

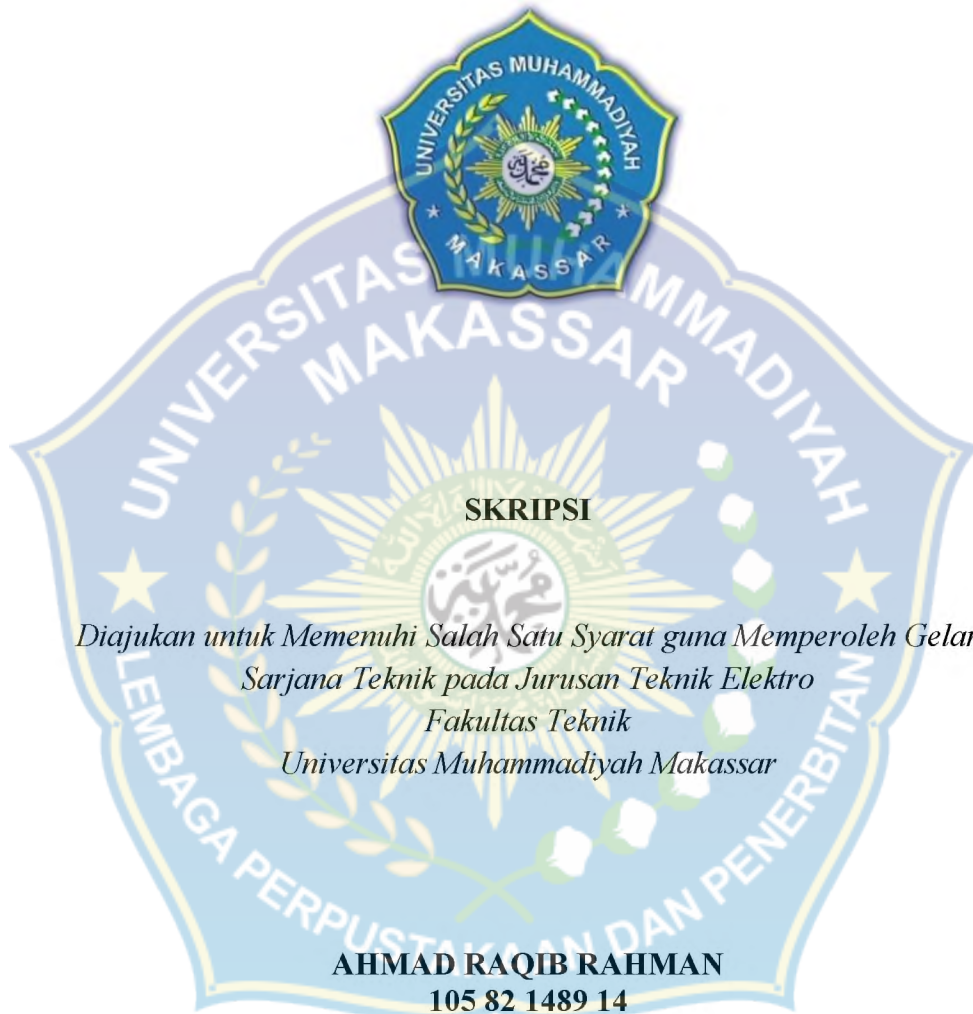
SKRIPSI
ANALISIS KEANDALAN SISTEM DISTRIBUSI TENAGA LISTRIK
BERDASARKAN INDEKS KEANDALAN SAIFI DAN SAIDI PT.PLN
(PERSERO) RAYON SUNGGUMINASA



PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

2019

**ANALISIS KEANDALAN SISTEM DISTRIBUSI TENAGA LISTRIK
BERDASARKAN INDEKS KEANDALAN SAIFI DAN SAIDI PT.PLN
(PERSERO) RAYON SUNGGUMINASA**



SKRIPSI

*Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat guna Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Makassar*

AHMAD RAQIB RAHMAN

105 82 1489 14

ARHAM AKMAL SUKRI

105 82 1369 14

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR
2019**



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR
FAKULTAS TEKNIK

GEDUNG MENARA IQRA LT. 3

Jl. Sultan Alauddin No. 259 Telp. (0411) 866 972 Fax (0411) 865 588 Makassar 90221

Website: www.unismuh.ac.id, e_mail: unismuh@gmail.com

Website: <http://teknik.unismuh.makassar.ac.id>

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

HALAMAN PENGESAHAN

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

Judul Skripsi : **ANALISIS KEANDALAN SISTEM DISTRIBUSI TENAGA LISTRIK BERDASARKAN INDEKS KEANDALAN SAIFI DAN SAIDI PT. PLN (PERSERO) RAYON SUNGGUMINASA**

Nama : 1. Ahmad Raqib Rahman
2. Arham Akmal S


Stambuk : 1. 10582 1489 14
2. 10582 1369 14

Makassar, 11 Maret 2019

Telah Diperiksa dan Disetujui
Oleh Dosen Pembimbing:

Pembimbing I

Pembimbing II


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


Adriani, S.T., M.T

Mengetahui,
Ketua Jurusan Elektro



Adriani, S.T., M.T.

NBM : 1044 202



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

FAKULTAS TEKNIK

GEDUNG MENARA IQRA LT. 3

Jl. Sultan Alauddin No. 259 Telp. (0411) 866 972 Fax (0411) 865 588 Makassar 90221

Website: www.unismuh.ac.id, e_mail: unismuh@gmail.com

Website: <http://teknik.unismuh.makassar.ac.id>

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ
PENGESAHAN

Skripsi atas nama **Ahmad Raqib Rahman** dengan nomor induk Mahasiswa 10582 1489 14 dan **Arham Akmal S** dengan nomor induk Mahasiswa 10582 1369 14, dinyatakan diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Tugas Akhir/Skripsi sesuai dengan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar Nomor : 0002/SK-Y/20201/091004/2019, sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar pada hari Kamis tanggal 21 Februari 2019.

Panitia Ujian : Makassar, 04 Rajab 1440 H

11 Maret 2019 M

1. Pengawas Umum

a. Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar

Prof. Dr. H. Abdul Rahman Rahim, SE., MM.

b. Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

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

2. Penguji

a. Ketua : Dr. Eng. Ir. H. Zulfajri Basri Hasanuddin, M.Eng

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

3. Anggota

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

2. Dr. Umar Katu, S.T.,M.T.

3. Antarisubhi, S.T.,M.T.

Mengetahui :

Pembimbing I

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

Pembimbing II

Adriani, S.T.,M.T

Dekan

Ir. Hamzah Al Imran, S.T., M.T.

NBM : 855 500

**ANALISIS KEANDALAN SISTEM DISTRIBUSI TENAGA LISTRIK
BERDASARKAN INDEKS KEANDALAN SAIDI DAN SAIFI PADA PT.PLN
(Persero) RAYON SUNGGUMINASA TAHUN 2017**

Ahmad Raqib Rahman, Arham Akmal Sukri
Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Makassar
Jln.Sultan Alauddin No.259 Makassar,90221,Indonesia
e-mail: ahmadraqib3@gmail.com

ABSTRACT

The level of reliability of a distribution system can be determined by calculating the frequency of outages and the duration of extinguishing experienced by the distribution system within a certain time period. This study aims to evaluate the reliability of the electric power distribution system based on the system reliability index, SAIDI and SAIFI at PT PLN (Persero) Rayon Sungguminasa by using disturbance monitoring data that occurred during 2017. After evaluating its reliability, the highest SAIDI value occurred in January 2017 amounted to 9.75, and the lowest occurred in April 2017 at 0.43. After evaluating the measured SAIDI reliability index value is 40.92 hours / customer / year which is very far from the SAIDI standard set by PT PLN (Persero), which is 21 hours / customer /. While SAIFI after evaluating its reliability, the highest SAIFI value occurred in January 2017 at 6.49, and the lowest occurred in April 2017 at 0.24. After evaluating the measured SAIFI reliability index value is 28.44 times / customer / year very far from the SAIFI standard set by PT PLN (Persero), namely 3.2 times / customer / year. Based on the Calculation of the Economic Value of the 20 KV Distribution System at PT PLN (Persero) Rayon Sungguminasa on the total amount of energy that is not delivered for 12 months duration, the total loss of 450 VA is Rp. 2,880,521,927,794 and the total loss of 900 VA is Rp. 3,942,497,481,947.76.

