

**ANALISIS INDEKS GANGGUAN TEGANGAN MENENGAH DENGAN
APLIKASI STATISTICAL PACKAGE SOCIAL SCIENCES (SPSS)**



ROFIQ ISMAIL AMRIZAL HANIF
105821113518 105821113618

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH
MAKASSAR
2022**

SKRIPSI

**ANALISIS INDEKS GANGGUAN TEGANGAN MENENGAH DENGAN
APLIKASI STATISTICAL PACKAGE SOCIAL SCIENCES (SPSS)**

Disusun dan diajukan Oleh

ROFIQ ISMAIL

AMRIZAL HANIF

105821113518

105821113618

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar

Sarjana Teknik

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH

MAKASSAR

2022

ABSTRAK

Keandalan suatu jaringan listrik sangat diperlukan untuk memastikan kontinuitas energi listrik sampai kepada pelanggan, salah satu indeks untuk mengetahui keandalan jaringan SUTM yaitu indeks SAIDI dan SAIFI sehingga dapat menganalisis faktor dominan penyebab pemadaman pada penyulang Asabri selama periode tahun 2019 - 2021, dan memberikan saran tindakan yang bisa dilakukan dalam meminimalisir potensi gangguan yang ada. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode analisis statistik deskriptif dan regresi menggunakan aplikasi SPSS (Statistical Package for the Social Science).

Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa indeks nilai SAIFI pada tahun 2021 tidak tercapai dengan nilai 4,41 kali/pelanggan/tahun. PLN ULP Panakkukang mengalami kerugian akibat pemadaman listrik selama periode tahun 2019 - 2021 sebesar 114 MWh. Faktor penyebab gangguan paling signifikan adalah gangguan akibat cuaca buruk, dengan nilai sig. sebesar 0,00, komponen JUTM dan pohon dengan nilai sig. sebesar 0,001. Besar pengaruh gangguan yang menyebabkan pemadaman terhadap nilai SAIDI sebesar 61,2% dan pengaruh terhadap nilai SAIFI sebesar 12,4%.

Kata kunci: Gangguan Penyulang, SAIDI, SAIFI, Faktor dominan penyebab gangguan, ENS.

ABSTRACT

The reliability of an electricity network is very necessary to ensure the continuity of electrical energy to customers, one of the indexes to determine the reliability of the SUTM network is the SAIDI and SAIFI indexes so that they can analyze the dominant factors causing blackouts in the Asabri feeder during the period 2019 - 2021, and provide suggestions for appropriate actions. can be done to minimize the potential for interference. The method used in this research is descriptive statistical analysis method and regression using SPSS (Statistical Package for the Social Science) application.

The results of this study indicate that the SAIFI value index in 2021 is not achieved with a value of 4.41 times/customer/year. PLN ULP Panakkukang suffered losses due to blackouts during the period 2019 - 2021 amounting to 114 MWh. The most significant factor causing disturbance is disturbance due to bad weather, with a value of sig. of 0.00, JUTM and tree components with sig. of 0.001. The effect of the disturbance that causes blackouts on the SAIDI value is 61.2% and the effect on the SAIFI value is 12.4%.

Keywords: Feeding Disorder, SAIDI, SAIFI, Dominant factor causing disturbance, ENS.

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadapan Allah Subhanahu Wa Ta'ala atas limpahan berkat, rahmat, anugerah dan petunjuk-Nya sehingga Tugas Akhir dengan judul "**Analisis Indeks Gangguan Tegangan Menengah Dengan Aplikasi Statistical Package Social Sciences (SPSS)**" kepada Nabi Besar Muhammad Shalallahu alaihi wassalam sebagai uswatun hasanah dan rahmatan lil alamin.

Kegiatan tugas akhir sebagai salah satu syarat menyelesaikan studi Strata Satu (S-1) di Program Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar. Dalam penyusunannya, penulis tidak sedikit menghadapi hambatan dan kesulitan termasuk ketersediaan literatur yang terkait dengan penelitian ini serta kemampuan penulis yang serba terbatas dengan segala kekurangannya. Namun penulis banyak mendapat saran, dorongan, bimbingan serta keterangan-keterangan dari berbagai pihak yang merupakan pengalaman yang tidak dapat diukur secara materi, sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan.

Tak lupa kami mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dan memberikan motivasi dalam pelaksanaan Kuliah Kerja Profesi sampai penyusunan Tugas Akhir ini, terutama kepada:

1. Allah Subhanahu Wa Ta'ala yang telah memberikan rahmat, nikmat sehat dan nikmat kesempatan untuk bisa menyelesaikan laporan ini.
2. Orang tua kami serta seluruh keluarga kami yang telah memberikan dorongan dan motivasi baik secara moral maupun materi.
3. Bapak **Prof. Dr. H. Ambo Asse, M.Ag.** Selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar

4. Ibu **Dr. Ir. Hj Nurnawaty, S.T.,M.T., IPM** selaku Dekan Fakultas Teknik Muhammadiyah Makassar.
5. Ibu **Adriani S.T., M.T.**, selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar
6. Bapak **Dr. Ir. H. Antarissubhi, S.T.,M.T.**, selaku Pembimbing I dan Ibu **Adriani S.T., M.T.**, selaku Pembimbing II.
7. Para Dosen dan Staff Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
8. Bapak **Ir. Haryadi Kasim S.T., M.M.**, selaku Supervisor PDKB dan Pembimbing Lapangan di PT PLN (Persero) UP3 Makassar Selatan
9. Karyawan PT PLN (Persero) UP3 Makassar Selatan dan terkhusus Staff PDKB TM PLN UP3 Makassar Selatan.
10. Semua pihak yang tidak sempat penulis sebutkan satu persatu yang telah ikut berpartisipasi hingga selesainya laporan Skripsi ini.

Akhir kata penulis mengharapkan agar kiranya Laporan Tugas Akhir ini dapat memberi manfaat bagi semua pihak yang membacanya, segala kritik dan saran dari pihak lain mengenai Laporan Tugas Akhir ini sangat penulis apresiasi. Terima kasih.

Billahi fisabilhaq fastabiqul khaerat

Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Makassar, 12 Maret 2022

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	ii
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GRAFIK	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah	5
C. Tujuan Penelitian	5
D. Manfaat Penelitian	5
E. Batasan Masalah	6
F. Sistematika Penulisan	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	8
A. Sistem Tenaga Listrik.....	8
B. Sistem Distribusi	9

vii

C. Proteksi Distribusi Tenaga Listrik	10
1. Pengertian Sistem Proteksi.....	11
2. Tujuan Sistem Proteksi.....	11
3. Persyaratan Kerja Sistem Proteksi	12
4. Jenis-Jenis Alat Proteksi Distribusi	13
5. Gangguan Pada Jaringan Distribusi	14
D. Inspeksi dan Pemeliharaan Penyulang	23
E. Keandalan Sistem Distribusi	27
F. Statistical Package Social Sciences (SPSS).....	30
BAB III METODE PENELITIAN.....	35
A. Tempat dan Waktu Penelitian.....	35
B. Alat dan Bahan.....	35
C. Metode Penelitian	35
D. Teknik Analisis Data.....	36
E. <i>Flowchart</i> Penelitian.....	38
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	41
A. Data Penyulang Bermasalah.....	41
B. Analisa Data Penyulang Asabri.....	42
C. Analisis Indeks SAIDI Dan SAIFI Penyulang Asabri	50
D. Analisis Data Faktor Dominan Gangguan Penyulang Asabri Menggunakan SPSS.....	60
1. Uji Deskriptif.....	60

2. Uji Asumsi Klasik	61
3. Uji Regresi Linier Berganda	70
4. Uji Hipotesis	71
5. Hasil Uji F (Simultan)	73
E. Analisa Saran Tindakan Gangguan Pada Penyulang Asabri	77
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	82
A. Kesimpulan	82
B. Saran.....	83
DAFTAR PUSTAKA.....	85



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Diagram Satu Garis Sistem Tenaga Listrik	9
Gambar 2.2	Jaringan Distribusi Primer dan Jaringan Distribusi Sekunder.....	10
Gambar 2.3	Recloser.....	13
Gambar 2.4	Sectionalizer	14
Gambar 2.5	Gangguan Hubung Singkat Satu Fasa ke Tanah	18
Gambar 2.6	Gangguan Hubung Singkat Dua Fasa	18
Gambar 2.7	Gangguan Hubung Singkat Dua Fasa ke Tanah.....	19
Gambar 2.8	Gangguan Hubung Singkat Tiga Fasa.....	20
Gambar 2.9	Bahaya pohon atau bangunan di dekat jaringan 20kV .	21
Gambar 2.10	Strategi Pemeliharaan SUTM.....	23
Gambar 3.1	Flowchart Penelitian.....	38
Gambar 4.1	Diagram satu garis Penyulang Asabri.....	44



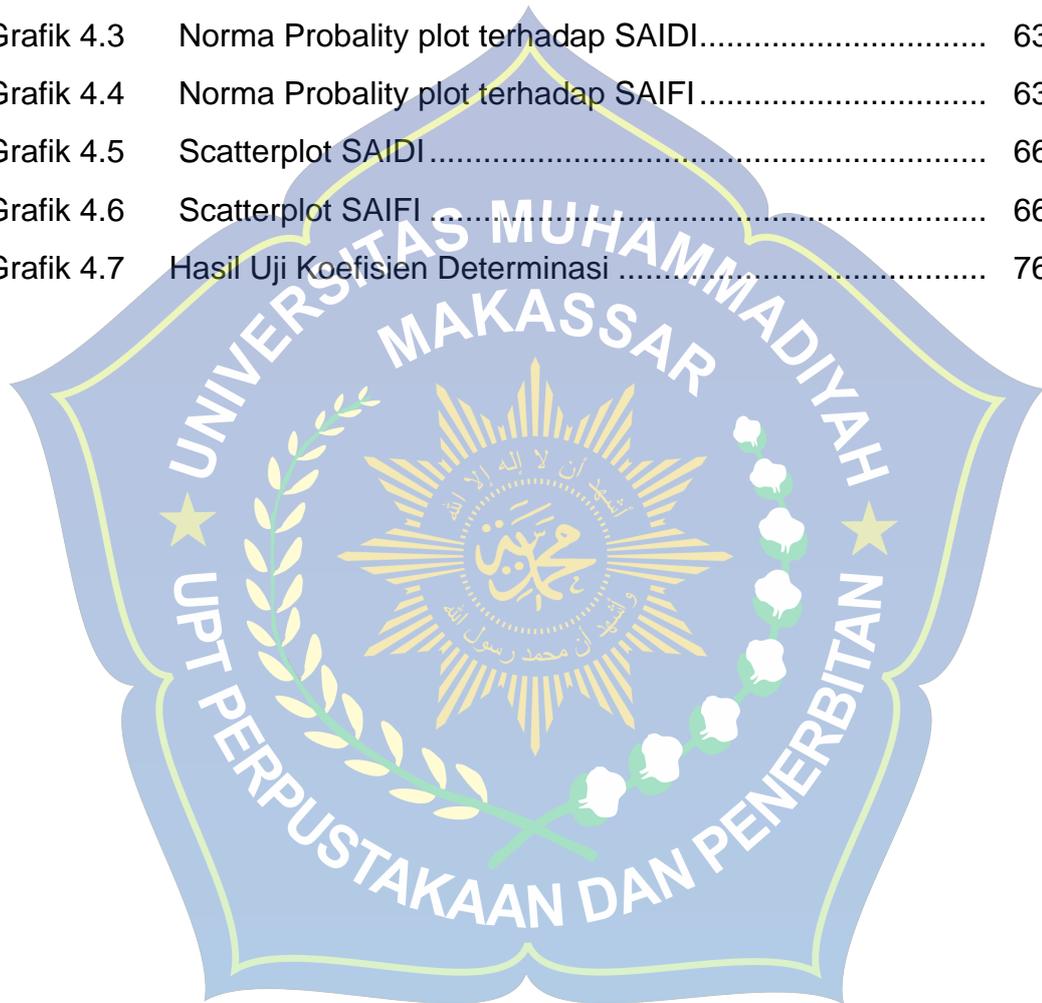
DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Penyulang Sakit ULP Panakkukang.....	4
Tabel 2.1	Jarak Aman SUTM.....	22
Tabel 2.2	Matriks Hasil Online Assessment Tier-I Pad SUTM.....	25
Tabel 2.3	Matriks Hasil Online Assessment Tier-2 Pada SUTM.....	27
Tabel 2.4	Standar Indeks Keandalan SPLN	29
Tabel 2.5	Standarisasi Nilai Saidi dan SAIFI Penyulang Asabri.....	30
Tabel 4.1	Data 10 Penyulang Bermasalah sampai dengan akhir Tahun 2021 di Kota Makassar	41
Tabel 4.2	Data Penyulang Asabri	43
Tabel 4.3	Data Gangguan Penyulang Asabri Tahun 2019- 2021.....	45
Tabel 4.4	Data Penyebab Gangguan Penyulang Asabri Tahun 2021 Berdasarkan Jenis Gangguan	46
Tabel 4.5	Data Penyebab Gangguan Penyulang 2019.....	47
Tabel 4.6	Data Penyebab Gangguan Penyulang 2020.....	48
Tabel 4.7	Data Penyebab Gangguan Penyulang 2021	49
Tabel 4.8	Perhitungan nilai SAIDI dan SAIFI tahun 2019	50
Tabel 4.9	Nilai SAIDI dan SAIFI tahun 2019	52
Tabel 4.10	Perhitungan nilai SAIDI dan SAIFI tahun 2020	53
Tabel 4.11	Nilai SAIDI dan SAIFI tahun 2020	54
Tabel 4.12	Perhitungan nilai SAIDI dan SAIFI tahun 2021	55
Tabel 4.13	Nilai SAIDI dan SAIFI tahun 2021	57
Tabel 4.14	Nilai SAIDI dan SAIFI tahun 2019-2021	58
Tabel 4.15	Hasil Uji Deskriptif Penyulang Asabri tahun 2019-2021	60
Tabel 4.16	Hasil Uji Normalitas Data terhadap SAIDI	62
Tabel 4.17	Hasil Uji Normalitas Data terhadap SAIFI	62
Tabel 4.18	Hasil Uji Heterokedastisitas SAIDI	64
Tabel 4.19	Hasil Uji Heterokedastisitas SAIFI.....	65
Tabel 4.20	Multikolonieritas terhadap SAIDI	67

Tabel 4.21	Multikolonieritas terhadap SAIFI	69
Tabel 4.22	Uji Korelasi SAIDI.....	69
Tabel 4.23	Uji Korelasi SAIFI	69
Tabel 4.24	Uji R ² terhadap SAIDI	71
Tabel 4.25	Uji R ² terhadap SAIFI.....	71
Tabel 4.26	Uji t terhadap SAIDI	72
Tabel 4.27	Uji t terhadap SAIFI.....	73
Tabel 4.28	Uji F terhadap SAIDI	74
Tabel 4.29	Uji F terhadap SAIFI.....	75
Tabel 4.30	Hasil analisis menggunakan SPSS.....	76
Tabel 4.31	Saran tindakan meminimalisir penyebab gangguan komponen JTM	77
Tabel 4.32	Saran tindakan meminimalisir penyebab gangguan poho	78
Tabel 4.33	Saran tindakan meminimalisir penyebab gangguan tidak jelas.....	79
Tabel 4.34	Saran tindakan meminimalisir penyebab pemadaman Pekerja jaringan.....	80
Tabel 4.35	Saran tindakan meminimalisir penyebab gangguan pihak ke III / binatang	81

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1	Trend Gangguan Penyulang Asabri Tahun 2019 - 2021 ..	45
Grafik 4.2	Indeks SAIDI dan SAIFI Penyulang Asabri Tahun 2019 – 2021	58
Grafik 4.3	Norma Probality plot terhadap SAIDI.....	63
Grafik 4.4	Norma Probality plot terhadap SAIFI	63
Grafik 4.5	Scatterplot SAIDI	66
Grafik 4.6	Scatterplot SAIFI	66
Grafik 4.7	Hasil Uji Koefisien Determinasi	76



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kualitas energi listrik menjadi poin penting dalam pendistribusian energi listrik karena harus memenuhi persyaratan untuk sampai ke konsumen, diantaranya yaitu memiliki kualitas tegangan dan frekuensi yang baik, menjamin urutan fasa yang benar, menjamin suplai tegangan dalam keadaan seimbang, memberikan suplai tenaga listrik dengan tingkat keandalan yang baik. Energi listrik disalurkan mulai dari pusat tenaga listrik, saluran transmisi lalu menuju jaringan distribusi dan disalurkan ke masyarakat, oleh sebab itu jaringan distribusi merupakan bagian jaringan listrik yang paling dekat dengan masyarakat. (Candra, 2019)

Keandalan sistem jaringan distribusi sangat diperlukan untuk menjaga kontinuitas penyaluran tenaga listrik ke pelanggan. Gangguan pada suatu sistem tenaga listrik atau penyediaan listrik ini tidak dikehendaki, tetapi merupakan kenyataan yang tidak bisa dihindarkan (Marsudi, 2016). Dampak langsung yang dirasakan oleh konsumen yaitu pemadaman. Pemadaman ini mengakibatkan kerugian di sisi PLN maupun di sisi pelanggan PLN. Jaringan Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM) dikatakan andal apabila jaringan tersebut jumlah gangguan dan durasi pemadamannya rendah dan mutu tegangannya optimal (sesuai standar PLN dan IEEE).

Pada penelitian ini, peneliti mencantumkan dua hasil penelitian yang memiliki relevansi atau keterkaitan dengan penelitian yang akan dilakukan hanya berbeda lokasi dan obyek penelitian yaitu sebagai berikut :

a. Peneliti I – Candra Heri Saputro (2019)

Penelitian berjudul “**Keandalan Sistem Distribusi Jaringan SUTM Akibat Gangguan Pohon di PT PLN (Persero) UP3 Semarang**”.

Permasalahan yang di bahas pada penelitian ini adalah pengaruh faktor dominan penyebab gangguan jaringan SUTM dilihat dari jenis gangguannya, yaitu gangguan eksternal maupun gangguan internal untuk mencari indeks SAIDI dan SAIFI pada tahun 2017. Pada penelitian ini menggunakan perbandingan perhitungan indeks yang ditetapkan oleh PT PLN (Persero) dan mencari indeks jaringan SUTM yang berada pada UP3 Semarang untuk mendapatkan nilai keandalan pada jaringan SUTM pada UP3 Semarang.

b. Peneliti II – Derkanir Lubertik Rura (2021)

Penelitian berjudul “**Evaluasi Keandalan Sistem Distribusi Menggunakan Indeks SAIFI dan SAIDI Pada PT PLN (Persero) Area Bitung**”.

Permasalahan yang dibahas pada penelitian ini pada keandalan sistem pada Penyulang yang berada pada Rayon Bitung periode tahun 2019 sampai 2020. Pembahasan dilakukang dengan menganalisa nilai indeks SAIDI dan SAIFI setiap bulan pada periode tahun 2019 – 2020.

Berdasarkan Penelitian sebelumnya, penulis memilih daerah untuk dilakukan penelitian di daerah yang padat penduduk dan industri yaitu di kota Makassar, Sulawesi Selatan, yang merupakan kota yang berada di bagian Indonesia timur yang membutuhkan energi listrik yang andal untuk kegiatan kesehariannya. Apabila kota Makassar mengalami pemadaman listrik, maka PLN akan mengalami kerugian dari sisi energi yang tidak tersalurkan ke pelanggan (*Energy Not Sale*)

dan dari sisi konsumen tidak bisa menggunakan listrik untuk kegiatannya. Maka dari itu dibutuhkan pelayanan yang optimal kepada pemakai energi listrik. Peneliti menggunakan aplikasi Statistical Package Social Sciences (SPSS) untuk mencari faktor penyebab gangguan agar lebih detail dan hanya berfokus pada 1 Penyulang agar hasil yang di dapat dapat diterapkan dan dijadikan rujukan untuk memperbaiki sistem yang ada pada Penyulang Asabri.

