frac{\Sigma U \times N_i}{N_t} (\text{Menit/Pelanggan}) \dots\dots\dots(3.4)$$

Dimana:

U = Durasi pemadaman per-hari (Menit/Bulan)

N_i = Jumlah Pelanggan Padam (Pelanggan)

N_t = Jumlah Pelanggan Total dalam satu periode (Pelanggan)

b) SAIFI (*System Average Interruption Frequency Index*)

SAIFI merupakan jumlah rata-rata kegagalan yang terjadi per-pelanggan yang dilayani per-satuan waktu (umumnya tahun) dengan membagi jumlah semua kegagalan dalam satuan waktu dengan jumlah pelanggan yang dilayani oleh sistem tersebut, dirumuskan dalam persamaan 3.5:

$$SAIFI = \frac{\Sigma(\text{Laju kegagalan} \times \text{Pelanggan Padam})}{\text{jumlah Pelanggan dalam satu periode}}$$

Atau

$$SAIFI = \frac{\Sigma \lambda \times N_i}{N_t} (\text{Kali/Pelanggan}) \dots\dots\dots(3.5)$$



Dimana:

λ = Laju Kegagalan rata-rata (Kali/Bulan)

N_i = Jumlah Pelanggan Padam (Pelanggan)

N_t = Jumlah Pelanggan Total dalam satu periode (Pelanggan)

c) CAIDI (Customer Average Interruption Duration Indeks)

CAIDI merupakan indeks durasi atau lamanya gangguan rata-rata bagi konsumen yang terkena gangguan tersebut. CAIDI adalah durasi atau lamanya gangguan rata-rata, dihitung berdasarkan jumlah gangguan berkelanjutan. Ini adalah rasio dari total durasi gangguan terhadap jumlah gangguan selama periode tertentu, dirumuskan dalam persamaan 3.6:

$$CAIDI = \frac{\text{Indeks durasi pemadaman rata - rata}}{\text{Indeks frekuensi pemadaman rata - rata}}$$

Atau

$$CAIDI = \frac{SAIDI}{SAIFI} \text{ (Menit/Pelanggan)} \dots\dots\dots(3.6)$$

Dimana:

SAIDI = Indeks durasi pemadaman rata - rata

SAIFI = Indeks frekuensi pemadaman rata - rata



BAB III

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penyusunan skripsi ini adalah:

A. Waktu dan Tempat Pelaksanaan

1. Waktu

Penelitian ini dilakukan selama 1 (satu) bulan, dimulai pada bulan Mei 2021 sampai dengan Juni 2021.

2. Tempat Pelaksanaan

Tempat pelaksanaan dilakukan di PT. PLN (Persero) Unit Layanan Pelanggan Bantaeng Kantor Pelayanan Loka.

3. Alat dan Bahan

Dalam penelitian ini alat dan bahan yang digunakan terdiri dari perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*):

a. Perangkat Keras (*Hardware*)

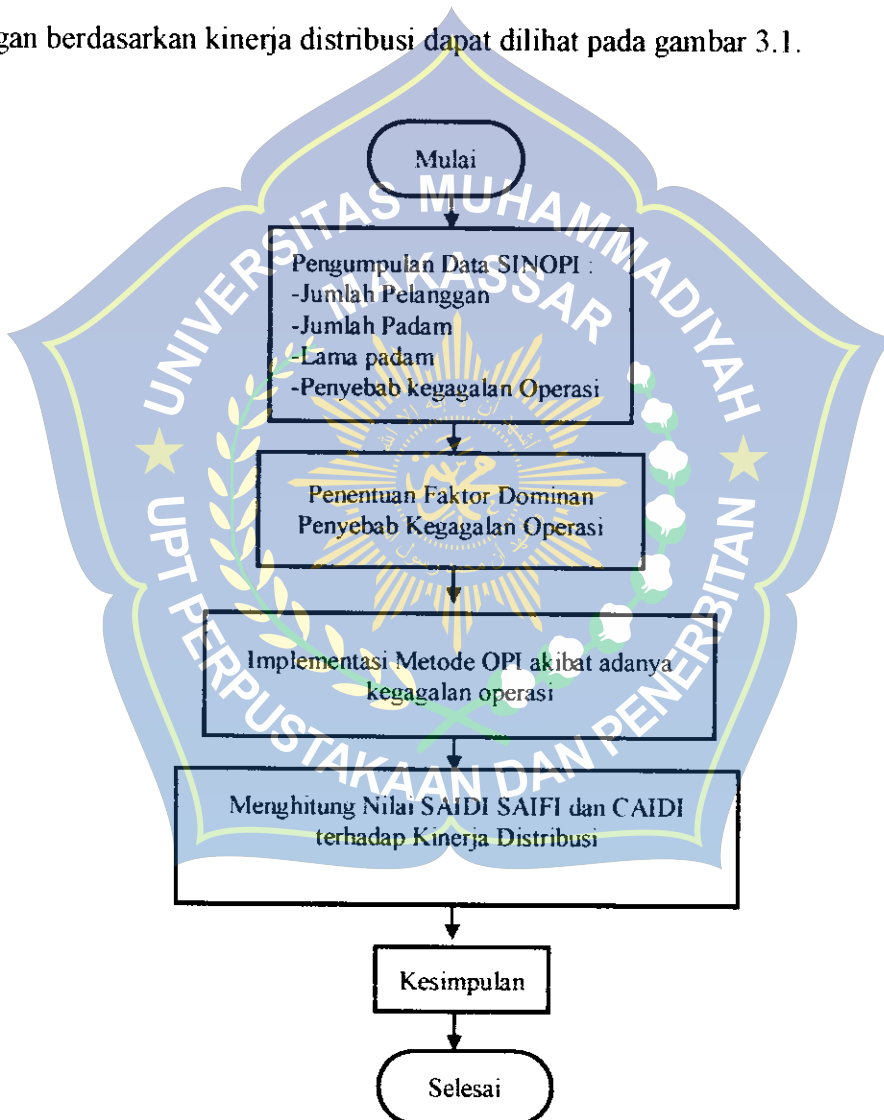
Perangkat Keras yang digunakan penelitian ini yaitu berupa laptop, *printer*, kertas peralatan tulis, kalkulator, *handphone* dan alat telekomunikasi lainnya.

b. Perangkat Lunak (*Software*)

Perangkat Lunak yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *Microsoft Office Word 2010*, *Microsoft Office Excel 2010*, *Website Monitoring SINOPI* (Sistem Informasi Operasi Distribusi), *Spreadsheet* Inspeksi Rampal, serta *Web Browser Google*.

B. Langkah-Langkah Penelitian

Adapun langkah penelitian ini mengumpulkan data kegagalan dari *Website Monitoring SINOPI* dengan menentukan faktor dominan penyebab kegagalan operasi sistem distribusi 20 KV pada penyulang Loka serta menghitung nilai indeks keandalan berdasarkan nilai SAIDI, SAIFI, dan CAIDI dengan hasil perhitungan berdasarkan kinerja distribusi dapat dilihat pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 Bagan Alur

C. Metodologi Penelitian

1. Studi Literatur

Studi Literatur memiliki peranan yang sangat penting dalam langkah menyelesaikan kegagalan operasi mulai dari pengumpulan data, mengelompokkan data tersebut sehingga dapat diketahui penyelesaian masalah dengan melakukan tindakan yang tepat dan dapat menghitung indeks keandalan berdasarkan nilai SAIDI, SAIFI, dan CAIDI serta dapat melihat progres penurunannya akibat adanya kegagalan operasi dengan perhitungan kinerja distribusi pada penyulang Loka di PT. PLN (Persero) Unit Layanan Pelanggan Bantaeng.