Keywords: Reliability, Distribution, SAIDI and SAIFI, Economical

ABSTRAK

Tingkat keandalan suatu sistem distribusi dapat ditentukan dengan menghitung frekuensi pemadaman dan lamanya pemadaman yang dialami oleh sistem distribusi dalam kurun waktu waktu tertentu. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi keandalan sistem distribusi tenaga listrik berdasarkan indeks keandalan sistem yakni SAIDI dan SAIFI pada PT.PLN (Persero) Rayon Sungguminasa dengan menggunakan data monitoring gangguan yang terjadi selama tahun 2017. setelah dilakukan evaluasi terhadap keandalannya, nilai SAIDI tertinggi terjadi bulan Januari 2017 sebesar 9.75, dan terendah terjadi bulan April 2017 sebesar 0,43. Setelah dilakukan evaluasi nilai indeks keandalan SAIDI terukur adalah 40.92 jam/pelanggan/tahun sangat jauh dari standar SAIDI yang ditetapkan oleh PT.PLN (Persero) yakni 21 jam/pelanggan/. Sedangkan SAIFI setelah dilakukan evaluasi terhadap keandalannya, nilai SAIFI tertinggi terjadi bulan Januari 2017 sebesar 6.49, dan terendah terjadi bulan April 2017 sebesar 0,24. Setelah dilakukan evaluasi nilai indeks keandalan SAIFI terukur adalah 28.44 kali/pelanggan/tahun sangat jauh dari standar SAIFI yang ditetapkan oleh PT.PLN (Persero) yakni 3.2 kali/pelanggan/Tahun. Berdasarkan Perhitungan Nilai Ekonomis Sistem Distribusi 20 KV pada PT.PLN (Persero) Rayon Sungguminasa pada jumlah total energi yang tidak terikirim selama durasi 12 bulan, Jumlah kerugian pada daya 450 VA adalah Rp.2.880.521.927.794,- dan Jumlah kerugian pada daya 900 VA adalah Rp.3.942.497.481.947,76.-

Kata kunci: Keandalan, Distribusi, SAIDI dan SAIFI, Ekonomis

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assalamu 'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Alhamdulillah Rabbil Alamin, puji syukur kehadiran Allah SWT, atas berkah, rahmat dan hidayah-Nya sehingga sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan sebagai persyaratan untuk memperoleh gelar kesarjanaan pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

Dalam penulisan tugas akhir ini, kami banyak mendapat bimbingan dan dorongan serta bantuan dari berbagai pihak, maka pada kesempatan ini kami menyampaikan rasa terima kasih kepada:

1. Ibu Dr. Ir. Hj. Hafsah Nirwana, M.T, selaku pembimbing pertama atas segala saran, bimbingan dan nasehatnya selama penelitian berlangsung dan selama penyusunan tugas akhir ini.
2. Ibu Adriani, S.T.,M.T, selaku ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar dan pembimbing kedua atas segala saran, kritik, bimbingan dan nasehatnya dalam penyelesaian tugas akhir ini.
3. Orang tua dan saudara – saudara penulis tercinta yang senantiasa mendoakan dan memberikan bimbingannya kepada penulis.
4. Bapak dan Ibu Dosen lainnya yang tidak sedikit telah memberikan ilmunya selama penulis menuntut ilmu di Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

5. Segenap karyawan PT PLN (Persero) Area Makassar Selatan Rayon Sungguminasa yang telah bersedia memberikan data yang penulis butuhkan.
6. Seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan yang telah memberikan bantuan dan dukungan selama ini.

Penulis telah berusaha semaksimal mungkin agar tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan harapan, namun keterbatasan kemampuan kami sehingga tugas akhir ini tampil dengan segala kekurangan. Oleh karena itu, kami senantiasa membuka diri terhadap saran dan kritik yang bertujuan untuk penyempurnaan tugas akhir ini. Dan akhirnya semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat dan menambah ilmu pengetahuan. Amiin.

Billahi Fi Sabilil Haq Fastabiqul Khairat

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Makassar, Juni 2019

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
BAB I: PENDAHULUAN	
1.1. Latar belakang	1
1.2. Rumusan masalah	2
1.3. Tujuan penelitian	3
1.4. Batasan masalah	3
1.5. Manfaat penelitian	4
1.6. Sistematika penulisan	4
BAB II: KEANDALAN SISTEM DISTRIBUSI TENAGA LISTRIK BERDASARKAN INDEKS KEANDALAN SAIFI DAN SAIDI	
2.1. Mutu dan catu daya listrik	6
2.2. Sistem distribusi tenaga listrik	6
2.3. Keandalan system tenaga listrik	10
2.4. Keandalan system distribusi berdasarkan indeks keandalan SAIFI dan SAIDI	10

2.5. Gangguan pada system distribusi	19
BAB III: METODOLOGI PENELITIAN	
3.1. Waktu Penelitian	31
3.2. Tempat Penelitian.....	31
3.3. Metode penelitian	31
3.4. Skema penelitian	31
3.5. Langkah Penelitian	34
BAB IV: HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1. Laju kegagalan.....	40
4.2. Lama gangguan rata-rata	44
4.3. SAIDI (<i>System Average Interruption Duration Index</i>).....	49
4.4. SAIFI (<i>System Average Interruption Frequency Index</i>).....	54
4.5. Perhitungan analisis nilai ekonomis.....	61
BAB V: PENUTUP	
5.1. Kesimpulan	66
5.2. Saran	67
DAFTAR PUSTAKA	68
LAMPIRAN	
a. Laporan SAIFI dan SAIDI bulan Januari s/d Desember 2017	69

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1	Skematik penyaluran energi listrik dari Pusat pembangkit..... 7
2.2	Skematik penyaluran energi listrik dari gardu induk sampai pelanggan... 7
2.3	Diagram satu garis penyaluran energi listrik ke pelanggan 8
2.4	Persentase gangguan berdasarkan sebab..... 21
3.1	Langkah – langkah penelitian..... 34
4.1	Karakteristik jumlah gangguan dan beban.....39
4.2	Karakteristik perbandingan Indeks Keandalan (SAIDI dan SAIFI) berdasarkan hasil perhitungan bulan Januari s/d Desember 201758
4.3	Karakteristik Perbandingan nilai Laju Kegagalan (λ) dan Lama Gangguan (U) dengan Nilai SAIDI dan SAIFI berdasarkan hasil perhitungan bulan Januari s/d Desember 201759

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1	Tingkat kontinuitas pelayanan dari sarana penyalur disusun berdasarkan lamanya upaya menghidupkan kembali suplai setelah gangguan 13
2.2	Jumlah fase yang mengalami gangguan..... 28
4.1	Data pelanggan dan laporan monitoring gangguan sistem distribusi PT.PLN (Persero) Rayon Sungguminasa selama Tahun 2017..... 38
4.2	Jumlah gangguan dan lama gangguan yang terjadi selama satu tahun... 40
4.3	Rekapitulasi hasil perhitungan Laju Kegagalan dan Lama Gangguan rata-rata bulan Januari s/d Desember 2017..... 48
4.4	Rekapitulasi hasil perhitungan Indeks Keandalan Sistem (SAIDI, SAIFI) bulan Januari s/d Desember 2017..... 57
4.5	Perbandingan nilai Laju Kegagalan (λ) dan Lama Gangguan (U) dengan Nilai SAIDI dan SAIFI..... 59
4.6	Perbandingan nilai SAIFI SAIDI hasil evaluasi keandalan dengan standar yang dikeluarkan oleh PT.PLN (Persero)..... 60
4.7	Perbandingan Nilai Ekonomis sistem distribusi tenaga listrik pada PT.PLN (Persero) Rayon Sungguminasa dengan Daya 450 VA dan 900 VA..... 65

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebijakan energi nasional bertujuan untuk menyediakan energi listrik serta menjaga kontinuitas penyalurannya. Permasalahan yang paling mendasar pada distribusi daya listrik adalah pada mutu, kontinuitas dan ketersediaan pelayanan daya listrik pada pelanggan. Penggunaan evaluasi keandalan sistem pada jaringan distribusi 20 KV merupakan salah satu faktor yang penting untuk meningkatkan dan menjamin penanganan secara benar terhadap permasalahan yang real terjadi dilapangan, sehingga dapat diantisipasi terjadinya gangguan serta mengurangi kerugian akibat energi yang tidak tersuplai pada sistem distribusi.