Untuk meningkatkan kualitas pelayanan kepada pelanggan, maka perlu mengetahui kualitas pelayanan sebelumnya sebagai bahan/pedoman untuk perencanaan pelayanan yang lebih baik di masa yang akan datang. Oleh karena itu, perlu dilakukan evaluasi keandalan suatu sistem. Sebuah indek keandalan diperlukan untuk menentukan tingkat keandalan dari suatu sistem jaringan tenaga listrik yang didistribusikan kepada pelanggan. Indeks keandalan yang digunakan pada penelitian ini adalah SAIFI (*System Average Interruption Frequency Index*) dan SAIDI (*System Average interruption Duration Index*).

Kota Makassar yang merupakan daerah industri maupun kota metropolitan di Indonesia bagian timur yang sangat memerlukan suplay listrik dengan kualitas bagus dan tidak sering padam. Kota Makassar dibawah wilayah kerja UP3 Makassar Selatan dan dengan memiliki 6 sub-unit kerja yaitu Unit Layanan Pelanggan (ULP) Panakkukang, ULP Sungguminasa, ULP Mattoangin, ULP Kalebajeng, ULP Takalar dan ULP Malino, ULP dengan pelanggan paling banyak di kota Makassar adalah Unit Layanan Pelanggan (ULP) Panakkukang.

PLN memiliki target kinerja setiap triwulan, triwulan terdiri dari 3 bulan. Triwulan I dimulai bulan Januari – bulan Maret, triwulan II dimulai bulan April – bulan Juni, triwulan III dimulai bulan Juli – bulan September, dan terakhir triwulan IV dimulai bulan Oktober – bulan Desember. Selama tahun 2019 terdapat beberapa Penyulang yang

“Sakit” di wilayah kerja PLN ULP Panakkukang, berikut data gangguan sistem 20 kV yang terjadi selama tahun 2019 :

Tabel 1.1 Penyulang Sakit ULP Panakkukang

Penyulang	Gangguan TWR 1	Gangguan TWR 2	Gangguan TWR 3	Gangguan TWR 4	Total
Asabri	27	2	13	23	65
UNM	22	8	7	14	51
Kassi	24	7	6	8	45
Alauddin	11	11	0	23	45
Kodam	27	8	0	1	36
Rappocini	13	5	4	11	33
Ikip	13	2	4	9	28
Antang	6	1	0	6	13
Salemba	0	0	0	4	4
Latanete	2	0	0	0	2

(sumber : Data PLN UP3 Makassar Selatan 2021)

Berdasarkan data diatas, terlihat dari triwulan I dan triwulan II, Penyulang Asabri mengalami kenaikan jumlah gangguan yang berdampak terhadap keandalan dan kontiyuitas pelayanan kepada masyarakat. Dalam hal ini dapat menghambat kegiatan pelanggan yang ingin menggunakan listrik secara terus menerus dan tidak padam padam. Dampak lain dari sisi PT PLN (Persero) UP3 Makassar Selatan, membuat citra perusahaan menjadi kurang baik dikarenakan tingkat keandalan tidak baik.

Berdasarkan permasalahan yang ada, maka penulis tertarik untuk meneliti tentang analisis indeks gangguan SUTM pada Penyulang Asabri di PT PLN (Persero) ULP Panakkukang beserta faktor penyebab terjadinya gangguan pada Penyulang Asabri dan mengangkat sebuah judul : “Analisis Indeks Gangguan Tegangan Menengah dengan aplikasi Statistical Package Social Sciences (SPSS)”

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dibahas diatas, maka pokok permasalahan dapat rumusan sebagai berikut:

1. Bagaimana menghitung nilai indeks SAIDI dan SAIFI pada jaringan Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM) Penyulang Asabri dalam periode tahun 2019 - 2021 ?
2. Bagaimana cara mengidentifikasi dan menganalisa faktor penyebab gangguan pada Penyulang Asabri periode tahun 2019 - 2021 menggunakan menggunakan metode analisis SPSS ?
3. Bagaimana tindakan untuk meminimalisir gangguan yang ada pada Penyulang Asabri pada PT PLN (Persero) ULP Panakkukang?

C. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah untuk:

1. Untuk mengetahui nilai indeks SAIDI dan SAIFI pada jaringan Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM) Penyulang Asabri dalam periode tahun 2019 – 2021.
2. Untuk mengidentifikasi dan menganalisa faktor penyebab gangguan Penyulang Asabri periode tahun 2019 - 2021 menggunakan menggunakan metode analisis SPSS.
3. Untuk mengetahui tindakan yang bisa dilakukan untuk meminimalisir gangguan yang ada pada Penyulang Asabri pada PT PLN (Persero) ULP Panakkukang.

D. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan menjadi dasar untuk mengetahui nilai indeks SAIDI dan SAIFI khusus pada Penyulang Asabri terhadap standar nilai indeks SAIDI dan SAIFI pada jaringan udara tegangan menengah tanpa PBO (Pemutus Balik Otomatis) yang di tetapkan

oleh PT PLN (Persero) dan untuk menganalisis faktor terjadinya gangguan pada Penyulang Asabri di PT PLN (Persero) ULP Panakkukang. Adapun bagi akademisi hasil penelitian ini juga digunakan sebagai referensi untuk melakukan penelitian selanjutnya. Selain itu penelitian ini juga memberikan pengetahuan bagi masyarakat pada umumnya mengenai penyebab gangguan yang dapat menyebabkan Penyulang trip serta mengetahui dampak yang ditimbulkan.

E. Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian yang dilakukan yaitu hanya kasus gangguan Penyulang Asabri di PT PLN (Persero) ULP Panakkukang selama tahun 2019 sampai tahun 2021.

F. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan ini dimaksudkan untuk memberikan gambaran secara garis besar isi setiap bab penelitian tugas akhir ini.

BAB 1. PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang masalah, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, pembatasan masalah yang sedang diteliti, dan sistematika penulisan dari laporan tugas akhir ini.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisikan uraian teori-teori yang mendukung untuk pengertian tugas akhir ini.

BAB 3. METODE PENELITIAN

Bab ini berisi tentang lokasi penelitian dan waktu penelitian, jenis penelitian dan sumber data, bahan dan alat, variable penelitian,

model penelitian, pelaksanaan penelitian / prosedur pelaksanaan penelitian dan flowchart pelaksanaan penelitian.

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi tentang hasil dan pembahasan terkait penelitian yang telah dilakukan.

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi tentang kesimpulan dari hasil penelitian dan saran dari seluruh pembahasan.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

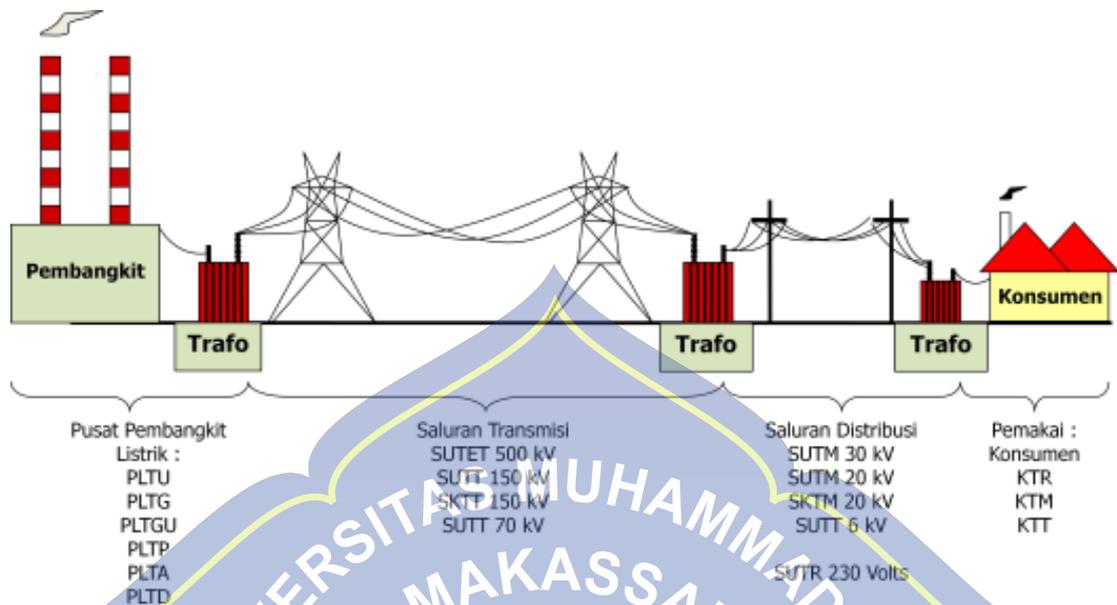
A. Sistem Tenaga Listrik

Sistem tenaga listrik adalah sekumpulan pusat - pusat tenaga listrik yang di interkoneksi satu dengan yang lainnya melalui transmisi lalu melalui sistem distribusi untuk memasok ke beban atau satu pusat listrik dimana mempunyai beberapa unit generator yang diparalel (Sarimun, 2011).

Secara umum sistem tenaga listrik dapat dikatakan terdiri dari empat bagian utama, yaitu:

- a. Sistem Pembangkit
- b. Sistem Transmisi dan Gardu Induk
- c. Sistem Distribusi
- d. Sistem Sambungan Pelayanan

Keempat sistem diatas yang saling berkaitan kemudian membentuk suatu sistem tenaga listrik. Sistem yang kompleks terdiri dari yang pertama pusat pembangkit, lalu saluran transmisi dan gardu induk, diikuti oleh jaringan distribusi yang berfungsi untuk menyalurkan daya dari pusat pembangkit ke pusat -pusat beban adalah merupakan sistem tenaga listrik yang modern. Dalam memenuhi tujuan operasi sistem tenaga listrik, keempat bagian yakni pembangkit, transmisi serta gardu induk, distribusi dan sambungan pelayanan tersebut tidak dapat dipisahkan satu dengan yang lainnya. (Buku 1 PLN)



Gambar 2.1. Diagram Satu Garis Sistem Tenaga Listrik

(sumber : staffnew.uny.ac.id)

B. Sistem Distribusi

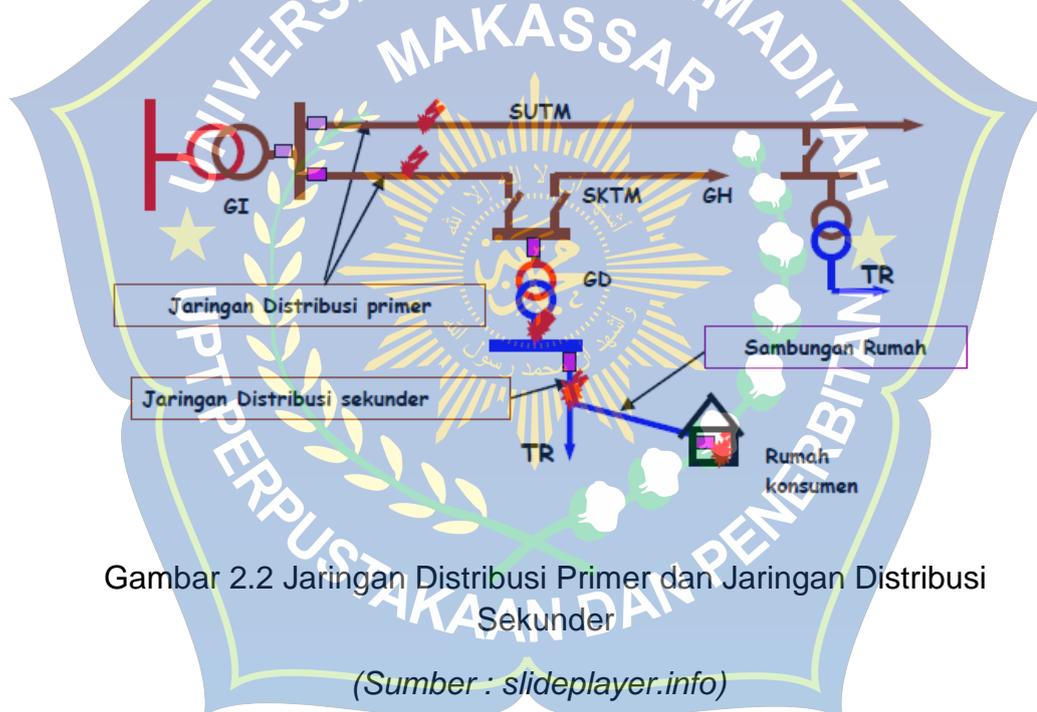
Sistem distribusi adalah sistem yang berfungsi mendistribusikan tenaga listrik kepada para pemanfaat. Sistem distribusi terbagi 2 bagian :

- a. Sistem Distribusi Tegangan Menengah
- b. Sistem Distribusi Tegangan Rendah

Sistem distribusi tenaga listrik yang ada di Indonesia terdiri dari Gardu Induk, Jaringan Tegangan Menengah, Gardu Distribusi dan Jaringan Tegangan Rendah. Saluran transmisi menyalurkan tegangannya melalui Gardu Induk kemudian melalui saluran Jaringan Tegangan Menengah (JTM) menuju gardu distribusi. Sistem jaringan distribusi terbagi atas dua bagian, yakni primer dan sekunder. Distribusi Primer merupakan Jaringan Tegangan Menengah (JTM) dengan tegangan operasi 20 kV atau 6 kV. Jaringan Tegangan Menengah dapat menghubungkan Gardu Induk dengan gardu distribusi dan antara gardu distribusi dengan gardu distribusi. Saluran

Tegangan Menengah ini disalurkan melalui Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM) dan Saluran Kabel Tegangan Menengah (SKTM).

Distribusi Sekunder, juga dikenal sebagai Jaringan Tegangan Rendah (JTR) dengan tegangan operasi 220/380 volt. Jaringan Tegangan Rendah adalah jaringan yang menghubungkan Papan Hubung Bagi Tegangan Rendah (PHB-TR) sampai dengan Alat Pengukur dan Pembatas (APP) pada konsumen. Jaringan Tegangan Rendah ini disalurkan melalui Saluran Udara Tegangan Rendah (SUTR) dan Saluran Kabel Tegangan Rendah (SKTR). Gambar 2.2 menunjukkan gambar jaringan distribusi



Gambar 2.2 Jaringan Distribusi Primer dan Jaringan Distribusi Sekunder

(Sumber : *slideplayer.info*)

C. Proteksi Distribusi Tenaga Listrik

1. Pengertian Sistem Proteksi

Sistem proteksi merupakan sistem pengamanan yang dilakukan terhadap peralatan-peralatan listrik yang terpasang pada sistem tenaga listrik tersebut. Misalnya generator, transformator, jaringan transmisi atau jaringan distribusi dan lain-lain. Sistem proteksi Penyulang tegangan menengah adalah pengamanan yang terdapat

pada jaringan tegangan menengah di Gardu Induk dan SUTM. Penyulang yang berfungsi untuk mendistribusikan tenaga listrik tegangan menengah (6 kV – 20 kV) adalah penyulang dengan tegangan menengah, yang terdiri dari Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM) dan Saluran Kabel Tegangan Menengah (SKTM).

2. Tujuan Sistem Proteksi

Pengaruh gangguan yang terjadi pada sistem distribusi tenaga listrik pada umumnya merupakan gangguan hubung singkat yang akan menimbulkan aliran yang cukup besar. Semakin Panjang jaringan SUTM, semakin besar arus gangguannya. Arus yang besar, jika tidak segera dihilangkan, akan merusak peralatan yang dilalui arus gangguan. Untuk membatasi wilayah yang terganggu, diperlukan sistem proteksi yang dimaksudkan untuk membatasi atau memperkecil daerah yang terganggu. Tujuan dari sistem proteksi meliputi:

- a. Mencegah kerusakan peralatan pada sistem distribusi tenaga listrik apabila terjadi gangguan atau kondisi abnormal.
- b. Mengurangi kerusakan peralatan pada sistem distribusi tenaga listrik akibat terjadinya gangguan atau kondisi abnormal.
- c. Meminimalisir daerah yang terganggu sehingga gangguan tidak meluas pada sistem distribusi tenaga listrik.
- d. Memberikan pelayanan kepada konsumen dengan sistem yang andal dan mutu tinggi.
- e. Mengamankan manusia dari bahaya yang ditimbulkan oleh sistem tenaga listrik.
- f. Mengamankan manusia dari risiko yang ditimbulkan oleh tenaga listrik.

3. Persyaratan Kerja Sistem Proteksi

Untuk memenuhi persyaratan sistem proteksi, maka relai proteksi harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

a. Selektifitas (*selectivity*)

Selektif merupakan salah satu persyaratan sistem proteksi, yaitu proses pengaturan dan penerapan relai – relai proteksi yang menjangkau relai lain sehingga relai dapat bekerja secepat mungkin untuk gangguan pada zona utama dan bekerja dengan penundaan untuk gangguan pada zona cadangan (*backup*). Bekerjanya sistem proteksi pendukung adalah hal yang tidak baik dan tidak diharapkan kecuali sistem proteksi utama gagal mengatasi gangguan yang terjadi pada zonanya.

b. Keandalan (*reability*)

Sistem proteksi pada keadaan normal ketika tidak ada gangguan maka relai tidak akan bekerja, mungkin berbulan – bulan atau bertahun – tahun. Namun jika sewaktu waktu terjadi gangguan maka relai harus bekerja, dalam hal ini relai tidak boleh salah dalam mendeteksi gangguan, karena akan menyebabkan pemadaman yang meluas. Disamping itu juga relai tidak boleh gagal.

c. Kecepatan Kerja (*speed*)

Relai sistem proteksi harus bekerja dengan waktu yang cepat dikarenakan semakin cepat relai bekerja, maka dapat mengurangi kerusakan peralatan akibat gangguan, tetapi juga dapat meminimalkan kemungkinan meluasnya gangguan.

d. Sensitivitas (*sensitivity*)

Relai dikatakan sensitive jika dapat beroperasi dengan mendeteksi gangguan sekecil mungkin sehingga relai dapat bekerja pada awal terjadinya gangguan.

e. Ekonomis dan sederhana

Techno-ekonomis dari suatu relai harus diperiksa ketika memilih suatu relai pengaman yang akan digunakan pada SUTM . Misalnya untuk sistem distribusi tegangan menengah yang membutuhkan relai yang bekerja sangat cepat.

4. Jenis – jenis Alat Proteksi Distribusi

1. Recloser

Recloser ialah perangkat proteksi arus lebih yang dapat diprogram untuk memutus atau menghentikan arus lebih dan menutup secara otomatis dan mengalirkan tegangan Kembali pada saluran. Fungsi dari recloser terhadap gangguan yang bersifat permanen adalah memutus area yang terganggu dari sistem secara cepat sehingga meminimalkan area yang terdampak pemadaman. Sedangkan fungsi recloser terhadap gangguan sesaat adalah untuk meminimalkan daerah yang terganggu, setelah gangguan tersebut tidak terdeteksi maka recloser akan bekerja lagi (reclose) dengan selang waktu terganggu dari setingan yang telah diprogramkan pada peralatan tersebut.



Gambar 2.3 Recloser

(sumber : <http://www.ssiec.co.kr/>)

2. Sectionalizer - Load Break Switch (LBS) Motorized

Sectionalizer atau dikenal dengan LBS adalah peralatan proteksi pemutus beban yang dapat dikendalikan dari jarak jauh (remote) yang terintegrasi ke dalam sistem SCADA dan dilengkapi dengan sistem operasi elektrik dengan mekanisme penggerak motor. Untuk operasi jarak jauh, perangkat LBS harus dilengkapi dengan perangkat RTU, dalam keadaan darurat, LBS dapat dioperasikan secara manual dengan menggunakan telescopic stick 20 kV.



Gambar 2.4 Sectionalizer

(sumber : <https://www.cnrockwill.com/>)

5. Gangguan pada Jaringan Distribusi

Gangguan pada sistem distribusi adalah gangguan yang terjadi pada sistem tenaga listrik sehingga menyebabkan bekerjanya relai pengaman Penyulang bekerja untuk membuka pemutus arus pada gardu induk sehingga memutus suplai tenaga listrik. Gangguan pada jaringan distribusi lebih banyak terjadi pada saluran udara yang umumnya pada SUTM dengan konduktor tidak berisolasi dibanding dengan saluran SKTM. Gangguan pada sistem jaringan tegangan menengah 20 kV dapat dibedakan berdasarkan penyebabnya ada dua, yaitu :

- a. Penyebab dari eksternal (faktor luar)
- b. Penyebab dari internal (faktor dalam)

Gangguan pada jaringan distribusi dapat disebabkan dari dalam maupun dari luar sistem jaringan, gangguan yang berasal dari dalam terutama disebabkan oleh komponen JTM, misalnya isolator yang retak atau pecah dikarenakan faktor umur atau terkena petir, FCO yang rusak, konduktor putus atau transformator yang bocor, sedangkan gangguan dari luar biasanya terjadi karena bencana alam, dan perubahan cuaca seperti surja petir, burung, pohon tumbang, dan binatang yang berada di jaringan SUTM.