2. Metode Pengumpulan Data dan Informasi

Data adalah bahan mentah yang dikumpulkan dari tempat penelitian. Adapun data yang diperlukan dalam penelitian yaitu :

a. Data Primer

Data Primer (sumber utama) ialah data yang didapatkan dari hasil rekapan data kegagalan operasi dari *Website Monitoring SINOPI* dan perhitungan jumlah pelanggan dari *Website Executive Information System (EIS) Terpusat*.

b. Data Sekunder

Data Sekunder didapatkan melalui pengambilan bukti dan informasi mengenai terjadinya kegagalan operasi dan rekomendasi tindakan-tindakan yang dapat dilakukan *Whatsapp Group* dan *Basic Executive Aset Managment (EAM)* melalui *Web Browser Google* untuk

penentuan jumlah *segment* yang ada pada penyulang Loka serta *Spreadsheet* Inspeksi untuk melakukan evaluasi hasil perampalan. Untuk mendapatkan data dan informasi yang diperlukan dalam penelitian ini maka menggunakan beberapa metode diantaranya :

a. Metode Wawancara

Metode wawancara meliputi data-data yang diambil seputar pelaksanaan dan rekomendasi kegiatan yang pernah dilaksanakan.

b. Metode Observasi

Observasi ataupun pengamatan meliputi data kegagalan operasi dari SINOPI dan informasi-informasi kegagalan yang diterima pada tempat penelitian.

c. Metode Dokumentasi

Dalam riset ini mengumpulkan informasi berbentuk tabel rekapan hasil inspeksi dan evaluasi hasil pemangkasan pohon.

3. Analisis Data

1. Analisis Penyebab Gangguan Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM) menggunakan RCPS (*Root Cause Problem Solving*).

Data yang telah dikumpulkan selanjutnya mengelompokkan data yang mendasari penyebab kegagalan operasi dengan penggunaan konsep RCA dan *Problem Solving*, yang kemudian digabung menjadi RCPS. RCPS (*Root Cause Problem Solving*) adalah metode pencarian akar penyebab permasalahan dengan merumuskan seluruh aspek yang ada baik penyebab,

kondisi, ataupun alasan yang ada hingga mengerucut menjadi satu akar penyebab permasalahan. RCA terdapat 4 proses atau langkah konsep yang meliputi:

- a. Pengumpulan data, dengan lengkap mengenai informasi dan pemahaman tentang suatu kejadian tersebut, faktor penyebab dan akar penyebab yang terkait dengan kejadian tersebut dapat diidentifikasi pada gangguan sistem distribusi 20 KV.
- b. Pembuatan diagram faktor penyebab. Faktor penyebab adalah semua hal yang berkontribusi pada kejadian, yang jika dihilangkan, akan mampu mencegah terjadinya atau mengurangi keparahan. Dalam banyak analisis tradisional, semua perhatian akan dicurahkan pada faktor penyebab yang paling terlihat dan sesuai dengan aktivitas penyaluran sistem distribusi 20 KV.
- c. Identifikasi sumber/akar penyebab. Langkah ini melibatkan penggunaan diagram keputusan untuk mengidentifikasi alasan yang mendasari atau alasan dari setiap faktor penyebab. Struktur diagram menunjukkan proses penalaran dari para peneliti dengan membantu mereka menjawab pertanyaan tentang mengapa faktor penyebab tertentu ada atau terjadi.
- d. Pencarian Rekomendasi dan implementasi, Langkah ini adalah pencarian rekomendasi. Setelah identifikasi akar penyebab untuk faktor penyebab tertentu.

2. Analisis penentuan tindakan perbaikan menggunakan metode *Operational Performance Improvement (OPI)*

Menurut PT. PLN (Persero) Distribusi Jawa Timur (2012), metode OPI atau *Operational Performance Improvement* adalah metode perbaikan kinerja suatu unit atau bidang kerja secara holistik dan melibatkan fungsi di bidang teknik, manajemen, sistem organisasi dan kesiapan sumber daya manusia (SDM). Metode OPI diimplementasikan melalui tiga tahapan, yaitu:

a. *Diagnose* (Perumusan Masalah dan Solusi)

Disini proses *Diagnose* atau proses pengidentifikasian masalah. Untuk proses ini dilakukan menggunakan metode perumusan masalah berupa RCPS (*Root Cause Problem Solving*).

b. *Design* (Pemilihan dan Perencanaan Pelaksanaan *Problem Solving*)

Tahap selanjutnya adalah tahap *Design* atau pelaksanaan *Problem Solving* yang sudah ada dari perumusan masalah menggunakan RCPS. Proses ini merupakan proses persiapan untuk pengimplementasian *Problem Solving* yang sudah ditentukan.

c. *Deliver* (Pelaksanaan *Problem Solving* dan Perbandingan Hasil)

Tahap selanjutnya adalah *Deliver*, yaitu tahap penerapan / pelaksanaan *Problem Solving* yang sudah dibuat sesuai dengan perencanaan tahap pelaksanaannya. Setelah itu hasil dari pelaksanaannya pun dibandingkan dengan hasil sebelum proses *Problem Solving* dilakukan.

3. Analisis Perhitungan SAIDI, SAIFI, CAIDI

Data yang didapatkan dari Sistem Informasi Operasi Distribusi (SINOPI) dianalisis dengan tahap sebagai berikut :

- a. Membuat tabel berdasarkan jumlah pelanggan, jumlah padam, lama padam dan jumlah pelanggan padam setiap bulan mulai dari bulan januari 2020 sampai dengan Mei 2021 menggunakan *Microsoft Office Excel 2010*.
- b. Menghitung Laju kegagalan rata-rata (λ), lama perbaikan rata-rata (μ), durasi pemadaman rata-rata (U) setiap bulan mulai dari bulan Agustus 2021 sampai dengan Mei 2021.
- c. Menghitung nilai SAIDI (*System Avarage Interruption Duration Indeks*), SAIFI (*System Avarage Interruption Frequency Indeks*), CAIDI (*Consumer Avarage Interruption Duration Indeks*) setiap bulan mulai dari bulan Agustus 2020 sampai Desember 2020 Dan Januari 2021 sampai Mei 2021.
- d. Menarik kesimpulan berdasarkan nilai indeks SAIDI SAIFI dan CAIDI agar dapat diketahui hasil dari implementasi metode OPI.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Penyebab Kegagalan Operasi Sistem Distribusi 20 KV pada Penyulang Loka

Penyulang Loka ialah salah satu penyulang yang memiliki panjang jaringan Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM) yaitu 56,8 KMS sesuai dengan data *Executive Aset Managament (EAM)* Unit Layanan Pelanggan Bantaeng yang dapat dilihat pada gambar 4.1. Penyulang ini terbagi atas 2 (dua) Zona Proteksi yang dapat membaca serta bekerja jika terjadi gangguan. Zona 1 (satu) dapat terbaca pada PMT-GI Penyulang Loka dan Zona (dua) dapat terbaca pada *Recloser* Talakayya.



Gambar 4.1 Topografi Penyulang Loka

Adapun *segment* yang terbagi pada penyulang ini terbagi antara 2 (dua) Zona proteksi yaitu PMT Gardu Induk dan *Recloser*. Penyulang ini melayani 5.229 pelanggan dari data yang diperoleh di *Executive Information System (EIS)*

Terpusat per-Mei 2021, dengan memiliki jumlah pelanggan pada zona 1 yaitu selisih dari jumlah pelanggan 3.971 yang ada di zona 2. Hasil analisis dari kegagalan operasi sistem distribusi yang terjadi pada penyulang Loka menunjukkan adanya penyebab gangguan yang terjadi sepanjang tahun 2020.