Listrik seyogyanya ditunjang dengan usaha peningkatan kualitas penyalurannya terhadap para pelanggan yakni pelayanan teknis yang mampu memberikan aliran energi listrik dengan daya yang mencukupi dan handal. Faktor yang sangat mempengaruhi dari kualitas energi adalah frekuensi, kontinuitas pelayanan, dan faktor daya. Namun dari beberapa faktor diatas yang sangat dirasakan oleh pelanggan adalah kontinuitas pelayanan energi listrik, karena banyak keluhan dari para pelanggan mengenai sering terjadi pemadaman listrik dalam waktu yang lama. Sehingga para pelanggan listrik baik pelanggan besar maupun pelanggan kecil akan merasakan akibatnya. Untuk mengetahui keandalan suatu sistem distribusi tenaga listrik maka ditetapkan suatu indeks keandalan yaitu besaran untuk membandingkan penampilan suatu sistem distribusi. Indeks-indeks

keandalan yang sering dipakai dalam suatu sistem distribusi adalah SAIFI (*System Average Interruption Frequency Index*) dan SAIDI (*System Average Interruption Duration Index*) yakni untuk mengetahui keandalan sistem distribusi tenaga listrik berdasarkan durasi atau lamanya pemadaman dan berapa kali jumlah pemadaman dalam kurun waktu tertentu.

Berdasarkan kasus yang telah dikemukakan sebelumnya maka kami akan menganalisa hal tersebut dengan judul: “Analisis Keandalan Sistem Distribusi Tenaga Listrik Berdasarkan Indeks Keandalan SAIFI dan SAIDI PT.PLN (Persero) Rayon Sungguminasa”

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, maka rumusan masalah yang akan dibahas dalam tugas akhir ini adalah:

1. Menghitung frekuensi pemadaman dan lamanya pemadaman yang dialami oleh Sistem Distribusi yang terjadi pada PT PLN (Persero) Rayon Sungguminasa.
2. Menghitung tingkat keandalan sistem Distribusi tenaga listrik berdasarkan indeks keandalan sistem SAIFI dan SAIDI di PT. PLN (Persero) Rayon Sungguminasa.
3. Menghitung Nilai Ekonomis Sistem Distribusi 20 KV pada PT PLN (Persero) Rayon Sungguminasa.

1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian tugas akhir ini adalah :

1. Mengetahui frekuensi pemadaman dan lamanya pemadaman yang dialami oleh Sistem Distribusi yang terjadi pada PT PLN (Persero) Rayon Sungguminasa..
2. Menganalisis keandalan sistem Distribusi tenaga listrik berdasarkan indeks keandalan sistem yakni SAIFI dan SAIDI di PT. PLN (Persero) Rayon Sungguminasa.
3. Menganalisis Nilai Ekonomis Sistem Distribusi 20 KV pada PT PLN (Persero) Rayon Sungguminasa.

1.4. Batasan Masalah

Batasan masalah keandalan sistem SAIFI dan SAIDI adalah sebagai berikut :

1. Frekuensi pemadaman dan lamanya pemadaman yang dihitung 12 bulan.
2. Penyebab gangguan pada saluran transmisi diabaikan.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian dalam tugas akhir ini mencakup :

- a. Pengembangan ilmu pengetahuan dan informasi tentang keandalan sistem distribusi.
- b. Dapat dijadikan bahan acuan untuk evaluasi keandalan sistem pada jaringan distribusi 20 kV di PT.PLN (Persero) Rayon Sungguminasa.

1.6 Sistematika penulisan

Laporan tugas akhir ini disusun dengan menggunakan sistematika sebagai berikut:

BAB I Pendahuluan

Merupakan bab yang membahas tentang latar belakang, rumusan dan tujuan penelitian, batasan masalah, metode penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II Tinjauan Pustaka

Merupakan bab yang membahas Keandalan Sistem Distribusi Tenaga Listrik Berdasarkan Indeks Keandalan SAIFI dan SAIDI.

BAB III Metode Penulisan

Bab ini terdiri atas enam sub bab, yaitu waktu dan tempat penelitian, Metode Pengumpulan Data, langkah penelitian, flowchart program. dan skema penelitian.

BAB IV Hasil dan Pembahasan

Merupakan bab yang membahas Keandalan Sistem Distribusi Tenaga Listrik Berdasarkan Indeks Keandalan SAIFI dan SAIDI pada PT PLN (Persero) Area Makassar Selatan Rayon Sungguminasa.

BAB V Penutup

Merupakan bab yang berisikan tentang kesimpulan dan saran – saran yang berguna bagi penentuan system keandalan system distribusi tenaga listrik dimasa yang akan datang.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Mutu Catu Daya Listrik

Secara umum sistem pelayanan listrik yang didambakan oleh pelanggan adalah terjaminnya kelangsungan penyaluran energi listrik secara terus menerus dengan mutu yang memadai. Mutu listrik yang memadai mencakup sejumlah kriteria dasar antara lain adalah :

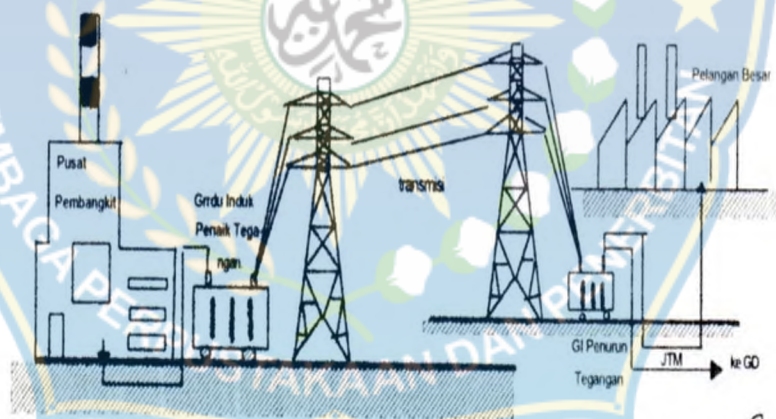
- a). variasi tegangan dan variasi frekuensi
- b). kedip dan kelip tegangan
- c). pemadaman
- d). harmonisa dan
- e). tegangan tak seimbang.

Mutu listrik yang disalurkan didasarkan pada sejumlah kriteria dasar dimana kriteria dasar tersebut menggambarkan ciri-ciri dari mutu penyalurannya. Mutu listrik yang disalurkan akan mengalami pengurangan bila terjadi penyimpangan pada tegangan, frekuensi dan keandalan yakni adanya gangguan-gangguan atau kejadian-kejadian yang tidak direncanakan sebelumnya pada jaringan.