5.1. Gangguan baban Lebih (over load)

Beban lebih kurang tepat jika disebut gangguan, tetapi karena beban lebih merupakan kondisi abnormal yang jika dibiarkan terus menerus dapat membahayakan peralatan, maka beban lebih juga harus diperhatikan karena arus yang melebihi arus pengenal peralatan listrik dan melebihi kapasitas peralatan, sehingga saat beban lebih, pengaman tidak akan trip (Sarimun Wahyudi, 2011). Beban lebih dapat menyebabkan pemanasan yang berlebihan, sehingga dapat mempercepat proses penuaan atau memperpendek umur dari peralatan.

5.2. Gangguan Tegangan Lebih

Gangguan tegangan lebih dapat diklasifikasikan menjadi dua,yaitu :

- a. Tegangan lebih dengan power frekuensi terjadi karena kehilangan beban atau penurunan beban jaringan akibat gangguan atau manuver.
- b. Tegangan lebih transien yang disebabkan oleh surja petir dan surja hubung.

Surja petir mengandung energi listrik yang sangat tinggi, sehingga dapat menembus dielektrik penyekat isolasi udara, sedangkan peralatan di saluran udara berkurang kekuatannya karena kotor atau retak oleh gaya mekanik sehingga menyebabkan arus kecil mengalir dengan mempercepat ionisasi sampai terjadi loncatan bunga api (flash over).

5.3. Gangguan Kestabilan

Gangguan kestabilan yaitu kondisi dimana terjadinya *Power swing* (ayunan daya) yang diakibatkan karena terlepasnya beberapa pembangkit yang tidak sinkron. Lepas sinkron dapat menyebabkan berkurangnya suplai dari pembangkit karena pembangkit yang besar terlepas dari cadangan putar (*spinning reserve*), maka frekuensi akan mengalami drop atau bisa terjadi terpisahnya sistem yang dapat menyebabkan gangguan yang lebih luas, bahkan terjadi keruntuhan sistem (collapse) (Sarimun Wahyusi, 2011).

5.4. Gangguan Hubung Singkat

Gangguan hubung singkat dapat terjadi dikarenakan dua konduktor bertegangan bersentuhan (Over Current Relay) atau konduktor bertegangan dengan ground (Ground Fault Relay), berdasarkan lama terjadinya gangguan hubung singkat pada sistem distribusi dibagi menjadi dua jenis, yaitu :

a. Gangguan Temporer

Gangguan yang bersifat temporer atau sementara dapat hilang dengan sendirinya dengan cara proteksi memutuskan bagian yang terganggu sesaat, kemudian menutup balik kembali secara otomatis (autoreclose) dan bisa secara manual oleh operator. Bila gangguan sementara terjadi berulang ulang maka dapat

menyebabkan gangguan permanen dan dapat merusak peralatan.

b. Gangguan permanen

Gangguan permanen bersifat tetap, sehingga diperlukan perbaikan dan tindakan korektif untuk menghilangkan penyebab gangguan. Gangguan permanen biasanya ditandai dengan gagalnya proteksi untuk menyalurkan energi listrik setelah terjadinya gangguan temporer.

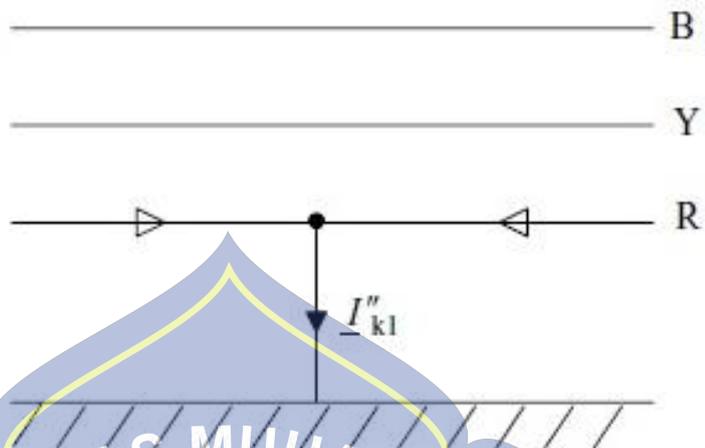
Berdasarkan kesimetrisannya, gangguan hubung singkat pada jaringan distribusi dapat dibedakan menjadi dua jenis, yaitu :

a. Gangguan Asimetris

Gangguan asimetris merupakan gangguan yang mengakibatkan tegangan dan arus yang mengalir pada setiap fasanya menjadi tidak seimbang. Gangguan ini terdiri dari :

1. Gangguan hubung singkat satu fasa ke tanah

Gangguan hubung singkat satu fasa ke tanah disebabkan karena adanya gangguan pada salah satu fasa yang mengenai bagian ground, pada gambar 2.5, gangguan terjadi karena salah satu kawat terhubung ke tanah akibat pohon atau penyebab lainnya.

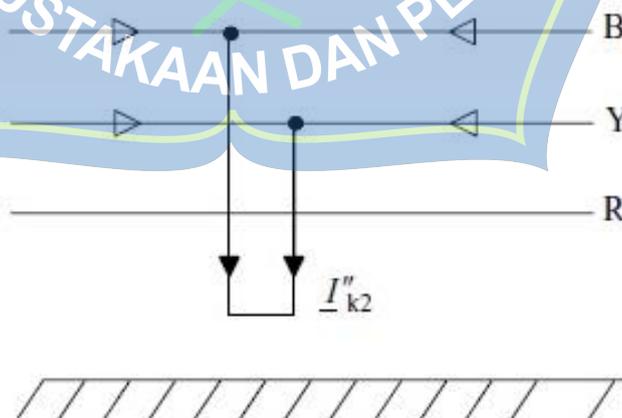


Gambar 2.5. Gangguan Hubung singkat satu fasa ke tanah

(sumber: <https://wongelit.wordpress.com/>)

2. Gangguan Hubung Singkat Dua Fasa

Gangguan hubung singkat terjadi antara fasa B dan fasa Y, seperti ditunjukkan pada gambar 2.6, gangguan fasa – fasa yang terjadi pada sistem tenaga listrik ini biasanya karena pohon atau layang layang.

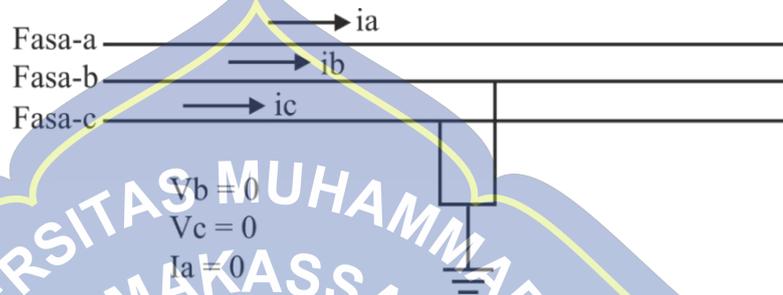


Gambar 2.6. Gangguan Hubung singkat dua fasa

(sumber: <https://wongelit.wordpress.com/>)

3. Gangguan Hubung Singkat Dua Fasa ke Tanah.

Gangguan hubung singkat ini terjadi antara fasa B dan fasa C yang terhubung ke tanah, seperti ditunjukkan pada Gambar 2.7, Biasanya hubungan ini terjadi karena ranting pohon terkena dua fasa.

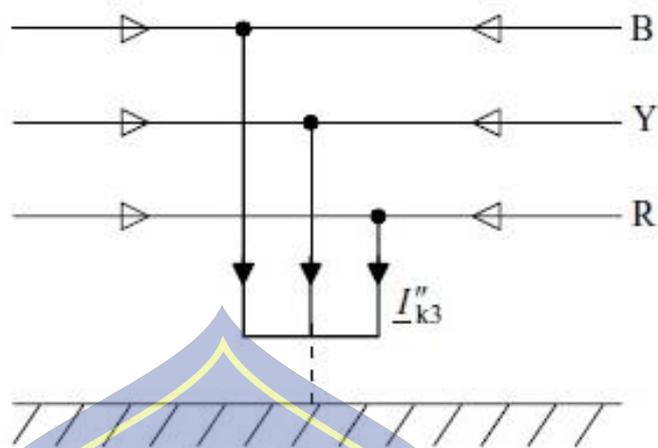


Gambar 2.7. Gangguan Hubung singkat dua fasa ke tanah

(sumber: <https://wongelit.wordpress.com/>)

4. Gangguan Hubung Singkat Tiga Fasa

Gangguan tiga fasa pada Gambar 2.8, dapat terjadi pada jaringan SUTM pada ketiga fasanya yang terhubung ke ground atau disebabkan oleh pohon atau benang layang-layang.



Gambar 2.8. Gangguan Hubung Singkat Tiga Fasa

(sumber : <https://wongelit.wordpress.com/>)

b. Gangguan Simetris

Gangguan simetris adalah gangguan yang terjadi saat ketiga fasanya dilalui arus ataupun tegangan yang melebihi batas tetapi fasanya tetap seimbang setelah gangguan terjadi.

5.5. Gangguan SUTM Akibat Pohon

Gangguan yang diakibatkan oleh pohon merupakan gangguan yang sering terjadi pada jaringan Saluran udara tegangan Menengah (SUTM). Gangguan ini tidak dapat diprediksi kapan akan terjadi, tetapi bisa diminimalisir untuk mengurangi risiko terjadinya gangguan akibat pohon dengan cara perampalan pohon sesuai dengan syarat yang ditentukan oleh PT PLN (Persero) yaitu minimal jarak 2,5 meter dari konduktor bertegangan. Pohon tumbang atau ranting yang menempel pada jaringan SUTM dapat menyebabkan arus hubung singkat antar fasa atau hubung singkat fasa ke tanah dan menyebabkan gangguan pada jaringan SUTM.



Gambar 2.9. Bahaya pohon atau bangunan didekat jaringan 20kV

(Sumber: facebook.com/plnjatengdiy)

Pada gardu induk di wilayah pelayanan jaringan tegangan menengah terdapat proteksi yang bekerja secara otomatis untuk memutus aliran energi listrik jika terjadi hubung singkat ke tanah, dengan tujuan untuk melindungi jaringan dan peralatan dari kerusakan yang lebih luas. Proteksi pada gardu induk akan mengindikasikan sentuhan pohon dengan gangguan GFR (Ground Fault Relay), apabila arus hubung tanah melebihi batas aman, maka secara otomatis relai akan memutus aliran listrik pada daerah tersebut.

PT PLN (Persero) mengatur tentang ruang bebas atau ROW (*Right of Way*) dan jarak aman (*Safety Distance*) antara suatu benda dari jaringan bertegangan. Jarak aman adalah jarak antara bagian aktif bertegangan terhadap benda benda disekelilingnya baik secara mekanis atau elektromagnetis yang dapat memberikan pengaruh membahayakan. Hal ini mengacu pada keselamatan dan kemanan benda benda yang berada

disekitar jaringan bertegangan SUTM. Secara rinci jarak aman jaringan terhadap bangunan atau benda lain dapat dilihat pada tabel 2,1

Tabel 2.1 Jarak aman SUTM

No	Uraian	Jarak Aman
1	Terhadap permukaan jalan raya	≥ 6 meter
2	Balkon rumah	≥ 2,5 meter
3	Atap rumah	≥ 2 meter
4	Dinding bangunan	≥ 2,5 meter
5	Antena TV / Radio, Menara	≥ 2,5 meter
6	Pohon	≥ 2,5 meter
7	Lintasan kereta api	≥ 2 meter dari atap kereta
8	Underbuilt TM-TM	≥ 1 meter
9	Underbuilt TM-TR	≥ 1 meter

(Sumber: Buku Udiklat PLN, 2010)

Khusus terhadap jaringan telekomunikasi, jarak aman minimal adalah 1 meter baik vertical maupun horizontal. Bila dibawah JTM terdapat JTR, jarak minimal antara JTM dengan kabel LVTC JTR dibawahnya minimal 120 cm.

Penyebab gangguan yang terjadi pada SUTM dapat berasal dari internal maupun eksternal. Penyebab gangguan dari internal SUTM antara lain adalah :

1. Tegangan lebih dan arus tak normal
2. Pemasangan tidak baik
3. Penuaan / umur yang telah usang
4. Beban lebih (overload)
5. Kegagalan kerja pada peralatan pengaman yang terpasang

Sedangkan beberapa gangguan dari eksternal untuk SUTM antara lain :

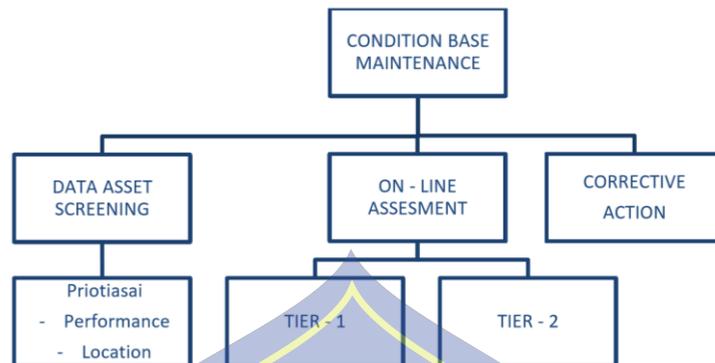
1. Angin yang menyebabkan dahan/ranting pohon mengenai SUTM.
2. Surja petir
3. Kegagalan atau kerusakan peralatan pada saluran
4. Hujan dan cuaca
5. Binatang yang mendekati jaringan SUTM

Beberapa jenis gangguan pada SKTM yang bersifat permanen, dan untuk mengatasinya diperlukan tindakan korektif dan menghilangkan gangguan tersebut.

D. Inspeksi dan Pemeliharaan Penyulang

Sebelum dilakukannya pemeliharaan penyulang Asabri untuk mengurangi potensi gangguan, maka diperlukan inspeksi untuk mengetahui kondisi terkini dari penyulang Asabri dan mendata peralatan SUTM yang perlu dipelihara dan pohon yang perlu di rampal.

Untuk itu perlu dilakukan pemeliharaan dengan mengacu pada standar pemeliharaan SUTM yang ada, yaitu Surat Edaran Direksi No. 0018.E/DIR/2014 mengenai Metode Pemeliharaan Saluran Udara Tegangan Menengah Kaidah Manajemen Aset. Kegiatan pemeliharaan SUTM ini dilakukan melalui beberapa tahapan, yaitu *screening*, *online assessment tier – 1*, *online assessment tier – 2* dan *corrective action*. Berikut ini adalah bagan pemeliharaan sesuai metode pemeliharaan saluran udata tegangan menengah kaidah managemen asset.



Gambar 2.10. Strategi Pemeliharaan SUTM

1. Tahapan *Screening*

Tahapan *Screening* ini adalah tahapan awal dari suatu pemeliharaan yang bertujuan untuk membuat daftar urutan prioritas pemeliharaan SUTM yang akan dilakukan tahap *online assessment*.

2. Tahapan *Online Assesment*

a. TIER – 1

Tahapan *online assessment tier-1* dilakukan pada kondisi sistem jaringan SUTM beroperasi dan bertujuan untuk melakukan pemeriksaan/inspeksi secara visual terhadap kondisi SUTM yang meliputi peralatan yang terpasang, kebersihan jaringan, dan jarak ROW pada SUTM. Hasil inspeksi pada tahapan *online assessment tier-1* akan menjadi dasar pelaksanaan tindakan perbaikan (*corrective action*).

Hal – hal yang di inspeksi pun mengikuti matriks hasil *online assessment tier-1* pada SUTM berikut ini.

Tabel 2.2 Matriks hasil online assessment tier-1 pada SUTM

Teknik Diagnosa	Item Diagnosa	Deskripsi Kondisi Baik
Kebersihan ROW	Pohon	Minimal berjarak 2,5 meter dari Jaringan
	Bambu	Minimal berjarak 2,5 meter dari Jaringan
	Layangan	Bersih dari rangka/benang
	Bangunan	Minimal berjarak 2,5 meter dari Jaringan
	Umbul-umbul	Minimal berjarak 2,5 meter Jaringan
Visual Equipment	Tiang	Tegak dan tidak retak
	Kawat	Andongan Normal tidak terburai
	<i>Arrester</i>	Fisik dan konstruksi baik
	<i>Grounding</i>	Terpasang dengan baik dan rapi
	<i>Fuse Cut</i>	Fisik dan konstruksi baik
	Kawat	Tidak terburai / rantas
	<i>Arm-tie</i>	Fisik dan konstruksi baik
	<i>Travers</i>	Fisik dan konstruksi baik
	<i>Isolator</i>	Fisik dan konstruksi baik
	<i>Top-ties</i>	Terpasang dengan baik
	<i>Jumper</i>	Terpasang dengan baik
	<i>Skur/Druck</i>	Terpasang dengan baik dan bersih dari pohon rambat

b. TIER-2

Tahapan online assessment tier-2 dilakukan dalam kondisi sistem beroperasi dan bertujuan untuk memeriksa kondisi SUTM dan peralatan yang terpadang pada SUTM dengan menggunakan peralatan inspeksi khusus. Hasil pemeriksaan pada tahapan online assessment tier-2 ini akan menghasilkan nilai health index yang selanjutnya akan dilaksanakan pembuatan jadwal untuk pemeliharaan preventif. Health index akan diperbarui setelah adanya pelaksanaan pemeliharaan preventif pada jaringan SUTM.

Salah satu alat inspeksi khusus untuk melakukan tahapan online assessment tier-2 adalah menggunakan thermovision. *Thermovision* adalah alat yang digunakan untuk mengukur suhu suatu benda dan dapat menunjukkan secara visual suhu benda tersebut. Pengukuran suhu menggunakan alat thermovision dilakukan malam hari ketika waktu beban puncak (WBP). Hal ini agar suhu komponen dan peralatan yang diukur merupakan suhu tertinggi dan tidak dipengaruhi oleh suhu lingkungan sekitar. Pengukuran suhu pada komponen dan peralatan JUTM ditujukan untuk mengetahui suhu dari komponen dan peralatan JUTM tersebut, karena suhu yang tinggi menandakan bahwa pada titik tersebut terdapat arus listrik yang berlebih. Komponen dan peralatan listrik yang bersuhu tinggi menandakan bahwa kondisi peralatan tersebut sudah tidak baik lagi. Hal ini dapat menjadi salah satu penyebab yang mengakibatkan gangguan pada Penyulang yang dapat menyebabkan trip. Untuk itu perlu dilakukan inspeksi terhadap suhu peralatan dan komponen pada JUTM untuk menjaga kehandalan sistem tenaga listrik.

Berikut matriks hasil pengukuran suhu untuk mengetahui kondisi peralatan dan komponen JUTM.

Table 2.3 Matriks hasil online assessment tier-2 pada SUTM

Kriteria	ΔT Terhadap Komponen Pemanding Sejenis	ΔT Terhadap Ambient Temperature
Baik	$\Delta T < 3^{\circ}\text{C}$	$\Delta T < 10^{\circ}\text{C}$
Cukup	$3^{\circ}\text{C} \leq \Delta T \leq 10^{\circ}\text{C}$	$10^{\circ}\text{C} \leq \Delta T \leq 20^{\circ}\text{C}$
Kurang	$10^{\circ}\text{C} \leq \Delta T \leq 15^{\circ}\text{C}$	$20^{\circ}\text{C} \leq \Delta T \leq 40^{\circ}\text{C}$
Buruk	$\geq 15^{\circ}\text{C}$	$\geq 40^{\circ}\text{C}$

E. Keandalan Sistem Jaringan Distribusi

Keandalan jaringan tenaga listrik adalah parameter kontinuitas penyaluran energi tenaga listrik kepada konsumen, terutama pada pelanggan konsumen potensial daya besar yang membutuhkan kontinuitas penyaluran tenaga listrik secara mutlak. Menurut Pabla (1994:107) Keandalan yaitu probabilitas bahwa suatu peralatan yang bekerja dengan baik dalam jangka waktu tertentu. Struktur jaringan tegangan menengah memainkan peranan penting dalam menentukan keandalan distribusi energi listrik, karena jaringan yang baik memungkinkan untuk bisa melakukan manuver tegangan dengan meminimalisir lokasi gangguan dan energi tak tersalur bisa dipindahkan pada sistem jaringan lain.