DATA KOEFISIEN JUMLAH PADAM 2020



Gambar 4.2 Jumlah Padam dan Penyebabnya

Dari gambar 4.2 terdapat jumlah padam dari setiap penyebab kegagalan operasi. Adapun yang menjadi penyebab kegagalan operasi yaitu Alam sebanyak 3 kali, Komponen JTM sebanyak 9 kali, Pihak Ke-III sebanyak 6 kali, Pohon sebanyak 14 kali, gangguan yang tidak jelas sebanyak 31 kali serta gangguan lain-lain sebanyak 1 kali. Penyebab yang paling mencolok pada gambar 4.2 ialah penyebab akibat gangguan tidak jelas yaitu sebanyak 31 kali sedangkan gangguan lain-lain berada pada urutan terendah sebanyak 1 kali. Adapun gangguan akibat Pohon yang berada pada urutan kedua tertinggi sebanyak 14 kali yang dapat dijadikan sebagai faktor dominan untuk tindakan perbaikan dari gangguan tersebut.

Tabel 4.1 Penyebab Kegagalan Operasi

NO.	BULAN	PENYEBAB KEGAGALAN OPERASI						TOT
		ALAM	KOM JTM	PH KE-III	PO HON	TDK JLS	Lain - lain	
1	JAN 20		1		7	12		20
2	FEB 20					4		4
3	MAR 20				3	2		5
4	APR 20					1		1
5	MEI 20		1					1
6	JUN 20				4	3		7
7	JUL 20					1		1
8	AGT 20			1				1
9	SEP 20			1		2		3
10	OKT 20		3	1				4
11	NOV 20	2		3		2	1	8
12	DES 20	1	4			4		9

Pada tabel 4.1 menunjukkan adanya gangguan yang terjadi setiap bulannya di tahun 2020 adapun gangguan yang disebabkan oleh Alam hanya terjadi pada bulan November dan Desember, selanjutnya gangguan yang disebabkan oleh Komponen JTM hanya terjadi pada bulan Januari, Mei, Oktober dan Desember. Gangguan akibat pihak ke-III/binatang hanya terjadi pada bulan Agustus sampai dengan bulan November, serta gangguan yang disebabkan oleh pohon hanya terjadi pada bulan Januari, Maret, dan Juni. Adapun gangguan yang tidak diketahui penyebabnya hampir terjadi setiap bulannya kecuali pada bulan Mei, Agustus, dan Oktober. Sedangkan gangguan lain-lain sebanyak 1 kali di bulan November akibat adanya aktivitas manuver penyulang sehingga menyebabkan trip pada penyulang.

B. Peran metode OPI terhadap kegagalan yang terjadi pada operasi sistem distribusi penyalang Loka

Dengan adanya penyebab gangguan yang terjadi dianggap sebagai langkah yang akan dianalisis pada penelitian ini, adapun metode yang telah diterapkan dalam meminimalisir kegagalan operasi pada sistem distribusi, yaitu dengan cara berikut ini :

1. Analisa penyebab gangguan menggunakan RCPS (*Root Cause Problem Solving*)

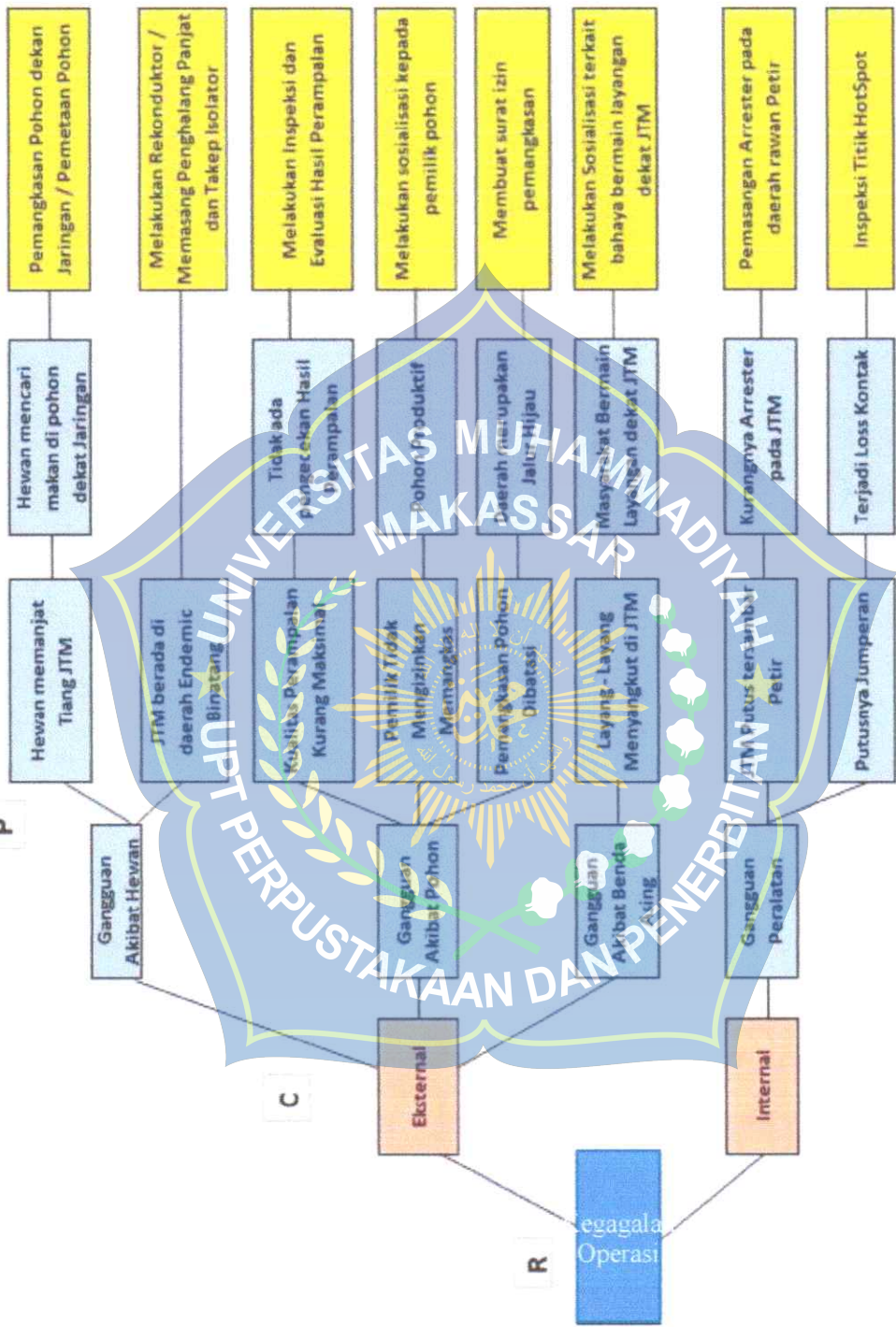
RCPS (*Root Cause Problem Solving*) adalah metode pencarian akar penyebab permasalahan dengan merumuskan seluruh aspek yang ada baik penyebab, kondisi, ataupun alasan yang ada hingga mengerucut menjadi satu akar penyebab permasalahan. Ketika sudah didapatkan akar permasalahannya hingga sudah tidak bisa dirumuskan penyebabnya, maka langkah selanjutnya adalah pembuatan langkah upaya untuk menangani masalah yang ada. RCPS cocok digunakan untuk mengatasi suatu permasalahan yang bersifat sederhana dan sedang. Metode RCPS lebih mencari penyebab masalah berdasarkan data-data atau fakta, bukan berdasarkan asumsi/perkiraan. Berdasarkan rekap data yang sudah didapat dari SINOPI, maka pencarian penyebab masalah harus dilakukan. Perumusan RCPS dapat dilihat pada gambar 4.3

S

P

C

R



Gambar 4.3 Root Cause Problem Solving(RCPS)

Adapun penyebab gangguan yang ditemukan pada gangguan internal dan eksternal yaitu.

a) Gangguan Internal

Gangguan yang diakibatkan oleh gangguan peralatan itu sendiri yaitu putusnya *konduktor* dan sambungan pada *konduktor*.

b) Gangguan Eksternal

Gangguan yang disebabkan oleh pohon, hewan dan benda asing.