2.2 Sistem Distribusi Tenaga Listrik

Sistem distribusi mempunyai fungsi yang penting sebagai komponen dari sistem tenaga listrik khususnya dalam penyaluran tenaga listrik ke konsumen. Penyaluran tenaga listrik dari tempat dibangkitkan (PLTA, PLTU, PLTD, PLTG, dll) kepada pelanggan memerlukan jaringan penghubung yang biasa disebut jaringan transmisi dan jaringan distribusi. Secara umum sistem pendistribusian tenaga listrik terdiri dari tiga unsur, yaitu : Pusat Pembangkit, Transmisi, dan Distribusi.

Penyaluran energi listrik ke para pelanggan secara skematis dapat dilihat pada Gambar 1, 2 dan 3 di bawah ini, yaitu dimulai dari Pusat pembangkit



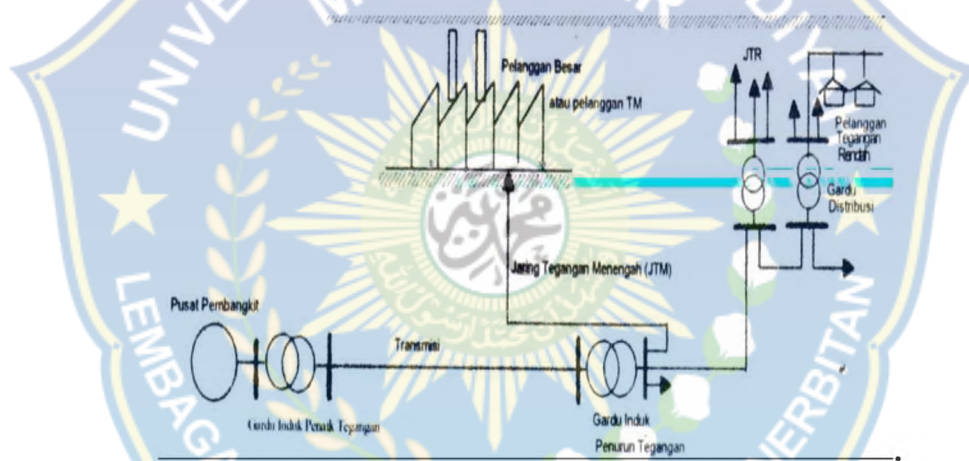
sampai Gardu Distribusi dan dari Gardu Distribusi sampai Pelanggan

Gambar 2.1 Skematik penyaluran energi listrik dari Pusat pembangkit

Dari jaringan tegangan menengah ke gardu distribusi, selanjutnya energi listrik disalurkan melalui jaringan tegangan rendah dengan skematik sebagai berikut :



Gambar 2.2 Skematik penyaluran energi listrik dari gardu induk sampai pelanggan



Gambar 2.3 Diagram satu garis penyaluran energi listrik ke pelanggan

Fungsi utama system distribusi ialah menyalurkan dan mendistribusikan tenaga listrik dari Gardu Induk distribusi (*distribution substation*) kepada pelanggan listrik dengan mutu pelayanan yang memadai. Salah satu unsur dari mutu pelayanan adalah kontinuitas pelayanan yang tergantung pada topologi dan konstruksi jaringan serta peralatan tegangan menengah. Masalah utama dalam menjalankan fungsi jaringan distribusi tersebut adalah mengatasi gangguan dengan cepat mengingat gangguan yang terbanyak dalam sistem tenaga listrik

terdapat dalam jaringan distribusi, khususnya jaringan tegangan menengah Pada sistem distribusi tenaga listrik, tingkat keandalan adalah hal yang sangat penting dalam menentukan kinerja sistem tersebut. Keandalan ini dapat ditinjau dari sejauh mana suplai tenaga listrik dapat mensuplai secara kontinu ke konsumen. Permasalahan yang paling mendasar pada sistem distribusi tenaga listrik adalah terletak pada mutu, kontinuitas dan ketersediaan pelayanan daya listrik pada pelanggan.

Prakiraan keandalan didasarkan pada sejumlah faktor diantaranya adalah, karakteristik operasinya, kondisi operasi dan distribusi keagalannya. Jadi langkah pertama untuk memperkirakan keandalan sistem distribusi adalah menentukan karakteristik operasi dari komponen-komponennya. Beberapa penyebab yang mengakibatkan terjadinya gangguan hubung singkat pada saluran distribusi antara lain:

1. Terjadinya angin kencang, sehingga menimbulkan gesekan pohon dengan jaringan listrik.
2. Kesadaran masyarakat yang kurang, misalnya bermain layang-layang dengan menggunakan benang yang bisa dilalui aliran listrik. Ini sangat berbahaya jika benang tersebut mengenai jaringan listrik.
3. Kualitas peralatan atau material yang kurang baik, misalnya: pada JTR yang memakai *Twisted Cable* (kabel pasangan berbelit) dengan mutu yang kurang baik, sehingga isolasinya mempunyai tegangan tembus yang rendah, mudah mengelupas dan tidak tahan panas. Hal ini juga akan menyebabkan hubung singkat antar phasa.

4. Pemasangan jaringan yang kurang baik misalnya: pemasangan konektor pada JTR yang memakai TC, apabila pemasangannya kurang baik akan menyebabkan timbulnya bunga api dan akan menyebabkan kerusakan phasa yang lainnya. Akibatnya akan terjadi hubung singkat.
5. Terjadinya hujan, adanya sambaran petir, karena terkena galian (kabel tanah), umur jaringan (kabel tanah) sudah tua yang mengakibatkan pengelupasan isolasi dan menyebabkan hubung singkat dan sebagainya.

2.3 Keandalan Sistem Tenaga Listrik

Keandalan merupakan tingkat keberhasilan kinerja suatu sistem atau bagian dari sistem tenaga listrik, untuk dapat memberikan hasil yang lebih baik pada periode waktu dan dalam kondisi operasi tertentu. Untuk dapat menentukan tingkat keandalan dari suatu sistem, harus diadakan pemeriksaan dengan cara melalui perhitungan maupun analisa terhadap tingkat keberhasilan kinerja atau operasi dari sistem yang ditinjau, pada periode tertentu kemudian membandingkannya dengan standar yang ditetapkan sebelumnya. Keandalan tenaga listrik adalah menjaga kontinuitas penyaluran tenaga listrik kepada pelanggan terutama pelanggan daya besar yang membutuhkan kontinuitas penyaluran tenaga listrik secara mutlak. Apabila tenaga listrik tersebut putus atau tidak tersalurkan akan mengakibatkan proses produksi dari pelanggan besar tersebut terganggu. Struktur jaringan tegangan menengah memegang peranan penting dalam menentukan keandalan penyaluran tenaga listrik karena jaringan yang baik memungkinkan dapat melakukan manuver tegangan dengan

mengalokasikan tempat gangguan dan beban dapat dipindahkan melalui jaringan lainnya. Kontinuitas pelayanan yang merupakan salah satu unsur dari kualitas.