Kontinuitas pelayanan yang merupakan salah satu unsur penting dari kualitas pelayanan diukur dari kondisi sistem yang rapi dan terawat. Jaringan distribusi sebagai penyalur energi listrik mempunyai tingkat kontinuitas tergantung kepada susunan saluran dan cara kerjanya. Parameter keandalan yang biasa digunakan untuk mengevaluasi sistem distribusi adalah frekuensi pemadaman akibat gangguan / kegagalan rata rata tiap tahun, durasi rata-rata pemadaman listrik setiap tahunnya (Rahmat et al, 2013)

Berdasarkan parameter keandalan dasar, beberapa indeks keandalan dapat dievaluasi secara keseluruhan, yaitu SAIFI (System Average Interruption Frequency Index) dan SAIDI (System Average Interruption Duration Index).

1. SAIFI (System Average Interruption Frequency Index)

SAIFI (System Average Interruption Frequency Index) adalah indeks yang dilihat dari frekuensi / jumlah pemadaman rata – rata tiap periode yang merupakan jumlah perkalian frekuensi pemadaman dan pelanggan padam dibagi dengan total jumlah pelanggan pada *section* tersebut. Secara matematis dapat dituliskan sebagai berikut :

$$SAIFI = \frac{\text{jumlah dari perkalian frekuensi padam dan pelanggan padam}}{\text{jumlah total pelanggan yang terlayani}}$$

$$SAIFI = \frac{\sum \lambda_i N_i}{\sum N_i} \quad (\text{Persamaan 2.1})$$

dimana :

λ_i = frekuensi padam pada *section* i.

N_i = jumlah pelanggan pada *section* i.

2. SAIDI (System Average Interruption Duration Index)

SAIDI (System Average Interruption Duration Index) adalah indeks yang dilihat dari durasi lamanya pemadaman rata – rata tiap tahun yang merupakan jumlah dari perkalian lama padam dan pelanggan padam dibagi dengan jumlah total pelanggan pada *section* tersebut. Dapat dituliskan dalam bentuk persamaan matematis sebagai berikut :

$$SAIDI = \frac{\text{jumlah dari perkalian jam padam dan pelanggan padam}}{\text{jumlah total pelanggan yang terlayani}}$$

$$SAIDI = \frac{\sum U_i N_i}{\sum N_i} \quad (\text{Persamaan 2.2})$$

dimana :

U_i = durasi pemadaman / gangguan pada section i.

N_i = jumlah pelanggan pada section i.

3. Standarisasi Nilai SAIFI dan SAIDI

Untuk mengukur suatu keandalan sistem tenaga listrik maka diperlukan patokan / standar yang berguna untuk menilai keadaan sistem dalam kondisi baik atau dalam keadaan sakit. Standar yang digunakan yaitu standar PLN (SPLN).

1. Standar Nilai Indeks Keandalan SPLN 68-2:1986

Berikut ini tabel yang menunjukkan standar indeks keandalan pada peraturan SPLN (Standar perusahaan Listrik Negara) No 68-2:1986, yaitu :

Tabel 2.4 Standar Indeks Keandalan SPLN

Indeks Keandalan	Standar Nilai	Satuan
SAIFI	3,2	kali/tahun
SAIDI	21,09	jam/tahun

(Sumber : SPLN 68-2:1986)

Untuk standar SPLN 62 – 2 : 1986 untuk daerah sualwesi maka dikalikan faktor penyesuaian sebesar 1,3. Jadi :

SAIFI : $3,2 \times 1,3 = 4,16$ kali/tahun

SAIDI : $21,09 \times 1,3 = 27,4$ jam/ tahun

Jadi tabel standar nilai indeks SAIFI dan SAIDI pada penelitian Penyulang Asabri di PT PLN ULP Panakkukang adalah sebagai berikut :

Tabel 2.5 Standar Indeks SAIFI dan SAIDI Penyulang Asabri

Indeks Keandalan	Standar Nilai	Satuan
SAIFI	4,16	kali/tahun
SAIDI	27,4	jam/tahun

F. Statistical Package for the Social Sciences (SPSS)

SPSS adalah sebuah program komputer yang digunakan untuk membuat analisis statistika. SPSS dipublikasikan oleh SPSS inc. SPSS (*statistical package for the social sciences*) atau paket statistik untuk ilmu sosial versi pertama dirilis pada tahun 1968, diciptakan oleh Norman Nie seorang lulusan fakultas ilmu politik dari stanford university, yang sekarang menjadi profesor peneliti fakultas ilmu politik di university of chicago. Semula SPSS digunakan hanya untuk ilmu sosial saja, tapi perkembangan berikutnya digunakan untuk berbagai disiplin ilmu sehingga kepanjangannya berubah menjadi (*statistical product and service solution*). SPSS digunakan oleh peneliti pasar, peneliti kesehatan, perusahaan survei, pemerintah, peneliti pendidikan, organisasi pemasaran dan sebagainya. Selain analisis statistika manajemen data (kamus metadata ikut dimasukkan bersama data) juga merupakan fitur-fitur dari software dasar SPSS. Statistik yang termasuk *software* dasar SPSS yaitu :

- Statistik Deskriptif : Tabulasi Silang, frekuensi, Deskripsi, penelusuran statistik, deskripsi rasio
- Statistik Bivariat : Rata-rata, Test, ANOVA, Korelasi (*bivariat, parsial, jarak nonparametric tests*).
- Prediksi Hasil Numerik : Regresi Linier
- Prediksi untuk mengidentivikasi kelompok : analisis faktor, *analisis cluster, (two-step, K-means, hierakis)*, Diskriminan.

Pada Penelitian ini menggunakan beberapa pengujian pada aplikasi SPSS yaitu :

1. Uji Asumsi Klasik

Uji asumsi klasik merupakan prasyarat analisis regresi berganda, pengujian ini harus dipenuhi agar penaksiran parameter dan koefisien regresi tidak bias. Pengujian asumsi klasik ini meliputi uji normalitas, uji multikolinearitas, uji autokorelasi dan uji heteroskedastisitas.

1.1 Uji Normalitas Data

Uji Normalitas digunakan untuk mengetahui populasi data berdistribusi normal atau tidak. Uji ini digunakan untuk mengukur data berskala ordinal, interval ataupun rasio. Pengujian normalitas data menggunakan uji Kolmogorov-Smirnov (Kolmogorov-Smirnov Test) dengan melihat signifikansi dari residual yang dihasilkan dan pendekatan grafik normal probability plot. Deteksi normalitas dengan melihat penyebaran data (titik) pada sumbu diagonal dari grafik, data dinyatakan berdistribusi normal jika signifikansi lebih besar dari 5% atau 0,05. (Ghozali, 2013)

1.2 Uji Multikolinearitas

Pengujian ini diharapkan dapat melihat apakah paling tidak terdapat dua faktor bebas yang berkorelasi secara lurus. Jika keadaan sekarang ini terjadi, kita akan menghadapi kesulitan dalam membedakan dampak dari setiap variabel bebas pada variabel terikat. Untuk mengidentifikasi adanya efek samping multikolinearitas pada model pemeriksaan, cenderung dilihat dari nilai resistansi atau nilai *Fluctuation Expansion Component*

(VIF). Batas toleransi > 0.10 dan batas VIF < 10.00 , sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak ada multikolinearitas antara faktor-faktor variable bebas.

1.3 Uji Heterokedastisitas

Uji heteroskedastisitas ini dimaksudkan untuk menguji informasi dalam model regresi dimana terjadi ketidakseimbangan residual dari persepsi satu ke persepsi lainnya. Jika terjadi residual tetap dari satu persepsi kemudian ke persepsi berikutnya, disebut homoskedastisitas dan menganggapnya berbeda disebut heteroskedastisitas. Model regresi yang baik adalah model yang tidak terjadi heteroskedastisitas (Ghozali, 2013).

Dasar pengambilan keputusan pada uji ini adalah jika nilai signifikansi $\geq 0,05$ maka dapat disimpulkan tidak terjadi masalah heteroskedastisitas, namun sebaliknya jika nilai signifikansi $< 0,05$ maka dapat disimpulkan terjadi masalah heteroskedastisitas

1.4 Uji Autokorelasi

Uji autokorelasi untuk melihat ada tidaknya hubungan antara periode t dengan time periode sebelumnya $(t - 1)$. Pada dasarnya pemeriksaan analisis regresi adalah untuk melihat pengaruh faktor variable bebas terhadap variabel terikat, sehingga tidak boleh ada hubungan antara persepsi dan informasi persepsi sebelumnya.

2. Uji Regresi Berganda

Setelah semua uji asumsi klasik terpenuhi selanjutnya dilakukan analisis regresi linier berganda, untuk menguji

pengaruh Variabel independen terhadap Variabel dependen.

2.1 Uji koefisien Determinasi (R^2)

Uji koefisien determinasi (R^2) dimaksudkan untuk melihat kemampuan model dalam menerangkan variasi variable dependen (Ghozali, 2005). Nilai R^2 berada antara 0 dan 1. Semakin mendekati nilai 1 atau 100% maka semakin besar pengaruh variable independent terhadap variable dependen.

3. Uji Hipotesis

Pengujian hipotesis dalam pembahasan ini menggunakan analisis regresi linier berganda. Artinya menentukan pengaruh variabel independen terhadap variabel dependen. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh antara variabel independent dengan variabel dependen secara simultan dengan uji T (t test) dan secara parsial dengan uji F (F-test) dengan tingkat signifikansi sebesar (α)5% atau $\alpha = 0,05$

3.1 Uji T (Partial)

Uji t (parsial) ini pada dasarnya menunjukkan seberapa jauh pengaruh satu variabel bebas secara terpisah dalam memahami variabel terikat. Uji parsial ini diselesaikan dengan melihat nilai (alpha) dengan sig . Jika nilai sig < (0,05), H_0 ditolak/signifikan. Jadi dapat dikatakan bahwa ada pengaruh secara parsial antara variable independen dan variabel dependen, begitu juga sebaliknya.

3.2 Uji F (Simultan)

Uji statistik F pada dasarnya menunjukkan seberapa jauh pengaruh variabel independen secara simultan dalam menerangkan variabel dependen. Uji simultan ini dilakukan dengan membandingkan nilai α (alpha) dengan nilai Sig.

Apabila nilai Sig < α (0,05), maka H_0 ditolak. Sehingga dapat dikatakan terdapat pengaruh secara simultan antara variabel independen dengan variabel dependen, dan sebaliknya jika nilai Sig > α (0,05), maka H_0 diterima yang artinya tidak terdapat pengaruh antara variabel independen terhadap variabel dependen secara simultan.



BAB III

METODE PENELITIAN

A. Tempat & Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada tanggal 09 Mei 2022 – 20 Mei 2022 di kantor PT PLN (Persero) UP3 Makassar Selatan.

B. Alat dan Bahan

Dalam penelitian ini, peneliti menggunakan alat dan bahan sebagai berikut :

1. Laptop
2. Alat tulis
3. Kalkulator
4. Software aplikasi olah data IBM-SPSS (Statistical Package Social Sciences) versi 21.0

C. Metode Penelitian

Dalam melakukan penelitian ini, peneliti mengumpulkan data yang diperlukan. Adapun metode yang digunakan yaitu observasi, dokumentasi dan wawancara.

1. Observasi

Pengumpulan data dengan cara observasi merupakan dilakukan dengan cara memilih tempat lokasi penelitian. Data yang diperoleh lewat pengamatan langsung peneliti antara lain meliputi data gangguan Penyulang Asabri periode 2019 – 2021 dan *single line* di PT PLN (Persero) UP3 Makassar Selatan .

2. Dokumentasi

Pengambilan data dengan cara metode dokumentasi dilakukan dengan mencari beberapa referensi yang berkaitan dengan pokok pembahasan gangguan pada saluran primer (tegangan menengah)

atau sering disebut dengan Penyulang atau *Feeder*. Peneliti mencari jurnal, buku, serta peraturan dalam pengoperasian sistem tenaga listrik yang dimiliki oleh pihak PT PLN (Persero) .

3. Wawancara

Pengumpulan data dengan teknik ini dilakukan dengan mewawancarai secara langsung Bapak Iswanto sebagai Supervisor Teknik Pemeliharaan Jaringan Distribusi PLN UP3 Makassar Selatan beserta jajarannya dan Bapak Haryadi Kasim sebagai Supervisor PDKB (Pekerjaan Dalam Keadaan Bertegangan) PLN UP3 Makassar Selatan beserta jajarannya. Hal ini dilakukan karena melihat bahwa terdapat kekurangan serta pertanyaan baru dari data yang diperoleh dari proses observasi. Metode ini dilakukan guna mengetahui kondisi *real* yang terjadi di lapangan sehingga peneliti dapat dengan akurat mengolah data serta mengetahui penyimpangan-penyimpangan yang terjadi di lapangan.

D. Teknik Analisa Data

Untuk melakukan analisa penelitian ini untuk mengetahui indeks SAIDI dan SAIFI dan menganalisis faktor dominan penyebab gangguan pada Penyulang Asabri di PT PLN (Persero) ULP Panakkukang. Sehingga bisa dijadikan sebagai bahan evaluasi dan acuan pihak PT PLN (Persero) ULP Panakkukang untuk memperbaiki sistem pada Penyulang Asabri pada sisi Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM) 20 kV lebih optimal.

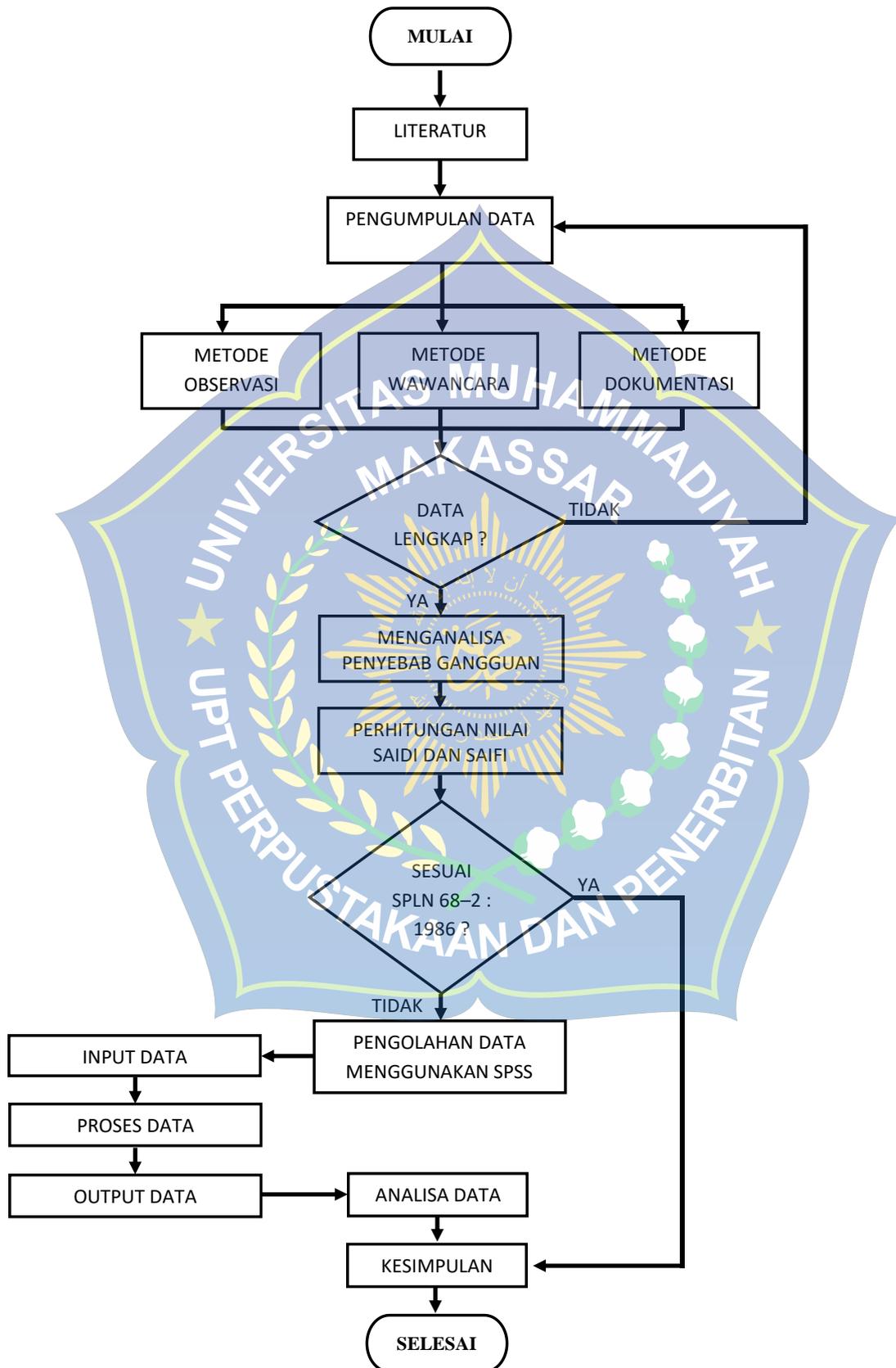
Penelitian ini dilakukan dengan bantuan software Statistical Package Social Scienses (SPSS). Proses pengolahan data pada SPSS ini dilakukan agar mendapatkan korelasi antara faktor penyebab gangguan terhadap indeks SAIDI dan SAIFI pada Penyulang Asabri dari bulan Januari tahun 2019 sampai dengan bulan Desember 2021.

Metode analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis deskriptif dan model regresi dengan Teknik pengolahan data dilakukan dengan menggunakan program komputer SPSS versi 21.0

E. *Flowchart* Penelitian

Flowchart (bagan alir) penelitian merupakan diagram alur dari serangkaian proses atau kegiatan penelitian untuk mempermudah dalam menganalisa data yang akan diolah sekaligus sebagai peta untuk menyederhanakan langkah – langkah kegiatan penelitian. Berikut *flowchart* penelitian yang dilakukan penulis.





Gambar 3.1. Flowchart Penelitian

Flowchart penelitian di bagi menjadi beberapa tahap, yaitu :

1. Tahap studi literatur

Tahap ini merupakan tahap awal penelitian mencari dan mempelajari berbagai referensi yang mengacu dari berbagai sumber, baik dari buku maupun dari tugas akhir yang dijadikan referensi untuk memperoleh data dan teori-teori yang dibutuhkan untuk mendukung dalam melakukan penelitian. Studi literatur ini dilaksanakan untuk memperoleh masukan mengenai objek yang akan diteliti. Melalui studi ini, diharapkan dapat memperoleh informasi mengenai permasalahan yang akan diangkat dalam penelitian dan variabel-variabel yang terkait masalah tersebut.

2. Tahap pengumpulan data

Tahap ini dilakukan untuk pengumpulan data data yang diperlukan untuk penelitian, data yang dikumpulkan melalui metode observasi, wawancara dan dokumentasi, data yang diperlukan dalam penelitian ini adalah rekap gangguan penyulang asabri selama periode tahun 2019 – 2021

3. Tahap menganalisa penyebab gangguan

Tahap ini dilakukan sebagai Langkah awal yaitu menganalisa penyebab gangguan selama periode 36 bulan (Januari 2019 – Desember 2021) dan dipetakan menurut variabel penyebab gangguan dan bulan.

4. Tahap perhitungan nilai SAIDI dan SAIFI

Pada tahap ini yaitu menghitung indeks keandalan jaringan pada penyulang Asabri selama 36 bulan untuk menentukan keandalan setiap bulannya sesuai SPLN 68-2:1986.

5. Tahap pengolahan data dan analisis data

Tahap ini dilakukan dengan aplikasi SPSS dengan metode deskriptif dan regresi linier berganda untuk mendapatkan hasil penyebab gangguan pada penyulang Asabri selama 36 bulan.