Dari perumusan RCPS pada gambar 4.3 didapatkan 8 akar penyebab masalah. Setelah didapatkan titik masalahnya, maka dibuat Matriks Prioritas dari tiap-tiap perumusan *Root Cause* tersebut. Dari 8 *Problem Solving* akan di pilih 1 *Problem Solving* yang paling memiliki dampak besar dan mudah untuk dilakukan dan diterapkan.

2. Analisa tindakan perbaikan menggunakan *Operational Performance Improvement (OPI)*

OPI atau *Operational Performance Improvement* adalah metode perbaikan kinerja suatu unit atau bidang kerja secara holistik dan melibatkan fungsi di bidang teknik, manajemen, sistem organisasi dan kesiapan sumber dayanya (SDM). Adapun tahap pemilihan *problem solving* (PS) yang sudah dibuat menggunakan RCPS untuk dipilih berdasarkan tingkat kemudahan dalam penerapannya dan besarnya dampak yang diberikan jika dilaksanakan berdasarkan hasil wawancara. Matriks Prioritas yang berisi *Problem Solving* dapat dilihat pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 *Problem Solving* (PS)

NO	Uraian	Implementasi	Dampak
1	Pemangkasan Pohon dekat Jaringan / Pemetaan Pohon	Sedang	Sedang
2	Melakukan <i>Rekonduktor</i> / Pemasangan penghalang panjat dan Takep <i>Isolator</i>	Sulit	Tinggi
3	Melakukan Inspeksi dan Evaluasi Hasil Perampalan	Mudah	Tinggi
4	Melakukan Sosialisasi kepada pemilik pohon	Sedang	Tinggi
5	Membuat surat izin pemangkasan di jalur hijau ke pemda setempat.	Mudah	Sedang
6	Melakukan Sosialisasi terkait bahayanya bermain layangan dekat Jaringan	Mudah	Rendah
7	Pemasangan <i>Lightning Arrester</i> pada daerah rawan Petir	Sulit	Rendah
8	Inspeksi Titik <i>HotSpot</i>	Mudah	Sedang

Analisa menggunakan Metode OPI yaitu :

a) *Diagnose* (Perumusan Masalah dan Solusi)

Disini proses *Diagnose* atau proses pengidentifikasian masalah. Untuk proses ini dilakukan menggunakan metode perumusan masalah berupa RCPS (*Root Cause Problem Solving*) yang sudah di tampilkan pada halaman 27. Proses *Diagnose* yang dilakukan memunculkan delapan *Problem Solving* dari *Root Cause* yang telah dibuat. Dari semua *Problem Solving* tersebut akan ditentukan mana yang paling memiliki dampak besar dan mudah untuk dilakukan. Untuk selanjutnya dari *Problem Solving* yang ada dimasukan kedalam Matriks Prioritas pada halaman 34, untuk dilihat kemungkinan dari seluruh *Problem Solving* yang ada, mana yang cocok untuk diterapkan.

b) *Design* (Pemilihan dan Perencanaan Pelaksanaan Problem Solving)

Tahap selanjutnya adalah tahap *Design* atau pelaksanaan *Problem Solving* yang sudah ada dari perumusan masalah menggunakan RCPS. Proses ini merupakan proses persiapan untuk pengimplementasian *Problem Solving* yang sudah ditentukan. Dari hasil *survey* yang sudah dilakukan, hal yang paling berpengaruh terhadap banyaknya gangguan akibat Pohon adalah karena hasil pemangkasan tidak sesuai dengan jarak aman dengan JTM yaitu 2,5 m (Lampiran 1 Hal. 51). Sehingga dapat disimpulkan bahwa dari ketiga *Problem Solving* yang sudah ditentukan dan berdasarkan kemudahan serta besarnya efek yang diberikan jika dilaksanakan dapat dilihat pada Gambar 4.4.

Problem Solving ini merupakan kegiatan Inspeksi dan Evaluasi Hasil Pekerjaan Perampalan, yang mana setelah Pekerjaan Perampalan selesai dilaksanakan maka pengawas yang bertugas untuk mengecek hasil perampalan akan melakukan Inspeksi terkait kualitas perampalan di *Section* pekerjaan Perampalan yang sudah selesai dilaksanakan. Inspeksi ini dilakukan dengan cara mengambil bukti eviden foto dari pohon yang masih belum sesuai dengan standar perampalan beserta titik koordinat lokasi pohon tersebut. Sehingga data dari setiap pohon yang terkumpul akan direkap kedalam *spreadsheet* (Hal. 51) untuk dianalisa jika dari banyaknya titik pohon di *section* tersebut harus diadakan perampalan ulang atau tidak. Jika diperlukan, maka untuk jadwal perampalan pada SPK di hari berikutnya tim rampal akan

diarahkan kembali ke *section* tersebut untuk memangkas beberapa pohon yang masih tidak sesuai jarak amannya dengan standar, setelah sudah dipastikan bersih maka barulah tim rampal akan diarahkan untuk merampal di daerah lain.

c) *Deliver* (Pelaksanaan Problem Solving dan Perbandingan Hasil)

Tahap selanjutnya adalah *Deliver*, yaitu tahap penerapan / pelaksanaan *Problem Solving* yang sudah dibuat sesuai dengan perencanaan tahap pelaksanaannya. Setelah itu hasil dari pelaksanaannya pun dibandingkan dengan hasil sebelum proses *Problem Solving* dilakukan dapat dilihat pada nilai indeks keandalan sistem. Disini untuk kegiatan Inspeksi dan Evaluasi Hasil Perampalan dilakukan selama 5 (lima) bulan, dari bulan Januari 2021 sampai dengan Mei 2021.

Proses Inspeksi dan Evaluasi Hasil Perampalan juga dimonitor dengan merekap data kesimpulan dari hasil Inspeksi ke dalam *SpreadSheet* yang berisi nama pengawas yang melakukan inspeksi dan keterangan hasil dari Inspeksi tersebut. Disana akan dilakukan pengurangan terhadap Panjang Section per KMS yang diberikan pada SPK dengan Realisasi yang dilakukan, yang mana akan dikurangi sesuai dengan banyaknya titik pohon per-gawang yang masih belum sesuai dengan standar perampalan. Hal ini dilakukan agar kegiatan Inspeksi Hasil Perampalan dapat termonitor dengan efektif.

Tinggi	2	4	3
Sedang		1	5 8
Rendah	7		6

Sulit Sedang Mudah

Gambar 4.4 Matriks Prioritas

Dari hasil penilaian menggunakan Matriks Prioritas pada gambar 4.4 maka untuk *Problem Solving* yang cocok untuk diterapkan oleh penulis adalah *Problem Solving* no.3, yaitu Melakukan Inspeksi dan Evaluasi Hasil Pemangkas. Sedangkan, untuk mengatasi kegagalan penyulang karena tidak ditemukan ganggunannya adalah dengan melakukan inspeksi rutin dan tuntas setelah terjadi gangguan. Maka dari itu dibuatlah jadwal inspeksi dan evaluasi hasil pemangkas pohon serta membuat *monitoring* harian dalam bentuk *spreadsheet* yang dianggap sangat efektif untuk diterapkan. Dapat dilihat pada lampiran 1.