2.4 Keandalan Sistem Distribusi Berdasarkan Indeks Keandalan Saifi Dan Saidi

Lebih dari beberapa dekade, sistem distribusi kurang dipertimbangkan dari segi keandalan ataupun pemodelan keandalan dibandingkan sistem pembangkit. Hal ini dikarenakan sistem pembangkit memiliki biaya investasi yang besar dan kegagalan pada pembangkit dapat menyebabkan dampak bencana yang sangat luas untuk kehidupan manusia dan lingkungannya. Sistem evaluasi keandalan yang digunakan pada sistem distribusi adalah Standar PLN No. 59. 1985 (Keandalan pada sistem Distribusi 20kV dan 6kV) memiliki parameter-parameter sebagai berikut yaitu : kegagalan rata-rata (λ), dan waktu pemadaman rata-rata (U_s). Penjabaran secara matematis dapat dilihat pada uraian di bawah ini :

$$\lambda_s = \frac{f}{t} \dots\dots\dots (2.1)$$

$$U_s = \frac{\sum f}{T} \dots\dots\dots (2.2)$$

Dengan :

λ_s = jumlah kegagalan

f = jumlah kegagalan selama selang waktu

t = lama pemadaman/gangguan (jam)

T = Jumlah lamanya rentang waktu (1 tahun)

Kedua indeks di atas sangat penting, namun tidak dapat memberikan respon sistem secara lengkap. Oleh karena itu untuk melihat respon dan sifat sistem diperlukan suatu indeks keandalan tambahan yang bisa memberikan gambaran perilaku dan tanggapan dari sistem. Indeks tambahan yang sering digunakan untuk mengevaluasi keandalan sistem tersebut adalah indeks berorientasi pada pelanggan dan indeks berorientasi pada beban serta energi. Pada tugas akhir ini penulis hanya menggunakan keandalan sistem berorientasikan pada pelanggan. Indeks keandalan yang dimaksud adalah indeks yang berorientasi pelanggan yang terdiri dari :

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

Merupakan jumlah dari perkalian lama padam dengan pelanggan yang padam dibagi dengan jumlah pelanggan yang dilayani. (standar IEEE 1366)

$$SAIDI = \frac{\sum (\text{Lama Padam}) \times (\text{Pelanggan Padam})}{\text{Total pelanggan yang dilayani}} \dots\dots\dots (2.3)$$

$$SAIDI = \frac{\sum U_i N_i}{\sum N_i}$$

Yang termasuk dalam perhitungan SAIDI adalah :

1. Semua gangguan yang mempengaruhi satu atau lebih pelanggan, selama 5 menit atau lebih, akan dicatat dan dihitung
2. Waktu gangguan akan mulai dihitung pada saat setelah mengetahui informasi adanya gangguan baik dari indikasi alam maupun dari telepon konsumen.

3. Semua padam akibat pekerjaan terencana masuk dalam hitungan.
4. Industri besar dihitung sebagai satu pelanggan.

Yang tidak termasuk dalam perhitungan SAIDI adalah :

1. Gangguan yang disebabkan karena *force major* (kerusakan, bencana alam, dll)
2. Padam kurang dari 5 menit tidak termasuk dalam perhitungan
3. Padam setempat dimana pelanggan setuju untuk tetap padam sampai waktu tertentu.
4. Padam setempat dimana ada masalah atau hal-hal yang menyangkut keamanan terhadap peralatan pelanggan.
5. Padam setempat yang disebabkan karena instalasi dalam bangunan milik pelanggan tidak masuk dalam perhitungan SAIDI.
6. Padam karena permintaan pelanggan.

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

merupakan jumlah dari perkalian frekuensi padam dengan pelanggan padam dibagi dengan jumlah pelanggan yang dilayani. (standar IEEE 1366)

$$SAIFI = \frac{\Sigma(\text{Pelanggan Padam}) \times (\text{Pepadaman})}{\text{Total pelanggan yang dilayani}} \dots\dots\dots (2.4)$$

$$SAIFI = \frac{\Sigma \lambda_i N_i}{\Sigma N_i}$$

Termasuk dalam perhitungan SAIFI adalah sama dengan perhitungan yang digunakan pada SAIDI.

a. Standarisasi nilai SAIFI dan SAIDI

Ukuran keandalan yang dipakai untuk mengukur keandalan sitem distribusi mengacu pada SPLN 52-3 (1983:5) disusun berdasarkan lamanya waktu yang dibutuhkan untuk menghidupkan kembali system setelah mengalami pemutusan karena gangguan. Tingkatan keandalan tersebut dapat dilihat dalam tabel 2.1.

Tabel 2.1. Tingkat kontinuitas pelayanan dari sarana penyalur disusun berdasarkan lamanya upaya menghidupkan kembali suplai setelah gangguan.

NO	Tngkat Pelayanan	Keterangan
1.	Tingkat -1	Dimungkinkan berjam-jam; yaitu waktu yang diperlukan untuk mencari dan memperbaiki bagian yang rusak karena gangguan.
2.	Tingkat -2	Padam beberapa jam; waktu yang diperlukan untuk mengirim petugas ke lokasi gangguan, melokalisasi dan melakukan manipulasi untuk menghidupkan sementara kembali dari arah atau saluran yang lain.
3.	Tingkat -3	Padam beberapa menit; manipulasi oleh petugas yang jaga di gardu atau dilakukan deteksi atau pengukuran dan pelaksanaan manipulasi jarak jauh.

4.	Tingkat -4	padam beberapa detik; pemadaman atau manipulasi secara otomatis
5.	Tingkat -5	tanpa padam; dilengkapi instalasi cadangan terpisah dan otomatis penuh.

Standarisasi yang juga digunakan adalah SPLN 1986, merupakan standar yang ditetapkan pada tahun 1986, sudah lebih dari 30 tahun SPLN 1985 dipakai sebagai standar. Seiring dengan perkembangan zaman, SPLN 1986 yang digunakan masih sama seperti yang tahun 1985 sehingga perlu dilakukan penelitian kembali apakah standar SPLN 1986 masih sesuai dengan kondisi sekarang. Perbedaan infrastruktur, peralatan listrik dan jumlah pelanggan pada tahun 1986 dengan tahun-tahun sekarang ini tentunya terdapat perbedaan, hal tersebut memberikan pengaruh yang berbeda dengan nilai keandalan listrik seperti SAIDI dan SAIFI.

Ukuran keandalan yang dipakai untuk mengukur keandalan sitem distribusi mengacu pada SPLN 68-2 : 1986 dengan nilai SAIFI 3.2 kali/tahun dan SAIDI 21 jam/tahun.

b. Perhitungan analisis nilai ekonomis

Dalam perhitungan analisis nilai ekonomis terdapat beberapa persamaan yang berkaitan dengan perhitungan aspek ekonomis. Adapun persamaan yang

digunakan dalam menghitung aspek ekonomi pada sistem, yaitu (Rabah, M. dan Djamil. "Economic Aspect of Distribution Power System Reliability, 2002):

1. NDE (*Non Delivery Energy*)

$$\text{NDE} = \text{PC} \times \text{tCA} \dots\dots\dots (2.5)$$

Dimana :

NDE : Jumlah total energi yang tidak terkirim dalam durasi waktu tertentu.

PC : Jumlah total energi yang tidak terkirim

tCA : Durasi waktu pemadaman

2. Biaya kerugian per titik beban

$$\text{Biaya pada titik beban N} = \text{NDE} \times \text{TDL} \dots\dots\dots (2.6)$$

Dimana :

NDE : Jumlah total energi yang tidak terkirim dalam durasi waktu tertentu.

TDL : Tarif Dasar Listrik

c. Parameter-Parameter yang Menentukan Keandalan dan Kualitas Listrik

Ukuran keandalan dan kualitas listrik secara umum ditentukan oleh beberapa parameter sebagai berikut:

1. Frekuensi dengan satuan hertz (Hz)

Yaitu jumlah siklus arus bolak-balik (*alternating current, AC*) per detik. Beberapa negara termasuk Indonesia menggunakan frekuensi listrik standar,

sebesar 50 Hz. Frekuensi listrik ditentukan oleh kecepatan perputaran dari turbin sebagai penggerak mula. Salah satu contoh akibat dari frekuensi listrik yang tidak stabil adalah akan mengakibatkan perputaran motor listrik sebagai penggerak mesin-mesin produksi di industri manufaktur juga tidak stabil, dimana hal ini akan mengganggu proses produksi.