6. Tahap kesimpulan

Tahap ini dilakukan untuk mendapatkan hasil penelitian pada penyulang Asabri.



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Data Penyulang Bermasalah

PT PLN (Persero) UP3 Makassar Selatan sendiri memiliki 6 ULP (Unit Layanan Pelanggan) dan 87 Penyulang. Salah satu ULP yang melayani kelistrikan kota Makassar adalah ULP Panakkukang.

ULP Panakkukang memiliki 27 Penyulang dengan total gardu distribusi sebanyak 911 buah dengan total daya trafo distribusi sebesar 186,745 kVA dan panjang JTM 193,72 kms.

Penyulang dengan gangguan terbanyak di ULP Panakkukang yang menyuplai Kota Makassar adalah Penyulang Asabri sebanyak 65 kali trip selama periode tahun 2021. Dalam menentukan penyulang yang akan diangkat menjadi bahasan pada laporan skripsi kali ini Penyulang yang berada di bawah ULP Panakukkang selaku sub-unit tempat penulis melakukan penelitian, yaitu Penyulang Asabri dikarenakan di kota Makassar yang banyak industri dan perkantoran sehingga membutuhkan suplai listrik yang handal dan terjamin dari sisi kualitas tegangan dan keandalan pasokan listrik.

Berikut data 10 Penyulang dengan frekuensi trip terbanyak yang berada di ULP Panakukkang yang menjadikan dasar peneliti untuk melakukan penelitian lebih instens sehingga nantinya mendapatkan kualitas penelitian yang baik dan bisa dijadikan referensi.

Tabel 4.1. Data 10 Penyulang bermasalah sampai dengan akhir tahun 2021 Di Kota Makassar

Penyulang	Gangguan TWR 1	Gangguan TWR 2	Gangguan TWR 3	Gangguan TWR 4	Total
Asabri	11	28	9	17	65
UNM	22	8	7	14	51
Kassi	24	7	6	8	45
Alauddin	11	11	0	23	45
Kodam	27	8	0	1	36
Rappocini	13	5	4	11	33
Ikip	13	2	4	9	28
Antang	6	1	0	6	13
Salemba	0	0	0	4	4
Latanete	2	0	0	0	2

(sumber : Data PLN UP Makassar Selatan 2021)

Dari tabel 4.1 diketahui bahwa Penyulang bermasalah ULP Panakukang masih banyak terjadi gangguan pada penyulang-penyulang yang ada. Pada tabel diatas penyulang dengan gangguan tertinggi adalah Penyulang Asabri dengan 65 kali gangguan (*Trip*) selama periode tahun 2021 dan penyulang dengan gangguan JUTM paling sedikit adalah penyulang Latanete sebanyak 2 kali trip selama tahun 2021. Peneliti akan menghitung seberapa handal Penyulang Asabri dilihat dari faktor indeks SAIDI dan SAIFI dan menganalisis apakah Penyulang Asabri ini memenuhi standar yang di tentukan oleh PT PLN (Persero) dan peneliti akan menganalisis faktor penyebab gangguan yang berada pada Penyulang Asabri selama periode tahun 2019 sampai dengan periode tahun 2021 dengan menggunakan metode statistic yaitu dengan aplikasi SPSS.

B. Analisa Data Penyulang Asabri

Penyulang Asabri merupakan salah satu dari 27 penyulang yang ada di bawah kendali ULP Panakukkang. Penyulang Asabri sendiri ini merupakan penyulang dengan jumlah gangguan terbanyak yang ada di ULP Panakukkang sebanyak 65 kali trip. Awal penelitian

ini yaitu dengan melihat diagram satu garis untuk mengetahui data yang berada pada Penyulang Asabri.

Tabel 4.2. Data Penyulang Asabri

GARDU INDUK	PENYULANG	PANJANG JTM (KMS)	TOTAL GARDU	JUMLAH PELANGGAN
TELLO	ASABRI	19,51	68	10.974

(sumber : Data PLN UP3 Makassar Selatan 2021)

Penyulang Asabri adalah penyulang paling penting yang ada di ULP Panakkukang karena merupakan salah satu Penyulang terpanjang yang ada di ULP Panakkukang dengan panjang 19,51 kms dengan total trafo distribusi sebanyak 68 buah dan jumlah pelanggan sebanyak 10.974 pada akhir tahun 2021. Penyulang ini disuplai oleh Gardu Induk Tello dan pangkal penyulang berada di jalan Baruga Raya dan menyuplai semua perumahan elit di baruga dan menyuplai beberapa perkantoran dan industri yang berada di sekitar Baruga dan Antang.

Penyulang Asabri dilengkapi dengan LBS motorize sebanyak 4 buah yaitu LBS motorize Baruga, LBS motorize UVRI, LBS motorize Nipa Nipa dan LBS motorize Hasdim. LBS Hasdim ini dapat diparalel dengan Penyulang Antang.

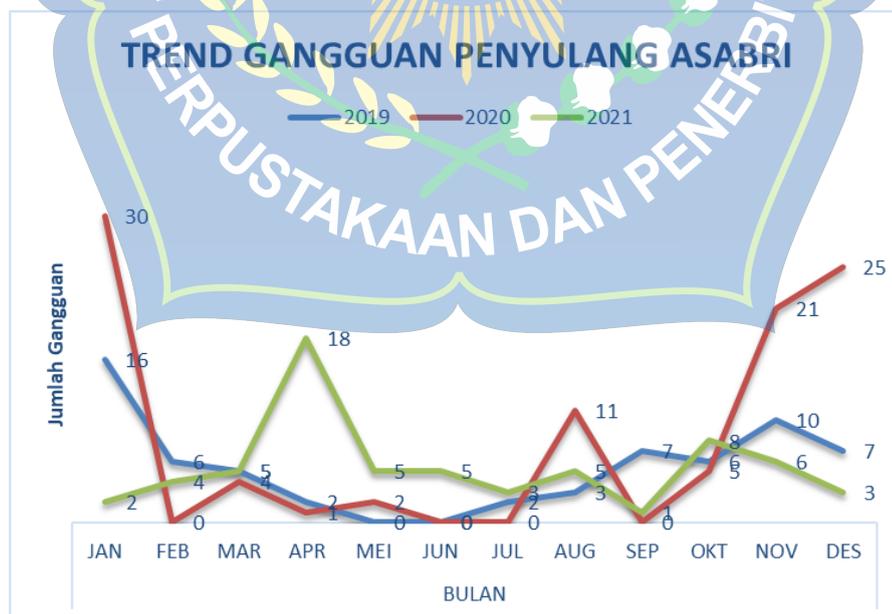
Berikut diagram satu garis dan data aset Penyulang Asabri.

Tabel 4.3. Data Gangguan Penyulang Asabri Tahun 2019 - 2021

TAHUN	BULAN												TOTAL
	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES	
2019	16	6	5	2	0	0	2	3	8	6	10	7	64
2020	30	0	4	1	2	0	0	11	2	5	21	25	99
2021	2	4	5	18	5	5	3	5	1	8	6	3	65

(sumber : Data PLN UP3 Makassar Selatan 2021)

Berdasarkan tabel 4.3, dalam periode 3 tahun terakhir grafik gangguan yang terjadi masih cukup tinggi yaitu pada tahun 2019 terjadi gangguan sebanyak 64 kali pemadaman listrik, pada tahun 2020 sebanyak 99 kali gangguan dan pada tahun 2021 terjadi pemadaman akibat gangguan sebanyak 65 kali. Angka tertinggi gangguan pada Penyulang Asabri terjadi pada tahun 2020 yaitu dengan jumlah 99 kali. Untuk periode gangguan terbanyak dalam satu tahun terjadi pada Triwulan IV yaitu di bulan Oktober hingga Desember. Berikut ini adalah grafik gangguan Penyulang Asabri tahun 2019 – 2021 :



Grafik 4.1 Trend Gangguan Penyulang Asabri tahun 2019 – 2021

(sumber : Data PLN UP3 Makassar Selatan 2019 - 2021)

Faktor penyebab terjadinya gangguan atau pemadaman yang menyebabkan indeks SAIDI dan SAIFI dikelompokkan menjadi 7 faktor yaitu komponen JUTM, pekerjaan jaringan, pohon, pihak ke III / binatang, cuaca buruk, tidak jelas (tidak ditemukan indikasi penyebab gangguan), dan lain lain. Tabel di bawah ini adalah faktor penyebab gangguan Penyulang Asabri selama periode tahun 2019 sampai dengan tahun 2021.

Tabel 4.4. Data penyebab gangguan Penyulang Asabri berdasarkan jenis gangguan

Tahun	Penyebab Gangguan							Total
	Komponen JUTM	Pekerjaan Jaringan	Pohon	Pihak ke III / Binatang	Cuaca buruk	Tidak jelas	Lain-Lain	
2019	8	9	7	4	18	14	4	64
2020	3	20	9	4	53	9	1	99
2021	5	6	29	2	13	9	1	65

(sumber : Data PLN UP3 Makassar Selatan 2019 - 2021)

Dari tabel 4.4 dapat di ketahui bahwa selama tahun 2019 dan 2020, gangguan Penyulang Asabri didominasi adanya kondisi cuaca yang abnormal/buruk sehingga menyebabkan konduktor beradu, tiang patah, pohon tumbang dan lainnya sehingga pada tahun 2019 bencana alam menyebabkan gangguan sebanyak 18 kali dan pada tahun 2020 sebanyak 53 kali, pada tahun 2021 faktor penyebab gangguan terbanyak di Penyulang Asabri yaitu pohon sebanyak 29 kali.

Berikut adalah rekapitulasi faktor penyebab gangguan Penyulang Asabri tahun 2019 :

Tabel 4.5. Data penyebab gangguan Penyulang Asabri tahun 2019

No	Bulan	Penyebab Gangguan							Total
		Komponen JUTM	Pekerjaan Jaringan	Pohon	Pihak ke III / Binatang	Bencana Alam / Cuaca	Tidak Jelas	Lain Lain	
1	Januari 2019	0	0	0	4	9	3	0	16
2	Februari 2019	0	0	0	0	0	4	2	6
3	Maret 2019	0	0	0	0	5	0	0	5
4	April 2019	0	0	0	0	0	0	2	2
5	Mei 2019	0	0	0	0	0	0	0	0
6	Juni 2019	0	0	0	0	0	0	0	0
7	Juli 2019	0	1	0	0	0	1	0	2
8	Agustus 2019	0	1	0	0	0	2	0	3
9	September 2019	4	3	0	0	0	0	0	7
10	Oktober 2019	4	1	0	0	0	1	0	6
11	November 2019	0	2	7	0	0	1	0	10
12	Desember 2019	0	1	0	0	4	2	0	7
Total		8	9	7	4	18	14	4	64

(sumber : Data PLN UP3 Makassar Selatan 2019)

Pada tabel 4.5 diatas dapat kita ketahui bahwa faktor penyebab gangguan pada Penyulang Asabri pada tahun 2019 tertinggi terjadi pada bulan januari sebanyak 16 kali trip yang disebabkan oleh cuaca buruk karena pada bulan januari terjadi musim hujan sehingga menyebabkan banyak pohon dan konduktor beradu. Pada bulan mei dan juni tidak terjadi gangguan sama sekali. Pada tahun 2019 penyebab gangguan didominasi oleh cuaca buruk sebanyak 18 kali atau sekitar 28% dari seluruh penyebab gangguan yang terjadi dan penyebab gangguan paling sedikit terjadi dikarenakan pihak ke III / binatang dan lain lain sebanyak 4 kali atau sekitar 4% selama tahun 2019.

Tabel 4.6. Data penyebab gangguan Penyulang Asabri tahun 2020

No	Bulan	Penyebab Gangguan							Total
		Komponen JUTM	Pekerjaan Jaringan	Pohon	Pihak ke III / Binatang	Bencana Alam / Cuaca	Tidak Jelas	Lain Lain	
1	Januari 2020	3	7	0	0	19	1	0	30
2	Februari 2020	0	0	0	0	0	0	0	0
3	Maret 2020	0	0	2	0	1	0	1	4
4	April 2020	0	0	0	1	0	0	0	1
5	Mei 2020	0	0	2	0	0	0	0	2
6	Juni 2020	0	0	0	0	0	0	0	0
7	Juli 2020	0	0	0	0	0	0	0	0
8	Agustus 2020	0	0	5	3	0	3	0	11
9	September 2020	0	0	0	0	0	0	0	0
10	Oktober 2020	0	0	0	0	3	2	0	5
11	November 2020	0	3	0	0	18	0	0	21
12	Desember 2020	0	10	0	0	12	3	0	25
Total		3	20	9	4	53	9	1	99

(sumber : Data PLN UP3 Makassar Selatan 2020)

Pada tabel 4.6 dijelaskan bahwa faktor penyebab gangguan pada Penyulang Asabri pada tahun 2020 tertinggi terjadi pada bulan Januari sebanyak 30 kali trip yang disebabkan oleh 19 kali gangguan cuaca buruk, 7 kali gangguan pekerjaan jaringan, 3 kali gangguan komponen JUTM dan 1 kali gangguan tidak jelas. Pada tahun 2020 faktor penyebab gangguan terbanyak masih disebabkan oleh cuaca buruk yaitu sebanyak 53 kali atau sekitar 52% dari total gangguan selama tahun 2020.

Dibawah ini adalah tabel faktor penyebab gangguan selama tahun 2021

Tabel 4.7. Data penyebab gangguan Penyulang Asabri tahun 2021

No	Bulan	Penyebab Gangguan							Total
		Komponen JUTM	Pekerjaan Jaringan	Pohon	Pihak ke III / Binatang	Bencana Alam / Cuaca	Tidak Jelas	Lain Lain	
1	Januari 2021	0	0	0	1	0	1	0	2
2	Februari 2021	0	1	3	0	0	0	0	4
3	Maret 2021	0	0	5	0	0	0	0	5
4	April 2021	0	1	15	0	0	2	0	18
5	Mei 2021	2	1	0	0	0	2	0	5
6	Juni 2021	0	0	4	0	0	0	1	5
7	Juli 2021	0	0	2	1	0	0	0	3
8	Agustus 2021	0	1	1	0	3	0	0	5
9	September 2021	0	1	0	0	0	0	0	1
10	Oktober 2021	3	1	4	0	0	0	0	8
11	November 2021	0	0	5	0	0	1	0	6
12	Desember 2021	0	0	0	0	0	3	0	3
Total		5	6	39	2	3	9	1	65

(sumber : Data PLN UP3 Makassar Selatan 2021)

Berdasarkan tabel 4.7 faktor penyebab gangguan pada Penyulang Asabri pada tahun 2021 didominasi oleh gangguan pohon yaitu sebanyak 39 kali menyebabkan trip Penyulang atau sekitar 45% dari total gangguan. Gangguan pohon terjadi paling banyak pada bulan April 2021 yaitu sebanyak 15 kali gangguan dan faktor penyebab gangguan terkecil pada tahun 2021 yaitu tidak jelas sebanyak 1 kali trip atau sekitar 1%.

Jadi Selama periode tahun 2019 sampai dengan 2021 terjadi sebanyak 228 kali trip gangguan yang disebabkan oleh 7 faktor penyebab gangguan, faktor penyebab gangguan dari komponen JUTM sebanyak 16 kali atau 7,018%, pekerjaan jaringan sebanyak 35 kali atau 15,35%, pohon sebanyak 55 kali atau sekitar 24,12%, pihak ke III / Binatang sebanyak 10 kali atau sekitar 4,39%, Bencana Alam / cuaca terjadi sebanyak 74 kali atau sebanyak 32,46%, tidak jelas sebanyak 32 kali atau sebanyak 14,04 persen dan penyebab gangguan yang disebabkan oleh lain lain sebanyak 6 kali atau sekitar 2,63% dari total gangguan.

C. Analisis Indeks SAIDI DAN SAIFI Penyulang Asabri

Pada kurun waktu 2019 sampai dengan 2021 pada Penyulang Asabri terjadi beberapa gangguan yang menyebabkan terhentinya aliran listrik ke pelanggan baik di sisi jaringan distribusi primer maupun jaringan distribusi sekunder. Untuk menghitung atau mencari indeks keandalan suatu jaringan tegangan menengah diperlukan suatu standar perhitungan untuk mencari indeks keandalan yaitu SAIDI dan SAIFI, Berikut adalah hasil perhitungan indeks nilai SAIDI dan SAIFI periode tahun 2019 sampai dengan 2021 lamanya padam dan jumlah pelanggan yang terdampak karena adanya gangguan sistem distribusi 20 kV.

Berikut ini adalah Perhitungan nilai Indeks SAIDI dan SAIFI Penyulang Asabri :

Tabel 4.8. Perhitungan nilai SAIDI dan SAIFI tahun 2019

No	Bulan	Total Pelanggan	Pelanggan Padam	Lama Padam (Jam)	Jam x Pelanggan Padam
1	Januari 2019	7597	2.786	7,07	19697,02
2	Februari 2019	7597	2741	0,6	1644,6
3	Maret 2019	7597	2649	2,35	6225,15
4	April 2019	7597	3.563	0,96	3420,48
5	Mei 2019	7597	0	0	0
6	Juni 2019	7597	0	0	0
7	Juli 2019	7597	4875	0,16	780
8	Agustus 2019	7597	2802	1,28	3586,56
9	September 2019	7597	2122	3,03	6429,66
10	Oktober 2019	7597	2.965	2,14	6345,1
11	November 2019	7597	2297	4,53	10405,41
12	Desember 2019	7597	3669	6,51	23885,19
Akumulatif		7597	30.469	28,63	82419,17

Perhitungan nilai SAIDI dan SAIFI tahun 2019

1. Hasil perhitungan pada bulan Januari tahun 2019

$$\text{SAIDI} = \frac{\sum C_i \times n_i}{\sum N} = \frac{2.786 \times 7,07}{7597} = 2,592736607$$

= 2,592736607 Jam padam/pelanggan

$$\text{SAIFI} = \frac{C_i}{N} = \frac{2.786}{7597} = 0,366723707 \text{ kali / pelanggan}$$

2. Hasil perhitungan pada bulan Februari tahun 2019

$$\text{SAIDI} = \frac{\sum C_i \times n_i}{\sum N} = \frac{2741 \times 0,6}{7597} = 0,21648019$$

= 0,21648019 Jam padam/pelanggan

$$\text{SAIFI} = \frac{C_i}{N} = \frac{2741}{7597} = 0,360800316 \text{ kali/pelanggan}$$

3. Hasil perhitungan pada bulan Januari 2019 - Desember tahun 2019

$$\text{SAIDI} = \frac{\sum C_i \times n_i}{\sum N} = \frac{30.469 \times 28,63}{7597} = 10,8489101$$

= 10,8489101 Jam padam/pelanggan/tahun

$$\text{SAIFI} = \frac{C_i}{N} = \frac{30.469}{7597} = 4,010662103 \text{ kali/pelanggan/tahun}$$

Jadi nilai indeks SAIDI dan SAIFI pada tahun 2019 adalah sebagai berikut :

Tabel 4.9. Nilai SAIDI dan SAIFI tahun 2019

No	Bulan	SAIDI	SAIFI	ENS
1	Januari 2019	2,592736607	0,366723707	7181,51
2	Februari 2019	0,21648019	0,360800316	635,35
3	Maret 2019	0,81942214	0,348690272	2297,03
4	April 2019	0,450240885	0,469000921	1075,36
5	Mei 2019	0	0	0
6	Juni 2019	0	0	0
7	Juli 2019	0,102672107	0,641700671	347,37
8	Agustus 2019	0,472102146	0,368829801	1643,17
9	September 2019	0,846341977	0,279320785	2632,57
10	Oktober 2019	0,835211268	0,390285639	3304,88
11	November 2019	1,369673555	0,302356193	9661,72
12	Desember 2019	3,144029222	0,482953798	6965,34
★ Akumulatif		10,8489101	4,010662103	35744,3

Pada tabel 4.9 diatas, Nilai Indeks SAIDI dan SAIFI pada Penyulang Asabri tahun 2019 secara kumulatif dari bulan januari sampai dengan bulan desember 2019 adalah SAIDI 10,84 jam/pelanggan/ tahun dan nilai Indeks SAIFI 4 kali/pelanggan/ tahun.