Proses Inspeksi dan Evaluasi Hasil Perampalan dimonitor dengan merekap data dari hasil Inspeksi ke dalam *SpreadSheet* yang berisi nama

pengawas yang melakukan inspeksi dan keterangan hasil dari Inspeksi tersebut. Dalam *monitoring* tersebut petugas inspeksi akan menyesuaikan panjang jaringan dengan pohon dipangkas dengan realisasi yang sesuai *Right Of Way (ROW)* / jarak pohon dari jaringan distribusi 20 kV adalah 2,5 meter. Apabila terdapat satu titik pohon sepanjang jaring akan mengurangi realisasi sekitar 0,05 kms kepada pihak ketiga yaitu tim pemangkasan dan ditugaskan untuk kembali pada *segment* yang sesuai dengan Perintah Kerja (PK) sebelumnya. Hal ini dilakukan agar lebih menekankan kualitas pemangkasan sehingga potensi kegagalan akibat dominasi pohon akibat kegagalan operasi distribusi 20 KV pada penyulang Loka dapat diminimalisir. Adapun tambahan kegiatan inspeksi yang dapat dilakukan yaitu :

2) Melaksanakan Inspeksi Jaringan Rutin

Inspeksi Jaringan merupakan kegiatan pengecekan / pemeriksaan kondisi Jaringan Distribusi secara rutin dan dilakukan secara langsung oleh Divisi Teknik di ULP, hal ini dilakukan dengan melakukan inspeksi kondisi peralatan dan juga lingkungan sekitar jaringan secara menyeluruh dalam suatu *Segment* Jaringan yang diperiksa. Tujuan dari kegiatan inspeksi jaringan rutin ini adalah untuk mengetahui kondisi peralatan masih dalam kondisi yang aman dan kondisi lingkungan sekitar masih aman dan tidak ada potensi yang dapat menyebabkan kegagalan Jaringan, serta sebagai bahan perencanaan untuk kegiatan Pemeliharaan Jaringan. Untuk kegiatan

Inspeksi Jaringan Rutin yang dapat dilakukan terdiri dari beberapa jenis Inspeksi, antara lain :

a) Inspeksi ROW

Inspeksi ini merupakan pengecekan kondisi lingkungan sekitar Jaringan Distribusi yang memiliki potensi menjadi kegagalan Jaringan seperti Hewan, Pohon, ataupun Benda Asing lainnya. Untuk Inspeksi ROW ini juga merupakan inspeksi yang dilakukan sebagai pengambilan bahan perencanaan untuk kegiatan Pemangkasan Jaringan.

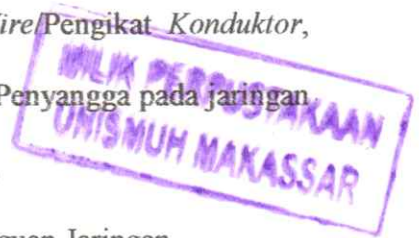
b) Inspeksi *HotSpot*

Inspeksi *HotSpot* merupakan inspeksi jaringan yang dilakukan menggunakan alat pengukur suhu jaringan (*Thermovision*) yang bertujuan untuk mengecek kondisi suhu setiap peralatan dan titik sambungan pada jaringan untuk mengetahui apakah adanya titik *HotSpot* yang terdeteksi, apabila ada yang terdeteksi hingga di atas 60°C , maka disitu kemungkinan terjadi *Lost* Kontak ataupun Peralatan Rusak. Hal ini bertujuan untuk menurunkan *Losses* Teknis pada Jaringan Distribusi serta mengurangi potensi kegagalan akibat peralatan. Sehingga ketika titik *HotSpot* terdeteksi bisa segera dijadikan bahan temuan inspeksi dan dibuatkan perencanaan untuk pemeliharaannya.

c) Inspeksi Aset

Inspeksi Aset merupakan inspeksi jaringan yang dilakukan untuk mendata serta mengecek kondisi dari Aset di bidang Teknik. Untuk aset

yang diinspeksi yaitu *Konduktor, Binding Wire/Pengikat Konduktor, Isolator, Aksesoris Tiang*, serta kondisi *Tiang Penyangga* pada jaringan distribusi 20 KV pada setiap *segment* yang ada.



3) Melaksanakan *Monitoring Pekerjaan dan Gangguan Jaringan*

Kegiatan *Monitoring Pekerjaan dan Monitoring gangguan Jaringan* merupakan kegiatan mendata dan memantau setiap hasil pekerjaan dan juga daftar kegagalan yang terjadi menggunakan *Spreadsheet* yang bertujuan sebagai bahan evaluasi atas segala pekerjaan yang sudah dilakukan dan untuk merencanakan kegiatan selanjutnya. *Monitoring* yang dilakukan antara lain adalah

- a) *Monitoring Kegiatan Pemangkasan Rutin*, kegiatan ini bertujuan untuk mendata *section* jaringan distribusi yang sudah dilakukan Pemangkasan dan juga beserta panjang Jaringan yang dipangkas.
- b) *Monitoring Kondisi Sistem*, merupakan kegiatan memantau kondisi sistem baik normal / kegagalan / penormalan / *manuver* yang dilakukan dengan merekap data dari *LogSheet Sistem Informasi Operasi Distribusi (SINOPI)*. Tujuannya untuk medata kondisi sistem secara *update*, seperti jumlah Kegagalan Jaringan Distribusi baik itu di sisi PMT ataupun *Recloser, manuver* jaringan, dan lain-lain.
- c) *Monitoring hasil inspeksi Thermovision*, merupakan kegiatan merekap data Hasil *Thermovision* yang sudah ada dapat dijadikan sebagai bahan perencanaan dan dokumentasi kegiatan Inspeksi.

C. Hasil Perhitungan Nilai SAIDI, SAIFI, dan CAIDI pada Penyulang Loka

Data yang digunakan untuk mencari indeks keandalan didapatkan dari data laporan kegagalan operasi pada penyulang Loka dimulai dari bulan Agustus 2020 sampai dengan Mei 2021. Jumlah pelanggan, kali padam, lama padam serta total pelanggan yang padam setiap bulan dapat dilihat pada tabel 4.3.