2. Tegangan atau *voltage* dengan satuan *volt*

Tegangan yang baik adalah tegangan yang tetap stabil pada nilai yang telah ditentukan. Walaupun terjadinya fluktuasi (ketidak stabilan) pada tegangan ini tidak dapat di hindarkan, tetapi dapat di minimalkan. Gangguan pada tegangan antara lain :

- a. Fluktuasi Tegangan; Tegangan Lebih (*Over Voltage*), Tegangan Turun (*Drop Voltage*) dan tegangan getar (*flicker voltage*) Tegangan lebih pada sistem akan mengakibatkan arus listrik yang mengalir menjadi besar dan mempercepat kemunduran isolasi (*deterioration of insulation*) sehingga menyebabkan kenaikan rugi-rugi daya dan operasi, memperpendek umur kerja peralatan dan yang lebih fatal akan terbakarnya peralatan tersebut. Peralatan-peralatan yang dipengaruhi saat terjadi tegangan lebih adalah transformer, motor-motor listrik, kapasitor daya dan peralatan kontrol yang menggunakan coil/kumparan seperti *solenoid valve*, *magnetic switch* dan *relay*. tegangan lebih biasanya disebabkan karena eksitasi yang berlebihan pada generator listrik (*over excitation*), sambaran petir pada saluran

transmisi, proses pengaturan atau beban kapasitif yang berlebihan pada sistem distribusi.

Tegangan turun pada sistem akan mengakibatkan berkurangnya intensitas cahaya (redup) pada peralatan penerangan; bergetar dan terjadi kesalahan operasi pada peralatan kontrol seperti *automatic valve*, *magnetic switch* dan *auxiliary relay*; menurunnya torsi pada saat start (*starting torque*) pada motor-motor listrik. Tegangan turun biasanya disebabkan oleh kurangnya eksitasi pada generator listrik (*drop excitation*), saluran transmisi yang terlalu panjang, jarak beban yang terlalu jauh dari pusat distribusi atau peralatan yang sudah berlebihan beban kapasitifnya.

- b. Tegangan kedip (*Dip Voltage*); adalah turunnya tegangan (umumnya sampai 20%) dalam perioda waktu yang sangat singkat (dalam *milli second*). Penyebabnya adalah hubungan singkat (*short circuit*) antara fasa dengan tanah atau fasa dengan fasa pada jaringan distribusi. Tegangan kedip dapat mengakibatkan gangguan pada: stabilisator tegangan arus DC, *electromagnetic switch*, *variable speed motor*, *high voltage discharge lamp* dan *under voltage relay*.
- c. Harmonik Tegangan (*Voltage Harmonic*); adalah komponen-komponen gelombang sinus dengan frekuensi dan amplitudo yang lebih kecil dari gelombang asalnya (bentuk gelombang yang cacat). Tegangan harmonik dapat mengakibatkan: panas yang berlebihan, getaran keras, suara berisik dan terbakar pada peralatan *capacitor reactor (power capacitor)*; meledak pada peralatan power fuse (*power capacitor*); salah beroperasi pada

peralatan breaker; suara berisik dan bergetar pada peralatan rumah tangga (seperti TV, radio, lemari pendingin dsb.); dan pada peralatan motor listrik, elevator dan peralatan-peralatan kontrol akan terjadi suara berisik, getaran yang tinggi, panas yang berlebihan dan kesalahan operasi. Kontribusi arus harmonik akan menyebabkan cacat (distorsi) pada tegangan, tergantung seberapa besar kontribusinya.

Cara mengurangi pengaruh tegangan harmonik yang terjadi pada sistem adalah dengan memasang *harmonic filter* yang sesuai pada peralatan-peralatan yang dapat menyebabkan timbulnya harmonik seperti arus magnetisasi transformer, static VAR compensator dan peralatan-peralatan elektronika daya (seperti *inverter*, *rectifier*, *converter*, dsb).

- d. Ketidak seimbangan Tegangan (*Unbalance Voltage*); umumnya terjadi di sistem distribusi karena pembebanan fasa yang tidak merata.

Gangguan-gangguan tegangan sebagaimana dijelaskan diatas dapat menyebabkan peralatan-peralatan yang menggunakan listrik, beroperasi secara tidak normal dan yang paling fatal adalah kerusakan atau terbakarnya peralatan.

3. Interupsi (Pemadaman Listrik)

Interupsi ini dapat dibedakan menjadi:

- a. Pemadaman yang direncanakan (*Planned Interruption/scheduled interruption*); adalah pemadaman yang terjadi karena adanya pekerjaan perbaikan atau perluasan jaringan pada sistem tenaga listrik.

- b. Pemadaman yang tidak direncanakan (*Unplanned Interruption*); adalah pemadaman yang terjadi karena adanya gangguan pada sistem tenaga listrik seperti hubung singkat (*short circuit*).

Parameter-parameter yang menentukan keandalan dan kualitas listrik sebagaimana dijelaskan diatas adalah sesuatu yang meyakinkan (*measureable*) dan dapat diminimalkan dengan cara mengkoreksi terhadap konfigurasi dan peralatan pada sistem, manajemen serta sumber daya manusia yang handal dari perusahaan yang menjual energi listrik.

2.5 Gangguan Pada Sistem Distribusi

Tenaga listrik disalurkan ke masyarakat melalui jaringan distribusi. Oleh sebab itu jaringan distribusi merupakan bagian jaringan listrik yang paling dekat dengan masyarakat. Jaringan distribusi dikelompokkan menjadi dua, yaitu jaringan distribusi primer dan jaringan distribusi sekunder. Tegangan distribusi primer yang dipakai PLN adalah 20 kV, 12 kV, 6 KV. Pada saat ini, tegangan distribusi primer yang cenderung dikembangkan oleh PLN adalah 20 kV. Tegangan pada jaringan distribusi primer, diturunkan oleh gardu distribusi menjadi tegangan rendah yang besarnya adalah 380/220 V, dan disalurkan kembali melalui jaringan tegangan rendah kepada konsumen.

Dalam operasi sistem tenaga listrik sering terjadi gangguan - gangguan yang dapat mengakibatkan terganggunya penyaluran tenaga listrik ke konsumen. Gangguan adalah penghalang dari suatu sistem yang sedang beroperasi atau suatu keadaan dari sistem penyaluran tenaga listrik yang menyimpang dari kondisi normal. Suatu gangguan di dalam peralatan listrik didefinisikan sebagai terjadinya

suatu kerusakan di dalam jaringan listrik yang menyebabkan aliran arus listrik keluar dari saluran yang seharusnya.

Berdasarkan ANSI/IEEE Std. 100-1992 gangguan didefinisikan sebagai suatu kondisi fisis yang disebabkan kegagalan suatu perangkat, komponen atau suatu elemen untuk bekerja sesuai dengan fungsinya. Gangguan hampir selalu ditimbulkan oleh hubung singkat antar fase atau hubung singkat fase ke tanah. Suatu gangguan hampir selalu berupa hubung langsung atau melalui impedansi. Istilah gangguan identik dengan hubung singkat, sesuai standart ANSI/IEEE Std. 100-1992.

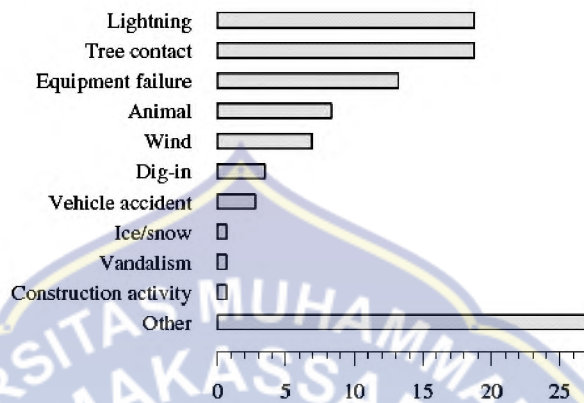
Hubung singkat merupakan suatu hubungan abnormal (termasuk busur api) pada impedansi yang relatif rendah terjadi secara kebetulan atau disengaja antara dua titik yang mempunyai potensial yang berbeda. Istilah gangguan atau gangguan hubung singkat digunakan untuk menjelaskan suatu hubungan singkat.