Selama terjadinya gangguan pemadaman listrik dikarenakan gangguan, *Energy Not Sale* atau energi yang tidak tersalurkan selama terjadinya gangguan adalah sebesar 35,74 MWh. Jadi Selama kurun waktu 2019, PT PLN (Persero) ULP Panakkukang mengalami kerugian sebesar 35,74 MWh yang tidak dapat terjual ke pelanggan dan kerugian disisi pelanggan yaitu mengalami pemadaman.

Di bawah ini adalah data untuk menentukan nilai indeks SAIDI dan SAIFI tahun 2020.

Tabel 4.10. Perhitungan nilai SAIDI dan SAIFI tahun 2020

No	Bulan	Total Pelanggan	Pelanggan Padam	Lama Padam (Jam)	Jam x Pelanggan Padam
1	Januari 2020	8066	2.954	24,17	71398,18
2	Februari 2020	8066	0	0	0
3	Maret 2020	8066	4434	0,05	221,7
4	April 2020	8066	3.734	0,03	112,02
5	Mei 2020	8066	4033	0,04	161,32
6	Juni 2020	8066	0	0	0
7	Juli 2020	8066	0	0	0
8	Agustus 2020	8066	2933	2,72	7977,76
9	September 2020	8066	0	0	0
10	Oktober 2020	8066	2.309	0,05	115,45
11	November 2020	8066	2854	8,17	23317,18
12	Desember 2020	8066	2850	3,27	9319,5
Akumulatif		8066	26.101	38,5	112623,11

Perhitungan nilai SAIDI dan SAIFI tahun 2020

1. Hasil perhitungan pada bulan Januari 2020

$$\text{SAIDI} = \frac{\sum C_i \times n_i}{\sum N} = \frac{2.954 \times 24,17}{8066} = 8,8517456$$

$$= 8,8517456 \text{ Jam padam/pelanggan/tahun}$$

$$\text{SAIFI} = \frac{C_i}{N} = \frac{2.954}{8066} = 0,36622861 \text{ kali/pelanggan/tahun}$$

2. Hasil perhitungan pada bulan Maret 2020

$$\text{SAIDI} = \frac{\sum C_i \times n_i}{\sum N} = \frac{4.434 \times 0,05}{8066} = 0,02748574$$

$$= 0,02748574 \text{ Jam padam/pelanggan/tahun}$$

$$\text{SAIFI} = \frac{C_i}{N} = \frac{4.434}{8066} = 0,54971485 \text{ kali/pelanggan/tahun}$$

3. Hasil perhitungan pada bulan Januari 2020 - Desember tahun 2020

$$\text{SAIDI} = \frac{\sum C_i \times n_i}{\sum N} = \frac{26.101 \times 38,5}{8066} = 13,9626965$$

$$= 13,9626965 \text{ Jam padam/pelanggan/tahun}$$

$$\text{SAIFI} = \frac{C_i}{N} = \frac{26.101}{8066} = 3,235928589 \text{ kali/pelanggan/tahun}$$

Jadi nilai indeks SAIDI dan SAIFI pada tahun 2020 adalah sebagai berikut :

Tabel 4.11. Nilai SAIDI dan SAIFI tahun 2020

No	Bulan	SAIDI	SAIFI	ENS
1	Januari 2020	8,851745599	0,366228614	29161,56
2	Februari 2020	0	0	0
3	Maret 2020	0,027485743	0,549714852	76,06
4	April 2020	0,013887925	0,462930821	39,67
5	Mei 2020	0,02	0,5	19,04
6	Juni 2020	0	0	0
7	Juli 2020	0	0	0
8	Agustus 2020	0,989060253	0,363625093	1315,22
9	September 2020	0	0	0
10	Oktober 2020	0,014313166	0,286263328	40,33
11	November 2020	2,890798413	0,353830895	7007,79
12	Desember 2020	1,155405405	0,353334986	2367,89
Akumulatif		13,9626965	3,235928589	40027,56

Pada tabel 4.11 dapat diketahui bahwa nilai indeks SAIDI dan SAIFI pada Penyulang Asabri tahun 2020 secara kumulatif dari bulan januari sampai dengan bulan desember 2020 sebesar SAIDI 13,96 jam/pelanggan/ tahun dan nilai Indeks SAIFI 3,23 kali/pelanggan/

tahun.

Selama terjadinya gangguan pemadaman listrik dikarenakan gangguan pada tahun 2020 sebanyak 99 kali gangguan dan mengakibatkan padamnya aliran listrik, *Energy Not Sale* atau energi yang tidak tersalurkan sebesar 40 MWh. Jadi Selama kurun waktu 2020, PT PLN (Persero) ULP Panakkukang mengalami kerugian sebesar 40 MWh.

Di bawah ini adalah data untuk menentukan nilai indeks SAIDI dan SAIFI tahun 2021

Tabel 4.12. Perhitungan nilai SAIDI dan SAIFI tahun 2021

No	Bulan	Total Pelanggan	Pelanggan Padam	Lama Padam (Jam)	Jam x Pelanggan Padam
1	Januari 2021	10974	3.038	0,1	303,8
2	Februari 2021	10974	4243	6,07	25755,01
3	Maret 2021	10974	3931	0,17	668,27
4	April 2021	10974	3.334	13,36	44542,24
5	Mei 2021	10974	4487	1,33	5967,71
6	Juni 2021	10974	4145	0,08	331,6
7	Juli 2021	10974	6023	0,1	602,3
8	Agustus 2021	10974	4495	0,98	4405,1
9	September 2021	10974	4100	4,25	17425
10	Oktober 2021	10974	3.300	15,7	51810
11	November 2021	10974	3700	0,11	407
12	Desember 2021	10974	3658	0,09	329,22
Akumulatif		10974	48.454	42,34	152547,25

Perhitungan nilai SAIDI dan SAIFI tahun 2021

1. Hasil perhitungan pada bulan Januari 2021

$$SAIDI = \frac{\sum Ci \times ni}{\sum N} = \frac{3.038 \times 0,1}{10.974} = 0,02768362$$

= 0,02768362Jam padam/pelanggan/tahun

$$\text{SAIFI} = \frac{C_i}{N} = \frac{3.038}{10.974} = 0,2768362 \text{ kali/pelanggan/tahun}$$

2. Hasil perhitungan pada bulan Februari 2021

$$\text{SAIDI} = \frac{\sum C_i \times n_i}{\sum N} = \frac{4.243 \times 6,07}{10.974} = 2,346911792$$

= 2,346911792Jam padam/pelanggan/tahun

$$\text{SAIFI} = \frac{C_i}{N} = \frac{4.243}{10.974} = 0,386641152 \text{ kali/pelanggan/tahun}$$

3. Hasil perhitungan pada bulan Januari 2021 - Desember tahun 2021

$$\text{SAIDI} = \frac{\sum C_i \times n_i}{\sum N} = \frac{48.454 \times 42,34}{10.974} = 13,90078823$$

= 13,90078823 Jam padam/pelanggan/tahun

$$\text{SAIFI} = \frac{C_i}{N} = \frac{48.454}{10.974} = 4,415345362 \text{ kali/pelanggan/tahun}$$

Jadi nilai indeks SAIDI dan SAIFI pada tahun 2021 adalah sebagai berikut :

Tabel 4.13. Nilai SAIDI dan SAIFI tahun 2021

No	Bulan	SAIDI	SAIFI	ENS
1	Januari 2021	0,027683616	0,276836158	104,17
2	Februari 2021	2,346911792	0,386641152	5824,46
3	Maret 2021	0,060895754	0,358210315	188,77
4	April 2021	4,058888281	0,303809003	13362,67
5	Mei 2021	0,543804447	0,408875524	1413,53
6	Juni 2021	0,030216876	0,377710953	77,78
7	Juli 2021	0,054884272	0,548842719	182,25
8	Agustus 2021	0,401412429	0,40960452	970,23
9	September 2021	1,587843995	0,373610352	4257,99
10	Oktober 2021	4,721159103	0,300710771	11744,09
11	November 2021	0,037087662	0,337160561	100,87
12	Desember 2021	0,03	0,333333333	79,75
	Akumulatif	13,90078823	4,415345362	38306,56

Pada tabel 4.13 dapat diketahui bahwa nilai indeks SAIDI dan SAIFI pada Penyulang Asabri tahun 2021 secara kumulatif dari bulan Januari sampai dengan bulan Desember 2021 sebesar SAIDI 13,9 jam/pelanggan/ tahun dan nilai Indeks SAIFI 4,415 kali/pelanggan/ tahun.

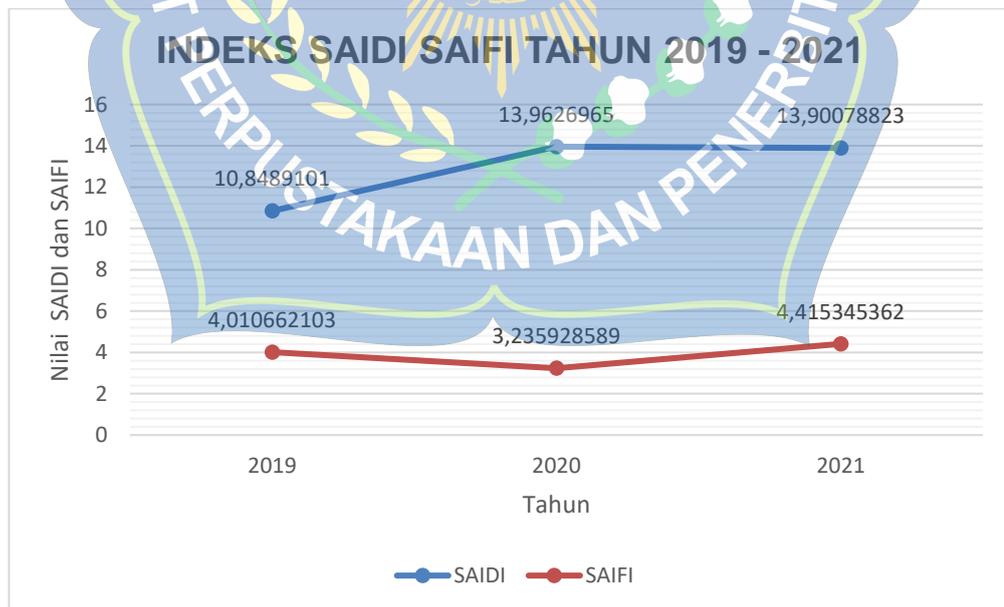
Selama terjadinya gangguan pemadaman listrik dikarenakan gangguan pada tahun 2021 sebanyak 65 kali gangguan dan mengakibatkan padamnya aliran listrik, *Energy Not Sale* atau energi yang tidak tersalurkan sebesar 38.306,56 kWh. Jadi Selama kurun waktu 2021, PT PLN (Persero) ULP Panakkukang mengalami kerugian sebesar 38,3 MWh.

Jadi, dari periode bulan Januari 2019 sampai dengan Desember 2021, indeks nilai SAIDI dan SAIFI pada Penyulang Asabri sebagai berikut :

Tabel 4.14. Nilai SAIDI dan SAIFI tahun 2019 - 2021

No	Penyulang	Tahun	Hasil Perhitungan		Standar SPLN	
			SAIDI	SAIFI	SAIDI	SAIFI
1	Asabri	2019	10,8489	4,01066	27,4	4,16
2	Asabri	2020	13,9627	3,23593		
3	Asabri	2021	13,9008	4,41535		

Untuk nilai SAIDI Penyulang Asabri dari tahun 2019 – 2021 terdapat peningkatan dari tahun 2019 ke tahun 2020 yang mengindikasikan jaringan kurang baik dan mengalami penurunan pada tahun 2020 ke 2021 yang artinya jaringan dipelihara dengan lebih baik dibandingkan ditahun sebelumnya, namun untuk nilai SAIFI mengalami peningkatan kualitas dari tahun 2019 ke 2020 yaitu dari nilai 4,01066 ke 3,23 dan mengalami penurunan kualitas dari tahun 2020 ke tahun 2021 yaitu dari 3,23 ke nilai 4,415. Berikut grafik indeks SAIDI dan SAIFI periode tahun 2019 sampai dengan periode tahun 2021.



Grafik 4.2 Indeks SAIDI dan SAIFI Penyulang Asabri tahun 2019–

2021

Berdasarkan SPLN 68-2:1986, untuk jaringan SUTM dengan sistem yang di gunakan pada Penyulang Asabri dengan standar SUTM sistem radial, jaringan dikatakan handal apabila menghasilkan indikator **SAIDI \leq 27,4 jam/ pelanggan/ tahun** sedangkan pada **SAIFI \leq 4,16 kali pemadaman/pertahun/ pelanggan**. Dengan indikator jaringan tersebut indeks Penyulang Asabri pada tahun 2019 sampai dengan tahun 2021 diatas dapat dikatakan cukup andal dari indeks SAIDI karena pada tahun 2019 SAIDI = 10,84 jam/pelanggan/tahun, tahun 2020 SAIDI = 13,96 jam/pelanggan/tahun dan pada tahun 2021 SAIDI = 13,9008 jam/pelanggan/tahun dan memenuhi Standard SPLN 68-2:1986. Untuk indeks SAIFI pada tahun 2019 sampai dengan 2021 yaitu pada tahun 2019 indeks SAIFI sebesar 4 /pelanggan/tahun, tahun 2020 sebesar 3,32 kali/pelanggan/tahun, dan pada tahun 2021 sebesar 4,41 kali/pelanggan/tahun.

Sehingga dari hasil analisa nilai keandalan berdasarkan penyebab lama pemadaman dan penanganan gangguannya, dilihat dari lama gangguan dapat dikatakan andal karena nilainya lebih kecil dari standard yang telah di tetapkan oleh PLN.

Indeks nilai SAIDI dan SAIFI pada Penyulang Asabri sesuai Standard SPLN 68-2:1986 ada 1 yang tidak memenuhi yaitu indeks SAIFI pada tahun 2021 yaitu sebesar 4,41535 kali/pelanggan/tahun sedangkan standard SPLN sebesar 4,16 kali pemadaman /pelanggan/tahun.

ENS (*Energy Not Sale*) kumulatif dari periode 2019 sampai dengan 2021 adalah sebesar 114.078,42 kWh. Sehingga PLN ULP Panakkukang Selama 3 tahun mengalami potensi kerugian sebesar 114.078,42 kWh yang diakibatkan oleh gangguan pada Penyulang Asabri tahun 2019 sampai dengan tahun 2021.

Sehingga dari hasil analisa nilai SAIDI dan SAIFI tersebut maka kita akan mengidentifikasi dan menganalisa faktor penyebab gangguan Penyulang Asabri periode tahun 2019 - 2021 menggunakan menggunakan metode analisis SPSS.

D. Analisa Data Faktor Dominan Gangguan Penyulang Asabri Menggunakan SPSS

1. Uji Deskriptif

Uji Deskriptif adalah uji yang dilakukan untuk memberikan gambaran mengenai faktor dominasi dari penyebab gangguan pada Penyulang Asabri periode tahun 2019 sampai dengan tahun 2021 atau dengan kata lain dalam kurun waktu 36 bulan. Dengan variable yang dipengaruhi yaitu SAIDI dan SAIFI dan faktor yang mempengaruhi adalah komponen JUTM, pekerjaan jaringan, Pohon, pihak ke tiga / binatang, cuaca buruk, tidak jelas, dan lain lain.

Tabel 4.15 Hasil Uji Deskriptif Penyulang Asabri tahun 2019 - 2021

Descriptive Statistics					
	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Komponen JUTM	36	0	4	.44	1.157
Pekerjaan Jaringan	36	0	10	.97	2.049
Pohon	36	0	15	1.53	3.019
Pihak ke III / Binatang	36	0	4	.28	.849
Cuaca buruk	36	0	19	2.06	4.834
Tidak Jelas	36	0	4	.89	1.190
Lain Lain	36	0	2	.17	.507
SAIDI	36	.0000000	8.8517456	1.075344301	1.8182247649
SAIFI	36	.0000000	.6417007	.323942668	.1670288898
Valid N (listwise)	36				

Berdasarkan hasil pada Tabel 4.15 , menunjukkan bahwa dari 36 observasi data (36 bulan) untuk komponen JUTM memiliki gangguan maksimal 4 kali dalam satu bulan, kemudian rata rata gangguan untuk 36 bulan memiliki nilai 0,44. Kemudian untuk jumlah gangguan terbanyak dalam satu bulan yaitu bencana alam dengan nilai 19x dan rata rata 36 bulan memiliki nilai 2,06.

2. Uji Asumsi Klasik

Uji asumsi klasik merupakan prasyarat analisis regresi berganda, pengujian ini harus dipenuhi agar penaksiran parameter dan koefisien regresi tidak bias. Pengujian asumsi klasik ini meliputi uji normalitas, uji multikolinearitas, uji autokorelasi dan uji heteroskedastisitas. Hasil uji asumsi klasik dalam penelitian ini dapat dijelaskan sebagai berikut :

2.1. Uji Normalitas

Dalam penelitian ini pengujian normalitas data menggunakan uji Kolmogorov-Smirnov (Kolmogorov-Smirnov Test) dengan melihat signifikansi dari residual yang dihasilkan dan pendekatan grafik normal probability plot. Deteksi normalitas dengan melihat penyebaran data (titik) pada sumbu diagonal dari grafik. Hasil uji normalitas data dari residual yang diperoleh sebagai berikut :

Tabel 4.16 Hasil Uji Normalitas Data Terhadap SAIDI

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test		Unstandardized Residual
N		36
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	.0000000
	Std. Deviation	1.01306614
Most Extreme Differences	Absolute	.182
	Positive	.182
	Negative	-.100
Kolmogorov-Smirnov Z		1.092
Asymp. Sig. (2-tailed)		.184

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

Data dapat dikatakan normal ketika nilai sig > 0,05.

Tabel 4.17 Hasil Uji Normalitas Data Terhadap SAIFI

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test		Unstandardized Residual
N		36
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	.0000000
	Std. Deviation	.15635928
Most Extreme Differences	Absolute	.126
	Positive	.121
	Negative	-.126
Kolmogorov-Smirnov Z		.758
Asymp. Sig. (2-tailed)		.613

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

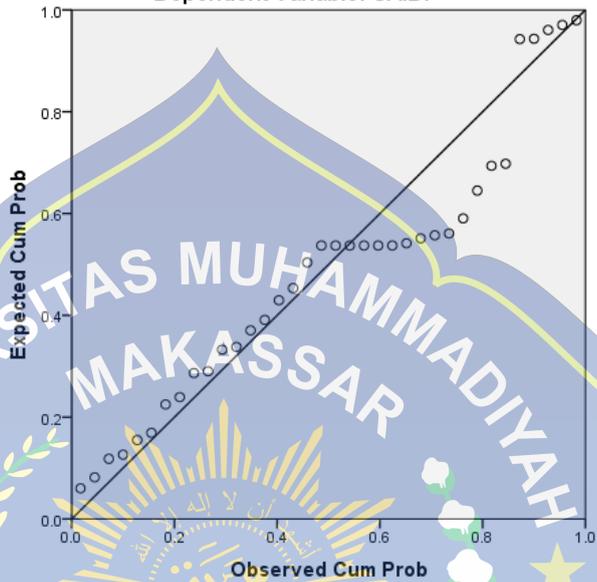
Data dapat dikatakan normal ketika nilai sig > 0,05.

Berdasarkan tabel 4.16 dan 4.17 diperoleh nilai sig 0,184 yang berarti melebihi dari standar 0,05 ($0,184 > 0,05$) terhadap nilai SAIDI. Kemudian untuk nilai sig SAIFI sebesar $0,613 > 0,05$.

Sehingga untuk uji normalitas dinyatakan lolos dan data residual juga dapat dilihat dari hasil analisa pada grafik normal probability plot.