Tabel.4.3 Data Sistem Informasi Operasi Distribusi (SINOPI)

BULAN	JUMLAH PELANGGAN	KALI PADAM	LAMA PADAM	TOTAL PELANGGAN PADAM
AGT	3755	1	40,55	154
SEP	3778	3	14,10	465
OKT	3794	4	409,06	623
NOV	3824	8	32,04	1221
DES	3835	9	83,86	1147
JAN	3863	9	102,46	1156
FEB	3867	4	15,32	499
MAR	3910	4	2,57	505
APR	3946	6	228,18	843
MEI	3971	2	0,06	256

1. Analisa Perhitungan Indeks Keandalan Dasar

Analisa ini dipengaruhi banyaknya jumlah kegagalan yang terjadi pada sistem distribusi yang mengakibatkan padam selama periode waktu tertentu. Berdasarkan perhitungan laju kegagalan yang dilakukan diperoleh beberapa nilai indeks dimana masing-masing indeks berbeda nilainya dari bulan ke bulan berikutnya dengan menggunakan persamaan 3.1, 3.2, 3.3 dan data pada tabel 4.3

a) Contoh perhitungan bulan Agustus 2020 pada Penyulang Loka

Jumlah lama padam = 40.55 (Menit)

Jumlah gangguan = 1 (kali)

1) λ = Laju kegagalan (Kali/Bulan)

$$\lambda = \frac{\text{Jumlah Gangguan}}{\text{Selang Waktu Pengamatan}}$$

$$\lambda = \frac{1}{1}$$

$$\lambda = 1 \text{ (Kali/Bulan)}$$

2) μ = Laju Perbaikan rata-rata (Menit/Kali)

$$\mu = \frac{\text{Jumlah lama Padam}}{\text{Jumlah Gangguan}}$$

$$\mu = \frac{40,55}{1}$$

$$\mu = 40,55 \text{ (Menit/Kali)}$$

3) U = Durasi pemadaman harian rata-rata (Menit/Kali)

$$U = \lambda \left(\frac{\text{Kali}}{\text{Bulan}} \right) \times \mu \left(\frac{\text{Menit}}{\text{Kali}} \right)$$

$$U = 1 \times 40,55$$

$$U = 40,55 \text{ (Menit/Bulan)}$$

b) Contoh perhitungan bulan Mei 2021 pada Penyulang Loka

Jumlah lama padam = 0,06 (Menit)

Jumlah gangguan = 2 (kali)

1) λ = Laju kegagalan (Kali/Bulan)

$$\lambda = \frac{\text{Jumlah Gangguan}}{\text{Selang Waktu Pengamatan}}$$

$$\lambda = \frac{2}{1}$$

$$\lambda = 2 \text{ (Kali/Bulan)}$$

2) μ = Laju Perbaikan rata-rata (Menit/Kali)

$$\mu = \frac{\text{Jumlah lam Padam}}{\text{Jumlah Gangguan}}$$

$$\mu = \frac{0,06}{2}$$

$$\mu = 0,03 \text{ (Menit/Kali)}$$

3) U = Durasi pemadaman harian rata-rata (Menit/Kali)

$$U = \lambda \left(\frac{\text{Kali}}{\text{Bulan}} \right) \times \mu \left(\frac{\text{Menit}}{\text{Kali}} \right)$$

$$U = 2 \times 0,03$$

$$U = 0,06 \text{ (Menit/Bulan)}$$

Hasil perhitungan indeks keandalan dasar setiap bulannya dapat dilihat dalam rangkuman pada tabel 4.4 :

Tabel 4.4 Indeks Keandalan Dasar

BULAN	KALI PADAM	LAMA PADAM	TOTAL PLG PADAM	λ (Kali/Bulan)	μ (Menit/Kali)	$U = \lambda \times \mu$ (Menit/Bulan)
AGT	1	40,55	154	1	40,55	40,55
SEP	3	14,10	480	3	4,7	14,10
OKT	4	409,08	623	4	102,27	409,08
NOV	8	32,08	1262	8	4,01	32,08
DES	9	83,88	1147	9	9,32	83,88
JAN	9	102,42	1156	9	11,38	102,42
FEB	4	15,32	533	4	3,83	15,32
MAR	4	2,56	505	4	0,64	2,56
APR	6	228,18	871	6	38,03	228,18
MEI	2	0,060	256	2	0,03	0,060

Pada tabel 4.4 diperoleh data angka laju kegagalan, lama perbaikan, dan durasi pemadaman rata-rata yang berbeda di setiap bulan. Untuk durasi pemadaman rata-rata terburuk pada bulan Oktober 2021 yaitu 409,08 (menit/kali) dengan laju kegagalan 4 (kali/bulan) dan lama perbaikan 102,27 (menit/kali), sedangkan durasi pemadaman rata-rata yang terbaik pada bulan Mei 2021 yaitu 0,06 (menit/kali) dengan laju kegagalan 2 (kali/bulan) dan lama perbaikan 0,03 (menit/kali).

2. Analisa Perhitungan Indeks Keandalan Sistem

Dalam perumusan Nilai indeks keandalan setiap bulannya menggunakan persamaan 3.4, 3.5, 3.6, serta data pada tabel 4.3 dan tabel 4.4.

a. Contoh perhitungan bulan Agustus 2020 pada Penyulang Loka

1) SAIFI (*System Average Interruption Frequency Indeks*)

$$SAIFI = \frac{\Sigma(\text{Laju kegagalan} \times \text{Pelanggan Padam})}{\text{jumlah Pelanggan dalam satu periode}}$$

$$SAIFI = \Sigma \frac{\lambda \times Ni}{\Sigma N}$$

Dimana :

λ = Indeks Laju Kegagalan rata-rata = 1 (Kali/Bulan)

Ni = Jumlah konsumen padam = 154 Pelanggan

N = Jumlah total konsumen = 4782 Pelanggan

$$SAIFI = \frac{\Sigma 1 \times 154}{4782}$$

$$SAIFI = 0,03 \text{ (Gangguan/Pelanggan)}$$

2) SAIDI (*System Avarage Interruption Duration Indeks*)

$$SAIDI = \Sigma \frac{U \times Ni}{\Sigma N}$$

$$SAIDI = \frac{\Sigma(\text{Durasi Pemadaman} \times \text{Pelanggan Padam})}{\text{jumlah Pelanggan dalam satu periode}}$$

Dimana:

U = Durasi pemadaman harian rata-rata = 40,55 (Menit/Bulan)

Ni = Jumlah konsumen padam = 154 Pelanggan

N = Jumlah total konsumen = 4782 Pelanggan

$$SAIDI = \frac{\Sigma 40,55 \times 154}{4782}$$

$$SAIDI = 1,31 \text{ (Menit/Pelanggan)}$$

3) CAIDI (*Consumer Avarage Interruption Duration Indeks*)

$$CAIDI = \frac{\text{Indeks durasi pemadaman rata - rata}}{\text{Indeks frekuensi pemadaman rata - rata}}$$

Dimana:

$$SAIFI = 0,3 \text{ (Gangguan/pelanggan)}$$

$$SAIDI = 1,31 \text{ (Menit/pelanggan)}$$

$$CAIDI = \frac{SAIDI}{SAIFI} \text{ (Menit/pelanggan)}$$

$$CAIDI = \frac{0,03}{1,31} \text{ (Menit/pelanggan)}$$

$$CAIDI = 40,55 \text{ (Menit/Pelanggan)}$$

b. Contoh perhitungan bulan Mei 2021 pada Penyulang Loka

- 1) SAIFI (*System Average Interruption Frequency Indeks*)

$$SAIFI = \frac{\Sigma(\text{Laju kegagalan} \times \text{Pelanggan Padam})}{\text{jumlah Pelanggan dalam satu periode}}$$

$$SAIFI = \frac{\Sigma \lambda \times Ni}{\Sigma N}$$

Dimana :

λ = Indeks Laju Kegagalan rata-rata = 2 (Kali/Bulan)

N_i = Jumlah konsumen padam = 256 Pelanggan

N = Jumlah total konsumen = 5229 Pelanggan

$$SAIFI = \frac{\Sigma 2 \times 256}{5229}$$

$$SAIFI = 0,1 \text{ (Gangguan/Pelanggan)}$$

- 2) SAIDI (*System Average Interruption Duration Indeks*)

$$SAIDI = \frac{\Sigma U \times Ni}{\Sigma N}$$

$$SAIDI = \frac{\Sigma(\text{Durasi Pemadaman} \times \text{Pelanggan Padam})}{\text{jumlah Pelanggan dalam satu periode}}$$