Tujuan menganalisis gangguan pada jaringan distribusi adalah :

1. Untuk menentukan arus maksimum dan minimum hubung singkat tiga fasa
2. Untuk menentukan arus gangguan tak simetris bagi gangguan satu dan dua line ke tanah, gangguan line ke line, dan rangkaian terbuka.
3. Penyelidikan operasi rele-rele proteksi
4. Untuk menentukan kapasitas pemutus dari *circuit breaker*

Untuk menentukan distribusi arus gangguan dan tingkat tegangan busbar selama gangguan. (*Weedy, 1988 : 299*)

Berdasarkan studi yang telah dilakukan EPRI (*Burke and Lawrence, 1984; EPRI 1209-1, 1983*) bahwa penyebab terjadinya gangguan permanen pada jaringan distribusi seperti gambar 2.4



Gambar 2.4. Persentase gangguan berdasarkan sebab

Hampir 40% dari gangguan yang diteliti, terjadi pada priode cuaca yang tidak menguntungkan seperti : cuaca hujan, dingin dan salju. Gangguan distribusi terjadi pada satu fase, dua fase atau ketiga fasenya.

Hal ini sebabkan bahwa hampir sebagian besar dari panjang saluran distribusi adalah saluran satu fase, setiap gangguan satu fasa hanya mencakup bagian satu fase. Begitu juga bagian tiga fase, beberapa jenis gangguan cenderung terjadi dari fase ke tanah. Gangguan yang disebabkan oleh peralatan dan hewan cenderung terjadi dari fase ke tanah. Pohon juga dapat menyebabkan gangguan satu fase ke tanah pada sistem tiga fase, tetapi gangguan fase-fase lebih sering terjadi. Gangguan petir cenderung menyebabkan gangguan dua atau tiga fase ke tanah pada sistem tiga fase.

Gangguan-gangguan tersebut menyebabkan terjadinya :

1. Menginterupsi kontinuitas pelayanan daya kepada para konsumen apabila gangguan itu sampai menyebabkan terputusnya suatu rangkaian (*sircuit*) atau menyebabkan keluarnya satu unit pembangkit .
2. Penurunan tegangan yang cukup besar menyebabkan rendahnya kualitas tenaga listrik dan merintanginya kerja normal pada peralatan konsumen.
3. Pengurangan stabilitas sistem dan menyebabkan jatuhnya generator.
4. Merusak peralatan pada daerah terjadinya gangguan itu.

Gangguan terdiri dari gangguan temporer atau permanen, rata-rata jumlah gangguan temporer lebih tinggi dibandingkan gangguan permanen. Kebanyakan gangguan temporer di amankan dengan *circuit breaker* (CB) atau pengamanan lainnya.

Gangguan permanen adalah gangguan yang menyebabkan kerusakan permanen pada sistem. Seperti kegagalan isolator, kerusakan penghantar, kerusakan pada peralatan seperti transformator atau kapasitor. Pada saluran bawah tanah hampir semua gangguan adalah gangguan permanen. Kebanyakan gangguan peralatan akan menyebabkan hubung singkat. Gangguan permanen hampir semuanya menyebabkan pemutusan/gangguan pada konsumen. Untuk melindungi jaringan dari gangguan digunakan *fuse*, *recloser* atau CB.

2.6 Jenis Gangguan

Pada dasarnya gangguan yang sering terjadi pada sistem distribusi saluran 20 KV dapat digolongkan menjadi dua macam yaitu gangguan dari dalam sistem dan

gangguan dari luar sistem. Gangguan yang berasal dari luar sistem disebabkan oleh sentuhan daun/pohon pada penghantar, sambaran petir, manusia, binatang, cuaca dan lain-lain. Sedangkan gangguan yang datang dari dalam sistem dapat berupa kegagalan dari fungsi peralatan jaringan, kerusakan dari peralatan jaringan, kerusakan dari peralatan pemutus beban dan kesalahan pada alat pendeteksi.

Klasifikasi gangguan yang terjadi pada jaringan distribusi (Hutauruk,1987 :

4) adalah :

- a. Dari jenis gangguannya :
 - 1) Gangguan dua fasa atau tiga fasa melalui hubungan tanah
 - 2) Gangguan fasa ke fasa
 - 3) Gangguan dua fasa ke tanah
 - 4) Gangguan satu fasa ke tanah atau gangguan tanah
- b. Dari lamanya gangguan
 - 1) Gangguan permanen
 - 2) Gangguan temporer

a. Gangguan yang bersifat temporer

Gangguan yang bersifat temporer ini apabila terjadi gangguan, maka gangguan tersebut tidak akan lama dan dapat normal kembali. Gangguan ini dapat hilang dengan sendirinya atau dengan memutus sesaat bagian yang terganggu dari sumber tegangannya. Kemudian disusul dengan penutupan kembali peralatan hubungannya. Apabila ganggguan temporer sering terjadi dapat menimbulkan kerusakan pada peralatan dan akhirnya menimbulkan gangguan yang bersifat permanen.

Salah satu contoh gangguan yang bersifat temporer adalah gangguan akibat sentuhan pohon yang tumbuh disekitar jaringan, akibat binatang seperti burung kelelawar, ular dan layangan.

Gangguan ini dapat hilang dengan sendirinya yang disusul dengan penutupan kembali peralatan hubungannya. Apabila gangguan temporer sering terjadi maka hal tersebut akan menimbulkan kerusakan pada peralatan dan akhirnya menimbulkan gangguan yang bersifat permanen.

b. Gangguan yang bersifat permanen

Gangguan permanen tidak akan dapat hilang sebelum penyebab gangguan dihilangkan terlebih dahulu. Gangguan yang bersifat permanen dapat disebabkan oleh kerusakan peralatan, sehingga gangguan ini baru hilang setelah kerusakan ini diperbaiki atau karena ada sesuatu yang mengganggu secara permanen. Untuk membebaskannya diperlukan tindakan perbaikan atau menyingkirkan penyebab gangguan tersebut. Terjadinya gangguan ditandai dengan jatuhnya pemutus tenaga, untuk mengatasinya operator memasukkan tenaga secara manual. Contoh gangguan ini yaitu adanya kawat yang putus, terjadinya gangguan hubung singkat, dahan yang menimpa kawat fasa dari saluran udara, adanya kawat yang putus, dan terjadinya gangguan hubung singkat.

c. Penyebab Gangguan

Gangguan biasanya diakibatkan oleh kegagalan isolasi di antara penghantar fasa atau antara penghantar fasa dengan tanah. Secara nyata kegagalan isolasi dapat menghasilkan beberapa efek pada sistem yaitu menghasilkan arus yang

cukup besar, atau mengakibatkan adanya impedansi diantara konduktor fasa atau antara penghantar fasa dan tanah.

Penyebab terjadinya gangguan pada jaringan distribusi disebabkan karena (Hutauruk, 1987 : 3):

- a. kesalahan mekanis
- b. kesalahan thermis
- c. karena tegangan lebih
- d. karena material yang cacat atau rusak
- e. gangguan hubung singkat
- f. konduktor putus

Faktor-faktor penyebab terjadinya gangguan pada jaringan distribusi adalah karena (Hutauruk, 1987 : 4):

- a. Surja petir atau surja hubung
- b. Burung atau daun-daun
- c. Polusi debu
- d. Pohon-pohon yang tumbuh di dekat jaringan
- e. Keretakan pada isolator
- f. Andongan yang terlalu kendor

Secara umum gangguan dibedakan pada dua kondisi tegangan saat terjadinya gangguan, yaitu gangguan terjadi pada tegangan normal dan gangguan terjadi pada tegangan lebih.