Normal P-P Plot of Regression Standardized Residual

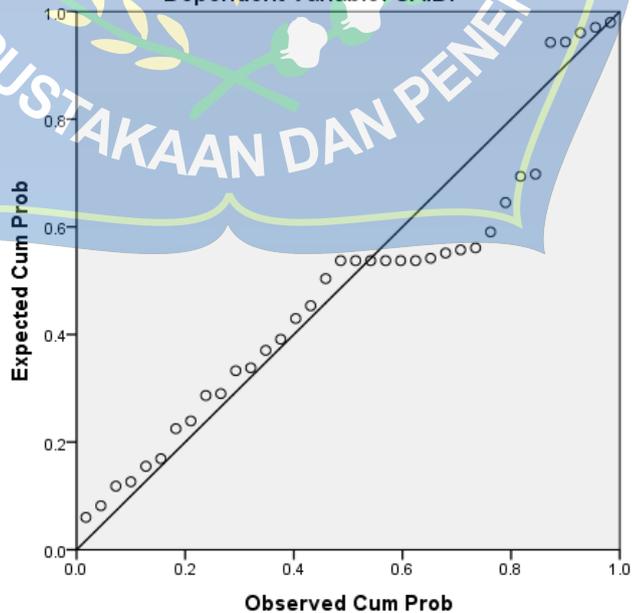
Dependent Variable: SAIDI



Grafik 4.3 Normal probability plot terhadap SAIDI

Normal P-P Plot of Regression Standardized Residual

Dependent Variable: SAIFI



Grafik 4.4 normal probability plot terhadap SAIFI

Berdasarkan grafik diatas pola titik residual menyebar dengan mengelilingi garis diagonal.

2.2. Uji Heteroskedastisitas

Uji heteroskedastisitas ini dimaksudkan untuk menguji informasi dalam model regresi dimana terjadi ketidakseimbangan residual dari persepsi satu ke persepsi lainnya. Jika terjadi residual tetap dari satu persepsi kemudian ke persepsi berikutnya, disebut homoskedastisitas dan menganggapnya berbeda disebut heteroskedastisitas. Model regresi yang baik adalah model yang tidak terjadi heteroskedastisitas (Ghozali, 2013).

Dasar pengambilan keputusan pada uji ini adalah jika nilai signifikansi $\geq 0,05$ maka dapat disimpulkan tidak terjadi masalah heteroskedastisitas, namun sebaliknya jika nilai signifikansi $< 0,05$ maka dapat disimpulkan terjadi masalah heteroskedastisitas. Untuk hasil heteroskedastisitas berdasarkan data diperoleh sebagai berikut :

Tabel 4.18 Uji Heterokedastisitas SAIDI

Model	Coefficients ^a			T	Sig.
	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients		
	B	Std. Error	Beta		
(Constant)	.513	.140		3.672	.001
Komponen JUTM	.249	.086	.415	2.876	.008
Pekerjaan Jaringan	.018	.075	.053	.238	.814
Pohon	.032	.032	.138	.998	.327
1 Pihak ke III / Binatang	-.183	.132	-.225	-1.386	.177
Bencana Alam / Cuaca	.063	.029	.440	2.144	.041
Tidak Jelas	-.044	.092	-.076	-.480	.635
Lain Lain	.001	.193	.001	.006	.996

a. Dependent Variable: ABS_RES

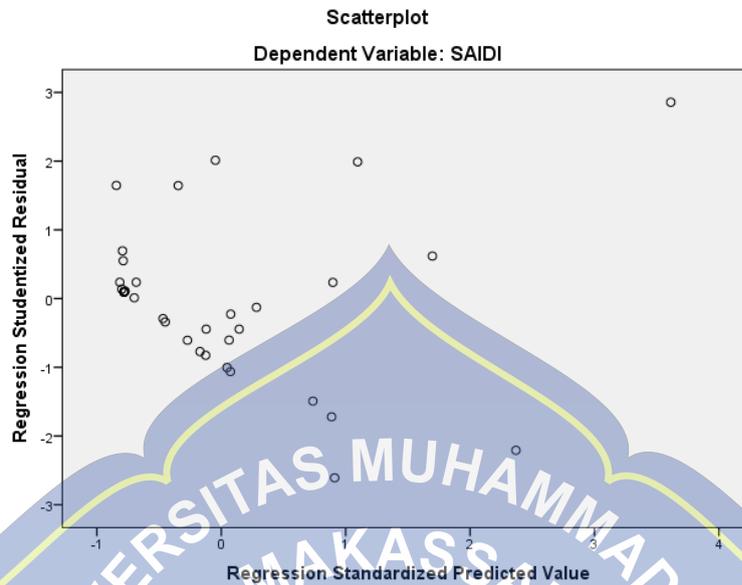
Berdasarkan tabel 4.18 Variabel komponen JUTM dan bencana alam mengalami heteroskedastisitas karena nilai sig 0,008 dan 0,041 yang berarti dari kedua variabel tersebut nilai sig nya < 0,05. Nilai tersebut dipengaruhi oleh data yang fluktuatif atau tidak stabil dikarenakan dalam 36 bulan belum tentu mengalami gangguan yang disebabkan oleh kedua variabel untuk setiap bulannya bahkan dalam kurun waktu 1 tahun.

Tabel 4.19 Uji Heterokedastisitas SAIFI

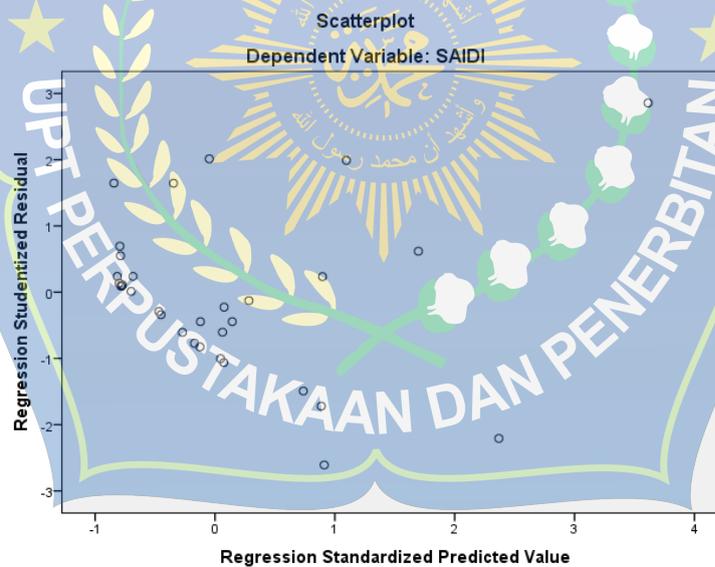
Coefficients ^a					
Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
(Constant)	.185	.023		8.178	.000
Komponen JUTM	-.027	.014	-.319	-1.929	.064
Pekerjaan Jaringan	.003	.012	.067	.263	.795
Pohon	-.011	.005	-.326	-2.052	.051
1 Pihak ke III / Binatang	-.006	.021	-.048	-.256	.799
Bencana Alam / Cuaca	-.007	.005	-.358	-1.523	.139
Tidak Jelas	-.019	.015	-.235	-1.299	.205
Lain Lain	-.040	.031	-.208	-1.283	.210

a. Dependent Variable: ABS_RES2

Berdasarkan tabel 4.19 dari seluruh Variabel gangguan tidak mengalami heteroskedastisitas karena nilai sig > 0,05.



Grafik 4.5. scatterplot SAIDI



Grafik 4.6. scatterplot SAIFI

Dengan melihat grafik 5 dan 6, dapat dilihat bahwa titik-titik menyebar secara acak, dan tersebar baik di atas maupun di bawah angka 0 (nol) pada sumbu Y. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat gejala heteroskedastisitas pada data yang digunakan.

2.3. Uji Multikolonieritas

Pengujian ini diharapkan dapat melihat apakah paling tidak terdapat dua faktor bebas yang berkorelasi secara lurus. Jika keadaan sekarang ini terjadi, kita akan menghadapi kesulitan dalam membedakan dampak dari setiap variabel bebas pada variabel terikat. Untuk mengidentifikasi adanya efek samping multikolonieritas pada model pemeriksaan, cenderung dilihat dari nilai resistansi atau nilai *Fluctuation Expansion Component* (VIF). Batas toleransi > 0.10 dan batas VIF < 10.00 , sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak ada multikolonieritas antara faktor-faktor variable bebas. Dari uji multikolonieritas dalam penelitian ini, diperoleh hasil sebagai berikut:

Tabel 4.20 Multikolonieritas terhadap SAIDI

Model	Coefficients ^a					Collinearity Statistics	
	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Tolerance	VIF
	B	Std. Error	Beta				
(Constant)	-.106	.291		-.364	.719		
Komponen JUTM	.643	.180	.409	3.572	.001	.845	1.183
Pekerjaan Jaringan	-.092	.157	-.104	-.588	.561	.354	2.826
Pohon	.250	.066	.415	3.776	.001	.916	1.091
Pihak ke III / Binatang	-.027	.275	-.012	-.097	.924	.670	1.491
Bencana Alam / Cuaca	.280	.061	.744	4.567	.000	.418	2.391
Tidak Jelas	.042	.191	.027	.218	.829	.709	1.411
Lain Lain	-.009	.402	-.002	-.022	.983	.882	1.134

a. Dependent Variable: SAIDI

Tabel 4.21 Multikolonieritas terhadap SAIFI

Coefficients^a

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	T	Sig.	Collinearity Statistics	
	B	Std. Error	Beta			Tolerance	VIF
(Constant)	.264	.045		5.879	.000		
Komponen JUTM	.011	.028	.079	.408	.686	.845	1.183
Pekerjaan Jaringan	.007	.024	.091	.306	.762	.354	2.826
Pohon	.007	.010	.132	.714	.481	.916	1.091
Pihak ke III / Binatang	.027	.043	.138	.638	.528	.670	1.491
Bencana Alam / Cuaca	.003	.009	.077	.282	.780	.418	2.391
Tidak Jelas	.010	.030	.075	.355	.725	.709	1.411
Lain Lain	.088	.062	.266	1.410	.170	.882	1.134

a. Dependent Variable: SAIFI

Berdasarkan tabel 4.20 dan 4.21 seluruh variabel gangguan untuk Uji Multikolonieritas SAIDI dan SAIFI diperoleh kesimpulan bahwa tidak terjadi gejala data mengalami multikolonieritas karena nilai Tolerance > 0,1 dan VIF < 10.

2.4. Uji Autokorelasi

Uji autokorelasi untuk melihat ada tidaknya hubungan antara periode t dengan time periode sebelumnya (t - 1). Pada dasarnya pemeriksaan analisis regresi adalah untuk melihat pengaruh faktor variable bebas terhadap variabel terikat, sehingga tidak boleh ada hubungan antara persepsi dan informasi persepsi sebelumnya. Model regresi yang layak adalah regresi yang terbebas dari autokorelasi atau tidak ada autokorelasi. Untuk mengetahui dengan membandingkan harga D-W dan nilai d dari tabel Durbin Watson:

1. Jika $D-W < dL$ atau $D-W > 4 - dL$, maka terjadi autokorelasi pada data tersebut.
2. Jika $dU < D-W < 4 - dU$, maka tidak terjadi autokorelasi pada data tersebut.
3. Tidak ada keputusan jika: $dL \leq D-W \leq dU$ atau $4 - dU \leq D-W \leq 4 - dL$

Tabel 4.22 Uji Korelasi SAIDI

Model Summary^b

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	.830 ^a	.690	.612	1.1326423808	1.680

a. Predictors: (Constant), Lain Lain, Pohon, Pihak ke III / Binatang, Komponen JUTM, Bencana Alam / Cuaca, Tidak Jelas, Pekerjaan Jaringan

b. Dependent Variable: SAIDI

Berdasarkan tabel 4.22 diperoleh nilai Durbin Watson (DW) sebesar 1,680 yang artinya nilai ini akan dibandingkan dengan nilai tabel Durbin Watson signifikan 5%, dimana dalam penelitian ini menggunakan sample 36 (n) dan jumlah variabel independen 7 (k=7). Maka, diperoleh data $DU = 1,9573$ sehingga nilai DW sebesar 1,680 kurang dari ($<$) dari batas $DU = 1,9573$ dan kurang dari ($<$) $4-DU = 2,0427$ atau dirumuskan dengan $1,9537 > 1,680 < 2,0427$. Sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat aturokorelasi.

Tabel 4.23 Uji Korelasi SAIFI

Model Summary^b

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	.352 ^a	.124	-.095	.1748149901	1.780

a. Predictors: (Constant), Lain Lain, Pohon, Pihak ke III / Binatang, Komponen JUTM, Bencana Alam / Cuaca, Tidak Jelas, Pekerjaan Jaringan

Berdasarkan tabel 4.23 diperoleh nilai Durbin Watson (DW) sebesar 1,780 yang artinya nilai ini akan dibandingkan dengan nilai tabel Durbin Watson signifikan 5%, dimana dalam penelitian ini menggunakan sample 36 (n) dan jumlah variabel independen 7 (k=7). Maka, diperoleh data $DU = 1,9573$ sehingga nilai DW sebesar 1,780 lebih kecil (<) dari batas $DU = 1,9573$ dan lebih kecil (<) dari $4-DU = 2,0427$ atau dirumuskan dengan $1,9537 > 1,780 < 2,0427$. Sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat autokorelasi.

3. Uji Regresi Linier Berganda

Setelah semua uji asumsi klasik terpenuhi selanjutnya dilakukan analisis regresi linier berganda, untuk menguji pengaruh Variabel independen terhadap Variabel dependen.

3.1 Uji Koefisien Determinasi (R^2)

Koefisien determinasi ($Adj. R^2$) dari hasil regresi menunjukkan seberapa besar variabel dependen bisa dijelaskan oleh variabel-variabel bebasnya.

Tabel 4.24 Uji R^2 terhadap SAIDI

Model Summary^b

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.830 ^a	.690	.612	1.1326423808

a. Predictors: (Constant), Lain Lain, Pohon, Pihak ke III / Binatang, Komponen JUTM, Bencana Alam / Cuaca, Tidak Jelas, Pekerjaan Jaringan

b. Dependent Variable: SAIDI

Berdasarkan tabel 4.24, diperoleh hasil bahwa besar pengaruh gangguan akibat dari komponen JUTM, pekerjaan jaringan, pohon, pihak ketiga/binatang, bencana alam/cuaca, tidak jelas, dan lain lain terhadap nilai SAIDI sebesar 0,612 (61,2%).

Tabel 4.25 Uji R² terhadap SAIFI

Model Summary^b

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.352 ^a	.124	-.095	.1748149901

0a. Predictors: (Constant), Lain Lain, Pohon, Pihak ke III / Binatang, Komponen JUTM, Bencana Alam / Cuaca, Tidak Jelas, Pekerjaan Jaringan

b. Dependent Variable: SAIFI

Berdasarkan tabel diatas, diperoleh hasil bahwa besar pengaruh gangguan akibar dari komponen JUTM, pekerjaan jaringan, pohon, pihak ketiga/binatang, bencana alam/cuaca, tidak jelas, dan lain lain terhadap nilai SAIFI sebesar 0,124 (12,4%).

4. Uji Hipotesis

Pengujian hipotesis dalam pembahasan ini menggunakan analisis regresi linier berganda. Artinya menentukan pengaruh faktor bebas terhadap variabel terikat. Analisis ini menggunakan program SPSS 21.0

4.1 Hasil Uji t (Parsial)

Uji t (parsial) ini pada dasarnya menunjukkan seberapa jauh pengaruh satu variabel bebas secara terpisah dalam memahami variabel terikat. Uji parsial ini diselesaikan dengan melihat nilai (alpha) dengan sig . Jika nilai sig < (0,05), H0 ditolak/signifikan. Jadi dapat dikatakan bahwa ada pengaruh secara parsial antara variable independen dan variabel dependen, begitu juga sebaliknya.

Tabel 4.26 Uji t terhadap SAIDI

Model		Coefficients ^a			t	Sig.
		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients		
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-.106	.291		-.364	.719
	Komponen JUTM	.643	.180	.409	3.572	.001
	Pekerjaan Jaringan	-.092	.157	-.104	-.588	.561
	Pohon	.250	.066	.415	3.776	.001
	Pihak ke III / Binatang	-.027	.275	-.012	-.097	.924
	Bencana Alam / Cuaca	.280	.061	.744	4.567	.000
	Tidak Jelas	.042	.191	.027	.218	.829
	Lain Lain	-.009	.402	-.002	-.022	.983

a. Dependent Variable: SAIDI

Berdasarkan tabel diatas, maka menunjukkan hasil sebagai berikut:

- a. Ada pengaruh signifikan gangguan komponen JUTM terhadap nilai SAIDI karena nilai sig nya $0,001 < 0,05$.
- b. Tidak terlalu berpengaruh secara signifikan gangguan pekerjaan jaringan terhadap nilai SAIDI karena nilai signya $0,561 > 0,05$.
- c. Ada pengaruh signifikan gangguan pohon terhadap nilai SAIDI karena nilai sig nya $0,001 < 0,05$.
- d. Tidak terlalu berpengaruh secara signifikan gangguan pihak ketiga/binatang terhadap nilai SAIDI karena nilai signya $0,924 > 0,05$
- e. Ada pengaruh signifikan gangguan bencana alam terhadap nilai SAIDI karena nilai sig nya $0,000 < 0,05$.
- f. Tidak terlalu berpengaruh secara signifikan gangguan tidak jelas terhadap nilai SAIDI karena nilai signya $0,829 > 0,05$
- g. Tidak terlalu berpengaruh secara signifikan gangguan lain lain terhadap nilai SAIDI karena nilai signya $0,983 > 0,05$.

Dari semua variabel gangguan diatas, maka penyumbang terbesar atau paling signifikan terhadap nilai SAIDI Penyulang Asabri adalah gangguan bencana alam atau cuaca buruk.

Tabel 4.27 Uji t terhadap SAIFI

Model	Coefficients ^a			t	Sig.
	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients		
	B	Std. Error	Beta		
(Constant)	.264	.045		5.879	.000
Komponen JUTM	.011	.028	.079	.408	.686
Pekerjaan Jaringan	.007	.024	.091	.306	.762
Pohon	.007	.010	.132	.714	.481
Pihak ke III / Binatang	.027	.043	.138	.638	.528
Bencana Alam / Cuaca	.003	.009	.077	.282	.780
Tidak Jelas	.010	.030	.075	.355	.725
Lain Lain	.088	.062	.266	1.410	.170

a. Dependent Variable: SAIFI

Berdasarkan tabel diatas, maka menunjukkan hasil sebagai berikut:

- Tidak terlalu berpengaruh secara signifikan gangguan komponen JUTM terhadap nilai SAIDI karena nilai sig nya $0,686 > 0,05$.
- Tidak terlalu berpengaruh secara signifikan gangguan pekerjaan jaringan terhadap nilai SAIDI karena nilai signya $0,762 > 0,05$.
- Tidak terlalu berpengaruh secara signifikan gangguan pohon terhadap nilai SAIDI karena nilai sig nya $0,481 > 0,05$.
- Tidak terlalu berpengaruh secara signifikan gangguan pihak ketiga/binatang terhadap nilai SAIDI karena nilai signya $0,528 > 0,05$.
- Tidak terlalu berpengaruh secara signifikan gangguan bencana alam terhadap nilai SAIDI karena nilai sig nya $0,780 > 0,05$.

- f. Tidak terlalu berpengaruh secara signifikan gangguan tidak jelas terhadap nilai SAIDI karena nilai signya $0,725 > 0,05$
- g. .Tidak terlalu berpengaruh secara signifikan gangguan lain lain terhadap nilai SAIDI karena nilai signya $0,170 > 0,05$.

4.2 Hasil Uji F (Simultan)

Uji statistik F pada dasarnya menunjukkan seberapa jauh pengaruh variabel independen secara simultan dalam menerangkan variabel dependen. Uji simultan ini dilakukan dengan membandingkan nilai α (alpha) dengan nilai Sig. Apabila nilai Sig $< \alpha$ (0,05), maka H_0 ditolak. Sehingga dapat dikatakan terdapat pengaruh secara simultan antara variabel independen dengan variabel dependen, dan sebaliknya. Jika nilai Sig $> \alpha$ (0,05), maka H_0 diterima yang artinya tidak terdapat pengaruh antara variabel independen terhadap variabel dependen secara simultan.

Tabel 4.28 Uji F terhadap SAIDI

ANOVA ^a						
Model		Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	79.787	7	11.398	8.885	.000^b
	Residual	35.921	28	1.283		
	Total	115.708	35			

a. Dependent Variable: SAIDI

b. Predictors: (Constant), Lain Lain, Pohon, Pihak ke III / Binatang, Komponen JUTM, Bencana Alam / Cuaca, Tidak Jelas, Pekerjaan Jaringan

Berdasarkan tabel diatas, maka hasil menunjukkan ada pengaruh secara simultan/bersama-sama komponen JUTM, pekerjaan jaringan, pohon, pihak ke-3/binatang, bencana alam/cuaca, tidak jelas, dll terhadap SAIDI karena nilai sig. $0,000 < 0,05$.