Dimana:

U = Durasi pemadaman harian rata-rata = 0,06 (Menit/Bulan)

N_i = Jumlah konsumen padam = 256 Pelanggan

N = Jumlah total konsumen = 5229 Pelanggan

$$SAIDI = \frac{\Sigma 0,06 \times 256}{5229}$$

$$SAIDI = 0,003 \text{ (Menit/Pelanggan)}$$

3) CAIDI (*Consumer Average Interruption Duration Indeks*)

$$CAIDI = \frac{\text{Indeks durasi pemadaman rata – rata}}{\text{Indeks frekuensi pemadaman rata – rata}}$$

Dimana:

$$SAIFI = 0,1 \text{ (Gangguan/pelanggan)}$$

$$SAIDI = 0,003 \text{ (Menit/pelanggan)}$$

$$CAIDI = \frac{SAIDI}{SAIFI} \text{ (Menit/pelanggan)}$$

$$CAIDI = \frac{0,003}{0,1} \text{ (Menit/pelanggan)}$$

$$CAIDI = 0,03 \text{ (Menit/Pelanggan)}$$

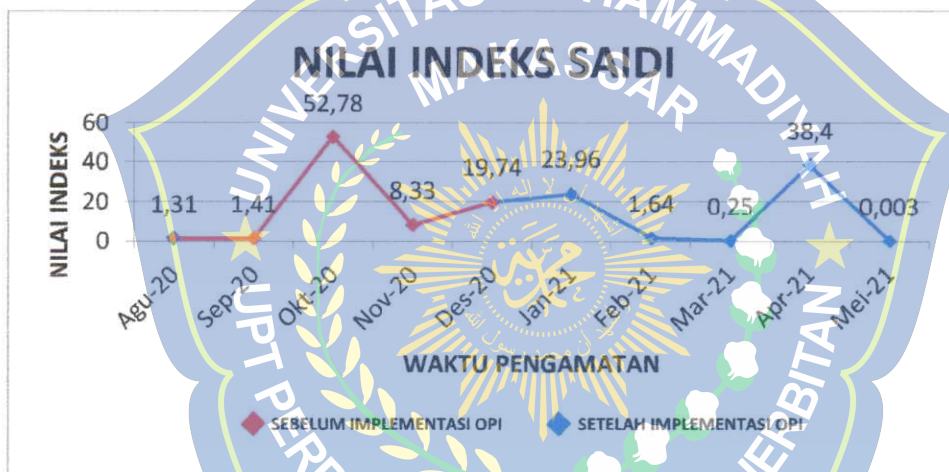
Dari hasil perhitungan nilai indeks keandalan sistem (SAIDI, SAIFI, dan CAIDI) pada setiap bulannya pada penyulang Loka mulai dari bulan Agustus 2020 hingga Mei 2021 dirangkum pada tabel 4.5 :

Tabel 4.5 Indeks Keandalan Sistem

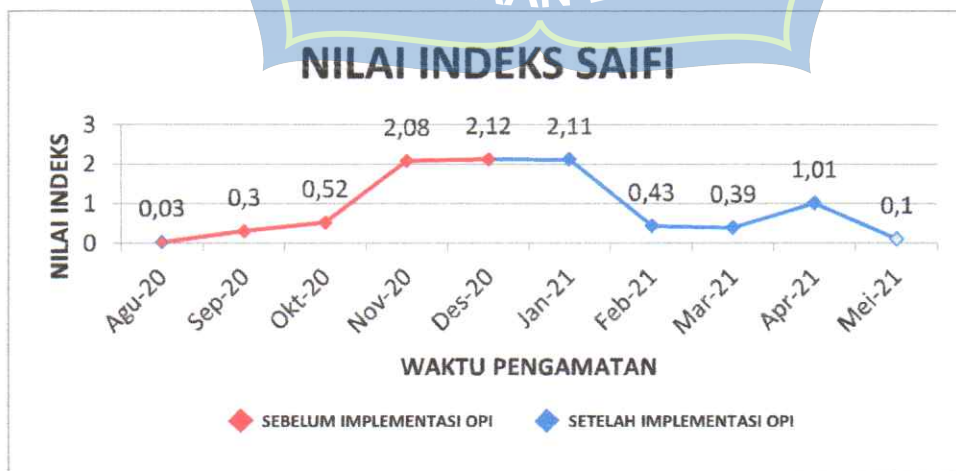
SEBELUM IMPLEMENTASI OPI				SETELAH IMPLEMENTASI OPI			
BULAN	SAIDI (MNT/ PLG)	SAIFI (GGN /PLG)	CAIDI (MNT/ PLG)	BULAN	SAIDI (MNT/ PLG)	SAIFI (GGN /PLG)	CAIDI (MNT/ PLG)
Agu-20	1,31	0,03	40,55	Jan-21	23,96	2,11	11,38
Sep-20	1,41	0,30	4,7	Feb-21	1,64	0,43	3,83
Okt-20	52,78	0,52	102,27	Mar-21	0,25	0,39	0,64
Nov-20	8,33	2,08	4,01	Apr-21	38,40	1,01	38,03
Des-20	19,74	2,12	9,32	Mei-21	0,003	0,10	0,03

Dari hasil implementasi metode OPI pada tabel 4.5 menunjukkan adanya peningkatan keandalan jaringan yang terlihat dengan menurunnya nilai SAIDI,

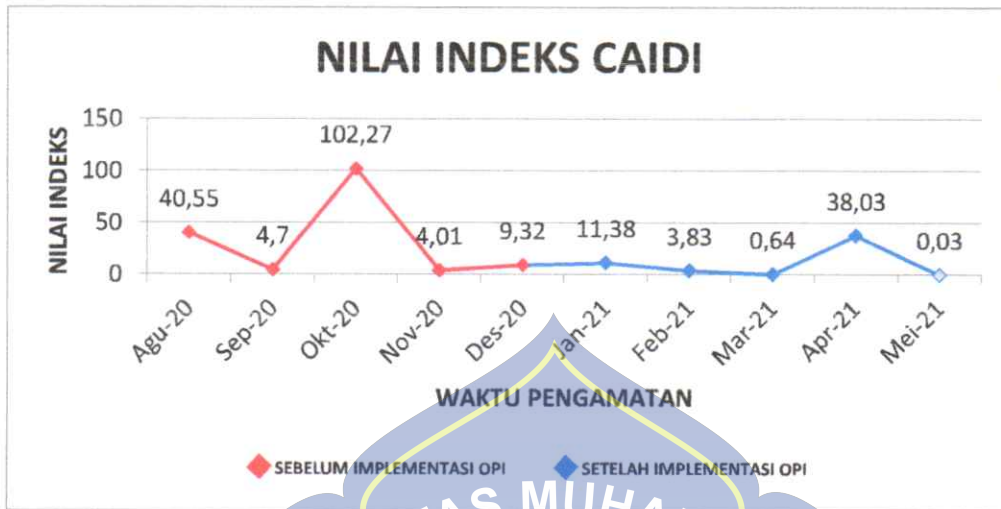
SAIFI, dan CAIDI. Nilai indeks keadalan sistem dapat dilihat pada nilai indeks CAIDI yang terburuk pada bulan oktober ialah 102,27 (menit/pelanggan), dengan nilai SAIFI 0,52 (gangguan/pelanggan) serta nilai SAIDI 52,78 (menit/pelanggan) sebelum implementasi metode OPI sedangkan setelah implementasi metode OPI nilai indeks CAIDI yang terburuk hanya 38,03 (menit/pelanggan) serta nilai indeks SAIFI 1,01 (gangguan/pelanggan) dan SAIDI sebanyak 38,40 (menit/pelanggan). Hasil perhitungan nilai indeks SAIDI, SAIFI, CAIDI dapat dilihat setiap bulannya pada grafik 4.1, 4.2, dan 4.3.



Grafik 4.1. Nilai Indeks SAIDI



Grafik 4.2. Nilai Indeks SAIFI



Grafik 4.3. Nilai Indeks CAIDI

Dari grafik 4.1, 4.2, dan 4.3 dapat dilihat bahwa total nilai SAIDI sebelumnya 83,57 menit/pelanggan menjadi 64,25 menit/pelanggan dengan persentase penurunan 23,12%, sedangkan total nilai SAIFI sebelumnya 5,05 gangguan/pelanggan menjadi 4,04 gangguan/pelanggan dengan persentase penurunan 20%, serta total nilai CAIDI sebelumnya 160,85 menit/pelanggan menjadi 106,94 menit/pelanggan dengan persentase penurunan 66,48%. Nilai SAIDI, SAIFI, dan CAIDI mengalami penurunan, sehingga dapat dikatakan implementasi metode OPI memiliki pengaruh dalam menurunkan kegagalan operasi dan meningkatkan mutu pelayanan sistem distribusi 20 KV pada penyulang Loka.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan yaitu:

1. Kegagalan Operasi terjadi akibat adanya gangguan yang disebabkan oleh Alam, Komponen JTM, Pohon, Pihak ke-III, Gangguan tidak jelas serta gangguan lai-lain. Adapun Laju Kegagalan rata-rata yang terburuk terjadi pada Desember 2020 dan Januari 2021 sebanyak 9 kali/bulan serta durasi padam yang tertinggi terjadi pada bulan Oktober 2021 sebanyak 409,08 menit/bulan. Selain itu untuk laju kegagalan rata-rata yang terbaik terjadi pada bulan Agustus 2020 sebanyak 1 kali/bulan sedangkan durasi padam yang terendah sebanyak 0,06 menit/bulan pada bulan Mei 2021.
2. Metode OPI adalah langkah perbaikan yang digunakan untuk meminimalisir kegagalan operasi sistem distribusi 20 KV pada penyulang Loka. Hasil dari implementasi metode tersebut dapat dilihat pada nilai indeks keandalan sistem. Nilai indeks SAIDI sebelum implementasi dengan nilai terbaik 1,31 menit/pelanggan dan nilai terburuk 52,78 menit/ pelanggan, sedangkan setelah implementasi dengan nilai terbaik 0,003 menit/pelanggan dan terburuk 38,40 menit/pelanggan. Nilai indeks SAIFI sebelum implementasi dengan nilai terbaik 0,03 gangguan/pelanggan dan nilai terburuk 2,12 gangguan/pelanggan, sedangkan setelah implementasi dengan nilai terbaik 0,1 gangguan/pelanggan dan nilai terburuk 2,11 gangguan/pelanggan. Nilai indeks CAIDI sebelum implementasi dengan nilai terbaik 4,01

menit/pelanggan dan nilai terburuk 102,27 menit/pelanggan, sedangkan setelah implementasi dengan nilai terbaik 0,03 menit/pelanggan dan nilai terburuk 38,03 menit/pelanggan.

3. Perhitungan nilai indeks keandalan sistem memperlihatkan adanya pengaruh implementasi metode OPI yang dimulai pada bulan Januari 2021 sampai dengan Mei 2021 yang dibandingkan dengan sebelum implementasi metode OPI yang dimulai pada bulan Agustus 2020 sampai dengan Desember 2020. Adanya persentase penurunan nilai indeks SAIDI yaitu 23%, Nilai indeks SAIFI yaitu 20%, dan nilai indeks CAIDI yaitu 66%.

B. Saran

1. Implementasi Metode OPI dapat lebih dimaksimalkan dengan cara memberi jadwal perintah kerja (PK) kepada tim pemangkasan untuk menuntaskan potensi gangguan akibat pohon dalam kurun waktu sebulan.
2. Implementasi Metode OPI dapat lebih dimaksimalkan dengan cara melakukan inspeksi tuntas pada *segment* yang berpotensi tinggi mengalami gangguan akibat pohon sebelum menerbitkan perintah kerja (PK) dan membuat pembukuan/daftar *monitoring* atas hasil inspeksi tersebut.
3. Melakukan inspeksi pada *segment* yang mengalami gangguan utamanya gangguan yang bersifat temporer agar langkah perbaikan dapat terarah dan tepat sasaran.

DAFTAR PUSTAKA

- Adriani, A. (2021). Analisis Faktor Penurunan Gangguan Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM) Pada Penyulang Parangbanoa. *VERTEX ELEKTRO*, 13(1), 1–8.
- Aryanto, N., & Balkis, M. (2021). Tinjauan Gangguan Jaringan Distribusi 20 Kv Penyulang Muara Aman Pt. Pln (Persero) Ulp Rayon Muara Aman. *Jurnal Teknik Elektro Rafflesia*, 1(1), 16–22.
- Dasman, H. H., & Handayani, H. (2017). Evaluasi Keandalan Sistem Distribusi 20kV Menggunakan Metode SAIDI dan SAIFI di PT PLN (Persero) Rayon Lubuk Alung tahun 2015. *JURNAL TEKNIK ITP*, 6(2).
- Husna, J., Pelawi, Z., & Yusniati, Y. (2018). Menentukan Indeks Saidi Dan Saifi Pada Saluran Udara Tegangan Menengah Di Pt. Pln Wilayah Nad Cabang Langsa. *Buletin Utama Teknik*, 14(1), 13–16.
- Hutasoit, R. E. (2021). Analisa Keandalan Sistem Jaringan Distribusi 20 KV PT. PLN (Persero) Rayon Delitua Berbasis Matlab. *Kumpulan Karya Ilmiah Mahasiswa Fakultas Sains Dan Tekhnologi*, 1(1), 205.
- Irsyam, N., & Rizal, Y. (2020). Analisis Keoptimalan Jaringan Transmisi Nasional Provinsi Sumatera Barat dengan Algoritma Prim. *UNP Journal of Mathematics*, 3(2).
- Pratama, N. E. (n.d.). Analisa Gangguan Saluran Udara Tegangan Menengah (Sutm) 20 Kv Penyulang Raya 14 Di Pt. Pln (Persero) Area Pontianak. *Jurnal Teknik Elektro Universitas Tanjungpura*, 1(1).
- Saragih, R., Yusniati, Y., Nasution, R., & Armansyah, A. (2020). Studi Peralatan Proteksi Sambaran Petir Lightning Arrester Pada Jaringan Distribusi 20 KV. *JET (Journal of Electrical Technology)*, 5(1), 32–37.
- Simanjuntak, K. A. (2021). Analisis Peningkatan Keandalan Jaringan Distribusi Dengan Metode Ultrasonika Jaringan Pt Pln (Persero) Area Sibolga Rayon Doloksanggul. *Kumpulan Karya Ilmiah Mahasiswa Fakultas Sains Dan Tekhnologi*, 1(1), 195.
- Voly, H. (2020). Analisis Nilai Keandalan Dan Nilai Ekonomi Sistem Jaringan Distribusi 20 Kv Pada Pt. Pln (Persero) Rayon Duri Menggunakan Metode Fmea (Failure Mode Effect Analysis) (Doctoral Dissertation, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau).
- Yanto, R. (2020). Implementasi Data Mining Prediksi Kebutuhan Tenaga Listrik Di Kota Lubuklinggau. *Techno. Com*, 19(2), 197–206.