Tabel 4.29 Uji F terhadap SAIFI

ANOVA^a

Model		Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	.121	7	.017	.565	.778 ^b
	Residual	.856	28	.031		
	Total	.976	35			

a. Dependent Variable: SAIFI

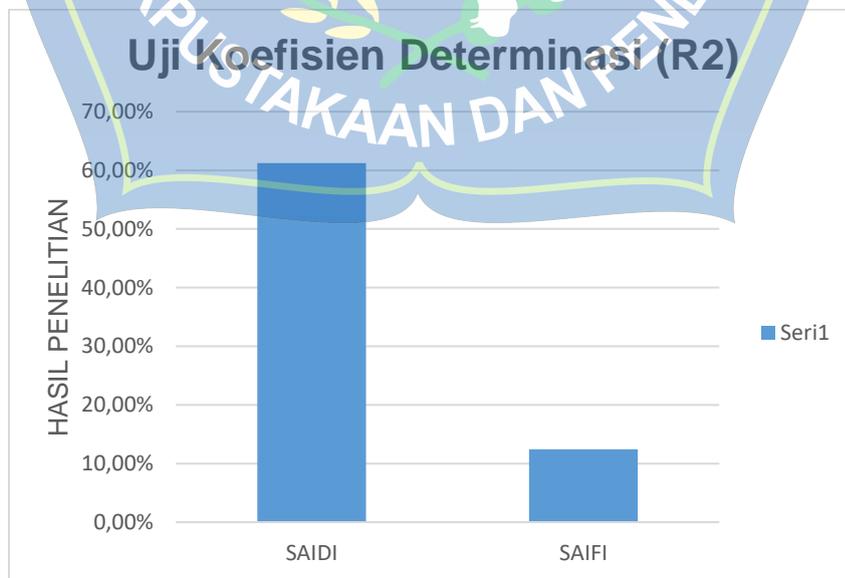
b. Predictors: (Constant), Lain Lain, Pohon, Pihak ke III / Binatang, Komponen JUTM, Bencana Alam / Cuaca, Tidak Jelas, Pekerjaan Jaringan

Berdasarkan tabel diatas, maka hasil menunjukkan tidak ada pengaruh secara simultan/bersama-sama komponen JUTM, pekerjaan jaringan, pohon, pihak ke-3/binatang, bencana alam/cuaca, tidak jelas, dll terhadap SAIFI karena nilai sig. 0,778 > 0,05.

Jadi dari analisa menggunakan aplikasi SPSS versi 21.0 maka didapatkan hasil sebagai berikut :

Tabel 4.30 Hasil analisis menggunakan SPSS

No	Uji	Variabel yang dipengaruhi	Variabel yang mempengaruhi	Hasil Penelitian	sig. α (sig. alpha)	keterangan
1	Uji Koefisien Determinasi (R ²)	SAIDI	komponen JUTM, pekerjaan jaringan, pohon, pihak ketiga/binatang, bencana alam/cuaca, tidak jelas, dan lain lain	61,20%	-	Sangat berpengaruh terhadap nilai SAIDI
		SAIFI	komponen JUTM, pekerjaan jaringan, pohon, pihak ketiga/binatang, bencana alam/cuaca, tidak jelas, dan lain lain	12,40%	-	tidak terlalu berpengaruh terhadap nilai SAIFI
2	Uji t (Parsial)	SAIDI	Komponen JUTM	0,001	0,05	Signifikan
		SAIDI	Pohon	0,001	0,05	Signifikan
		SAIDI	Bencana alam / Cuaca	0	0,05	Signifikan
		SAIFI	komponen JUTM, pekerjaan jaringan, pohon, pihak ketiga/binatang, bencana alam/cuaca, tidak jelas, dan lain lain		0,05	Tidak terlalu signifikan
3	Uji F (Simultan)	SAIDI	komponen JUTM, pekerjaan jaringan, pohon, pihak ketiga/binatang, bencana alam/cuaca, tidak jelas, dan lain lain	0	0,05	Ada pengaruh secara simultan
		SAIFI	komponen JUTM, pekerjaan jaringan, pohon, pihak ketiga/binatang, bencana alam/cuaca, tidak jelas, dan lain lain	0,778	0,05	Tidak ada pengaruh secara simultan



Grafik 4.7 Hasil Uji Koefisien Determinasi

E. Analisa Saran Tindakan Akibat Gangguan Pada Penyulang Asabri

Berdasarkan analisa faktor penyebab gangguan yang telah dibahas diatas maka terdapat 7 faktor penyebab gangguan yang mempunyai dampak dominan terhadap lama padamnya suatu gangguan, lama penanganan dan potensi trip berulang sehingga menyebabkan energi tak tersalurkan sebesar 114.078,42 kWh dalam kurun waktu 3 tahun yaitu komponen JUTM, pekerjaan jaringan, pohon, pihak ke III / binatang, bencana alam / cuaca, tidak jelas dan lain lain. Kemudian, dapat dianalisis kegiatan yang tepat untuk dapat dilakukan untuk mengurangi potensi gangguan yang terjadi dan mengurangi lamanya pemadaman serta memperkecil energi yang tidak tersalurkan di area kerja PT PLN (Persero) ULP Panakkukang khususnya pada Penyulang Asabri.

1. Komponen JTM

Saran tindakan yang perlu dilakukan untuk mengurangi jumlah gangguan yang disebabkan oleh komponen JUTM sebelum dan setelah dilakukan pembahasan ditunjukkan pada tabel 4.30

Tabel 4.31. Saran tindakan meminimalisir penyebab gangguan Komponen JTM

Saran tindakan yang bisa dilakukan untuk meminimalisir gangguan akibat Komponen JUTM	
Sebelum	Sesudah
Tindakan sebelumnya yang dilakukan PT PLN (Persero) ULP Panakkukang adalah melakukan pemeliharaan korektif Pemeliharaan ini dilakukan setelah terjadi kerusakan atau kondisi abnormal pada komponen tersebut dan sering melaksanakan pemeliharaan pemeliharaan	Tindakan yang bisa dilakukan untuk meminimalisir gangguan akibat komponen JUTM yaitu : 1. Memaksimalkan pekerjaan inspeksi jaringan khususnya pada peralatan yang terpasang pada jaringan SUTM dengan peralatan seperti teropong, alat

<p>menggunakan pihak ke 3 (vendor) dengan perancangan yang kurang baik.</p>	<p>thermovision, alat ADD dan drone. Sehingga komponen JTM yang sudah jenuh, kondisi abnormal dan melebihi tingkat kewajaran (suhu diatas 50 C) dan belum terlalu mengalami kerusakan dapat dilakukan pemeliharaan</p> <ol style="list-style-type: none"> 2. Memaksimalkan dan menjadwalkan dengan tim PDKB (Pekerja Dalam Keadaan Bertegangan). 3. Penggunaan material yang sesuai standar juga dapat meminimalisir gangguan yang disebabkan oleh komponen JTM.
---	---

2. Pohon

Gangguan akibat pohon terjadi akibat adanya ranting pohon yang menyentuh kawat penghantar bertegangan, ranting pohon akan mengalami panas dan menyebabkan ranting menjadi kering. Tindakan yang bisa dilakukan untuk meminimalisir gangguan yang disebabkan oleh pohon sebelum dan setelah dilakukan pembahasan ditunjukkan pada tabel 4.31 berikut

Tabel 4.32. Saran tindakan meminimalisir penyebab gangguan pohon

<p align="center">Saran tindakan yang bisa dilakukan untuk meminimalisir gangguan akibat Pohon</p>	
<p align="center">Sebelum</p>	<p align="center">Sesudah</p>
<p>Tindakan sebelumnya yang dilakukan PT PLN (Persero) ULP Panakkukang adalah melakukan pelaksanaan rampal yang tidak teratur dan</p>	<p>Tindakan yang bisa dilakukan untuk meminimalisir gangguan akibat gangguan pohon yaitu :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Memaksimalkan pekerjaan inspeksi pohon yang berada

tidak adanya pemetaan pohon.	<p>disekitar jaringan, baik di bawah jaringan maupun di atas jaringan.</p> <ol style="list-style-type: none"> 2. Pembuatan Peta pohon dengan mempertimbangkan pertumbuhan pohon sehingga bisa dilaksanakan perampalan secara rutin pada beberapa pohon dengan pertumbuhan yang cepat. 3. Melaksanakan PTT (Pemeliharaan Terpadu Tuntas) dengan efektif. 4. Melibatkan Tim Har UP3 Makassar Selatan dan Tim PDKB dengan melihat urgency perampalan sebelum terjadinya gangguan.
------------------------------	---

3. Tidak Jelas

Gangguan tidak jelas ini bersifat temporer yang sering terjadi pada jaringan SUTM. Gangguan ini tidak ditemukan penyebabnya secara pasti, sehingga tidak ada tindakan khusus yang dilakukan untuk meminimalisir gangguan ini.

Tabel 4.33 Saran tindakan meminimalisir penyebab gangguan tidak jelas

Saran tindakan yang bisa dilakukan untuk meminimalisir gangguan akibat Tidak Jelas	
Sebelum	Sesudah
Tidak ada tindakan khusus yang dilakukan untuk meminimalisir gangguan ini	<p>Tindakan yang bisa dilakukan untuk meminimalisir gangguan akibat gangguan tidak jelas yaitu :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Melakukan inspeksi secara rutin dan mengamankan potensi gangguan yang berada di jaringan SUTM seperti layang

	<p>layang, pohon pisang, tumbuhan merambat.</p> <p>2. Pemasangan pengaman binatang pada area yang terdapat banyak binatang</p>
--	--

4. Pekerjaan Jaringan

Pekerjaan jaringan adalah pekerjaan yang dilakukan untuk pemeliharaan komponen JTM, rekonduktor, dan menghilangkan potensi bahaya secara preventif

Tabel 4.34 Saran tindakan meminimalisir penyebab pemadaman pekerjaan jaringan

Saran tindakan yang bisa dilakukan untuk meminimalisir akibat Pemadaman Pekerjaan Jaringan	
Sebelum	Sesudah
<p>Pekerjaan jaringan yang dilaksanakan oleh PT PLN (Persero) ULP Panakkukang kurang efektif dan kurang terjadwal sehingga memerlukan beberapa kali pemadaman.</p>	<p>Tindakan yang dapat dilakukan untuk meminimalisir penyebab pemadaman aliran listrik akibat pekerjaan jaringan adalah membuat jadwal yang baik dan sistematis dengan melibatkan banyak personil beserta tim PDKB dan menyiapkan semua material yang dibutuhkan sehingga ketika dilaksanakan pekerjaan menjadi efektif dan cepat selesai dengan kualitas yang baik.</p>

5. Pihak ke III / Binatang

Gangguan ini biasanya terjadi karena adanya rangka layang

layang, atau binatang yang berada pada jaringan SUTM yang berpotensi menyebabkan gangguan Fasa Netral (GFR) atau ada masyarakat yang melakukan pekerjaan di dekat jaringan bertegangan. Tindakan yang dilakukan untuk meminimalisir gangguan yang disebabkan oleh pihak ke III / Binatang sebelum dan setelah dilakukan pembahasan ditunjukkan pada tabel 4.34 berikut :

Tabel 4.35 Saran tindakan meminimalisir penyebab gangguan pihak ke III / binatang

Saran tindakan yang bisa dilakukan untuk meminimalisir gangguan akibat Pihak Ke III / Binatang	
Sebelum	Sesudah
Tindakan sebelumnya yang dilakukan PT PLN (Persero) ULP Panakkukang adalah tidak memetakan lokasi yang banyak binatang, masyarakat yang bekerja disekitar jaringan SUTM, dan anak anak yang bermain layangan di sekitar jaringan SUTM	Tindakan yang dapat dilakukan untuk meminimalisir penyebab pemadaman aliran listrik akibat pihak ke III / Binatang adalah <ol style="list-style-type: none"> 1. Melakukan survey rutin untuk menghilangkan potensi gangguan seperti rangka layang layang dan pohon merambat. 2. Mengedukasi masyarakat akan bahayanya listrik dan pembangunan yang berada disekitar jaringan SUTM 3. Mengedukasi anak anak terkait bahaya bermain layang layang di sekitar jaringan SUTM. 4. Pemasangan pengaman binatang di lokasi yang terdapat banyak ular, burung, tokek dan kuskus.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan analisis pembahasan yang telah dilakukan, maka peneliti dapat menarik beberapa kesimpulan berdasarkan rumusan masalah yang ada, yaitu mengenai indeks gangguan tegangan menengah di PT PLN (Persero) ULP Panakkukang sebagai berikut :

1. Berdasarkan perhitungan indeks nilai SAIDI dan SAIFI pada Penyulang Asabri dengan mengacu pada standar SPLN 68-2:1968 yaitu nilai indeks SAIDI 27,4 jam/pelanggan/tahun dan indeks SAIFI sebesar 4,16 kali/pelanggan/tahun bahwa pada tahun 2019 dan tahun 2020 jaringan dalam kategori handal dikarenakan dibawah batas maksimal yang ditetapkan oleh PT PLN Persero tercapai pada tahun 2019 indeks SAIDI 10,84 jam/pelanggan/tahun dan SAIFI sebesar 4,01 /pelanggan/tahun, pada tahun 2020 indeks SAIDI 13,96 jam/pelanggan/tahun dan SAIFI 3,32 kali/pelanggan/tahun. Namun pada tahun 2021 dikategorikan tidak andal dikarenakan nilainya diatas batas maksimal yang ditetapkan pada SPLN, hasil perhitungannya indeks SAIDI sebesar 13,9 jam/pelanggan/tahun dan SAIFI 4,41 kali/pelanggan/tahun. PLN ULP Panakkukang khususnya pada Penyulang Asabri mengalami kerugian akibat gangguan dan menyebabkan pemadaman listrik selama periode tahun 2019 sampai dengan tahun 2021 atau ENS (*Energy Not Sale*) sebesar 114 MWh.
2. Berdasarkan Analisa faktor dominan penyebab gangguan Penyulang Asabri periode tahun 2019 sampai tahun 2021 bahwa pengaruh paling signifikan adalah gangguan akibat cuaca

buruk, dengan nilai sig. sebesar 0,000, komponen JUTM dan pohon dengan nilai sig. sebesar 0,001. Besar pengaruh gangguan yang menyebabkan pemadaman terhadap nilai SAIDI sebesar 61,2% dan pengaruh terhadap nilai SAIFI sebesar 12,4%.

3. Tindakan yang bisa dilakukan untuk meminimalisir gangguan yang ada pada Penyulang Asabri yaitu membuat jadwal yang baik dan sistematis sehingga pekerjaan cepat selesai dengan tuntas dengan memaksimalkan dan merutinkan waktu pekerjaan inspeksi jaringan, pohon dan potensi gangguan yang ada, dengan bantuan peralatan seperti teropong, alat thermovision, alat ADD dan drone. Sehingga pohon, potensi gangguan dan komponen JTM yang kondisi abnormal dan melebihi tingkat kewajaran (suhu diatas 50 C) dan pemasangan penghalang binatang di daerah yang rawan binatang seperti ular, tokek, burung dan kuskus, serta selalu berkoordinasi dengan tim PDKB dan tim pemeliharaan dari UP3 Makassar selatan sebelum melaksanakan pemeliharaan ataupun pemasangan alat penghalang binatang.

B. Saran

Berdasarkan dari hasil penelitian di lapangan maka peneliti bermaksud memberikan saran yang mudah-mudahan dapat bermanfaat bagi PT PLN (Persero) ULP Panakkukang, yaitu sebagai berikut :

1. Bagi pihak PT PLN (Persero) ULP Panakkukang

Seperti yang sudah dijelaskan, Pemeliharaan preventif adalah salah satu kegiatan yang penting untuk meminimalisir gangguan pada Penyulang Asabri, untuk itu perlu adanya jadwal rutin dan

sistematis terkait :

- a. Inspeksi Penyulang untuk bisa mengetahui potensi potensi gangguan yang akan timbul dan dapat dieksekusi dengan cepat dan bisa menentukan prioritas pekerjaan yang akan dilaksanakan terlebih dahulu.
- b. Perlu adanya pemetaan dan pendataan daerah yang terdapat banyak pohon dan binatang liar, sebagai dasar awal untuk membuat jadwal pemangkasan rutin dan pemasangan penghalang binatang.
- c. Perencanaan pekerjaan jaringan dengan melibatkan banyak tim dalam satu kegiatan dengan jumlah pekerjaan yang banyak sehingga tidak terlalu lama padam dan pekerjaan menjadi efektif dan cepat selesai.
- d. Gangguan akibat komponen JUTM kebanyakan disebabkan karena material yang kurang bagus, sehingga perlu adanya pengawasan yang ketat dalam pemeliharaan untuk memastikan menggunakan material JUTM kualitas bagus dan baik.

DAFTAR PUSTAKA

Candra, H.S. 2019. *Keandalan Sistem Distribusi Jaringan SUTM Akibat Gangguan Pohon di PT PLN (Persero) UP3 Semarang*. Skripsi. Teknik Elektro Universitas Negeri Semarang.

(Sumber: <http://lib.unnes.ac.id> diakses pada tanggal 10 April 2022)

Data PT PLN (Persero) UP3 Makassar Selatan. 2019.

Data PT PLN (Persero) UP3 Makassar Selatan. 2020.

Data PT PLN (Persero) UP3 Makassar Selatan. 2021.

Data Realisasi Pekerjaan PDKB PT. PLN (Persero) UP3 Makassar Selatan tahun 2021

Dian, E.P. 2016. *Analisa Kontribusi Peran Pekerjaan Dalam Keadaan Bertegangan (PDKB) Terhadap Peningkatan KWH Jual Pada Penyulang Virgo Di PT PLN (Persero) WS2JB Area Lahat*.Jurnal. Dosen Tetap Teknik Elektro Universitas Palembang.

(Sumber : <https://jurnal.univpgri-palembang.ac.id>, diakses pada tanggal 10 April 2022)

Derkanir, L.R. 2021. *Evaluasi Keandalan Sistem Distribusi Menggunakan Indeks SAIFI dan SAIDI Pada PT. PLN (Persero) Area Bitung*.Jurnal. Teknik Elektro Universitas Sam Ratulangi Manado.

(Sumber: <http://repo.unsrat.ac.id> diakses pada tanggal 10 April 2022)

Erikson, P.S. 2021. *Analisa Keandalan Sistem Distribusi Berdasarkan Indeks Keandalan SAIDI dan SAIFI di Gardu Induk Payo Selincah*. Skripsi. Teknik Elektro Institut Teknologi PLN Jakarta.

Kelompok Kerja Standar Kontruksi Disribusi Jaringan Tenaga Listrik dan Pusat Penelitian Sains dan Teknologi Universitas Indonesia. 2010. *Buku 5 Standar Kontruksi Jaringan Tegangan Menengah Tenaga Listrik*. Jakarta: PT. PLN (Persero).

Marsudi, Djiteng. 2006. *Operasi Sistem Tenaga Listrik*. Yogyakarta: Graha Ilmu.

Mochamad, A.G.P . 2021. *Analisis Energi Terselamatkan Pada PDKB PT PLN (Persero) Jawa Barat Bandung*.Jurnal. Teknik Informatika Universitas Sangga Buana.

(Sumber : <https://repository.usbykpk.ac.id>, diakses pada tanggal 10 April 2022)

PT PLN (Persero) Pusat Pendidikan Dan Pelatihan. 2010. *Sistem Distribusi Tenaga Listrik* .Jakarta : PT. PLN(Persero).

PT PLN (Persero) Pusat Pendidikan Dan Pelatihan. 2014. *Pengenalan Proteksi Sistem Tenaga Listrik*. Jakarta: PT.PLN(Persero).

Sarimun, N., Wahyudi, 2011, *Buku Saku Pelayanan Teknik Edisi Kedua*, Depok: Garamond.

Sulasno, Ir., 2001. *Teknik dan Sistem Distribusi Tenaga Listrik*. Semarang: Badan Penerbit UNDIP.