1. Gangguan terjadi pada kondisi normal

Gangguan pada kondisi tegangan normal terjadi dikarenakan pemerosotan dari isolasi dan kejadian-kejadian tak terduga dari benda asing. Pemerosotan isolasi dapat terjadi karena polusi dan penuaan. Saat ini batas ketahanan isolasi tertinggi (*high insulation level*) sekitar 3-5 kali nilai tegangan nominalnya. Tapi dengan adanya pengotoran (*pollution*) pada isolator yang biasanya disebabkan oleh penumpukan jelaga (*soot*) atau debu (*dust*) pada daerah industri dan penumpukan garam (*salt*) karena angin yang mengandung uap garam menyebabkan kekuatan isolasi akan menurun. Hal inilah yang menyebabkan penurunan resistansi dari isolator dan menyebabkan kebocoran arus. Kebocoran arus yang kecil ini mempercepat kerusakan isolator. Selain itu pemuaiian dan penyusutan yang berulang-ulang dapat juga menyebabkan kemerosotan resistansi dari isolator.

2. Gangguan Terjadi Pada Kondisi Tegangan Lebih

Gangguan pada kondisi tegangan lebih salah satunya disebabkan sambaran petir yang tidak cukup teramankan oleh alat-alat pengaman petir. Petir menghasilkan surja tegangan yang sangat tinggi pada sistem tenaga listrik, besarnya tegangan dapat mencapai jutaan volt dan ini tidak dapat ditahan oleh isolasi. Surja ini berjalan secepat kilat pada jaringan listrik, faktor yang membatasinya adalah impedansi dan resistansi dari saluran. Untuk mengatasi

surja petir ini sehingga tidak mengakibatkan kerusakan pada isolasi dan peralatan sistem tenaga lainnya, diperlukan suatu peralatan proteksi khusus untuk dapat mengatasi surja petir ini.

3. Akibat dari Gangguan

Akibat yang paling serius dari gangguan adalah kebakaran yang tidak hanya akan merusak peralatan dimana gangguan terjadi tetapi bisa berkembang ke sistem dan akan mengakibatkan kegagalan total dari sistem. Berikut ini akibat-akibat yang disebabkan oleh gangguan:

- a. Penurunan tegangan yang cukup besar pada sistem daya sehingga dapat merugikan pelanggan atau mengganggu kerja peralatan listrik.
- b. Bahaya kerusakan pada peralatan yang diakibatkan oleh *arcing* (busur api listrik).
- c. Bahaya kerusakan pada peralatan akibat *overheating* (pemanasan berlebih) dan akibat tekanan mekanis (alat pecah dan sebagainya).
- d. Terganggunya stabilitas sistem dan ini dapat menimbulkan pemadaman menyeluruh pada sistem tenaga listrik.
- e. Menyebabkan penurunan tegangan sehingga koil tegangan relai gagal bertahan

4. Statistik Gangguan

Pada sistem tenaga listrik terjadinya gangguan hampir sebagian besar dialami pada saluran udara. Dalam sistem tiga fasa kegagalan isolasi antara satu fasa dengan tanah disebut gangguan saluran ke tanah atau gangguan satu fasa ke

tanah, sedangkan kegagalan isolasi di antara dua fasa disebut gangguan saluran ke saluran, kegagalan isolasi dua fasa ke tanah disebut gangguan dua saluran ke tanah, menurunnya isolasi di antara tiga fasa disebut gangguan tiga fasa.

Frekuensi timbulnya gangguan dari sistem tenaga listrik berbeda-beda. Informasi ini akan membantu dalam menentukan disain dan aplikasi suatu proteksi. Berbagai macam frekuensi gangguan dapat dilihat pada tabel 2.2 berikut ini.

Tabel 2.2. Jumlah fase yang mengalami gangguan

Fault	Percentage
One phase to neutral	63%
Phase to phase	11%
Two phases to neutral	2%
Three phase	2%
One phase on the ground	15%
Two phases on the ground	2%
Three phases on the ground	1%
Other	4%

Gangguan yang terjadi pada sistem distribusi biasanya merupakan gangguan – gangguan yang terkait dengan saluran penghantar dan peralatan – peralatan gardu distribusi seperti trafo distribusi, kawat pentanahan dan sebagainya. Seperti pada sistem tenaga umumnya, maka gangguan yang terjadi pada sistem distribusi dapat dikategorikan sebagai berikut:

1. Gangguan hubung singkat

- a. Gangguan hubung singkat dapat terjadi antar fase (3 fase atau 2 fase) atau 1 fase ke tanah dan sifatnya bisa temporer atau permanen.
- b. Gangguan permanen : Hubung singkat pada kabel, belitan trafo,

generator, (tembusnya isolasi).

c. Gangguan temporer : *Flashover* karena sambaran petir, *flashover*

dengan pohon, tertiuap angin.

2. Gangguan beban lebih

Gangguan beban lebih terjadi karena pembebanan sistem distribusi yang melebihi kapasitas sistem terpasang. Gangguan ini sebenarnya bukan gangguan murni, tetapi bila dibiarkan terus-menerus berlangsung dapat merusak peralatan.

Beban lebih adalah sejumlah arus yang mengalir yang lebih besar dari arus nominal. Hal ini terjadi karena penggunaan daya listrik oleh konsumen melampaui kapasitas nominal mesin. Hal ini tidaklah segera merusak perlengkapan listrik tetapi mengurangi umur peralatan listrik.

Untuk waktu yang singkat arus lebih tidaklah membawa akibat yang jelek terhadap perlengkapan listrik, umpamanya pada waktu menjalankan motor arsmulanya cukup besar dalam waktu yang singkat tetapi tidak banyak berpengaruh terhadap peralatan listrik.

3. Gangguan Tegangan Lebih

Gangguan tegangan lebih termasuk gangguan yang sering terjadi pada saluran distribusi. Berdasarkan penyebabnya maka gangguan tegangan lebih ini dapat dikelompokkan atas 2 hal, yakni :

a. Tegangan Lebih Power frekuwensi

Pada system distribusi hal ini biasanya disebabkan pada kesalahan pada AVR atau pengatur tap pada trafo distribusi.

b. Tegangan Lebih Surja

Gangguan ini biasanya disebabkan oleh surja hubung atau surja petir.

Dari ketiga jenis gangguan tersebut, gangguan yang lebih sering terjadi dan berdampak sangat besar pada sistem distribusi adalah gangguan hubung singkat. Sehingga istilah gangguan pada sistem distribusi lazim mengacu pada gangguan hubung singkat dan peralatan proteksi yang dipasang cenderung mengatasi gangguan hubung singkat ini



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada PT PLN (Persero) khususnya pada PT PLN (Persero) Area Makassar Selatan Rayon Sungguminasa dimana tempat ini merupakan sumber data bagi penulis.

3.2 Waktu Penelitian

Penelitian akan dilaksanakan selama 2 bulan dimulai dengan pengambilan data pada bulan Oktober sampai bulan November 2018.

3.3 Metode Pengumpulan Data

Penelitian ini merupakan jenis penelitian analisis-deskripsi yang menitik beratkan pada pengumpulan data yang berhubungan, dengan melakukan observasi langsung kelapangan PT PLN (Persero). Terhadap data yang diperoleh dilakukan pengolahan, perhitungan serta analisa untuk mendapatkan nilai Keandalan Sistem Distribusi Tenaga Listrik Berdasarkan Indeks Keandalan SAIFI dan SAIDI. Data yang didapat berdasarkan peralatan-peralatan yang berada pada wilayah kerja PT PLN (Persero) Rayon Sungguminasa.

3.4 Skema Penelitian

Secara garis besar skema penelitian yang akan dilakukan Dimulai dari pengambilan data Trafo sistem Tenaga dan saluran Distribusi tegangan 20 KV. Data yang didapat selanjutnya akan diolah dan dihitung berapa frekuensi

pemadaman yang terjadi pada sistem distribusi (SAIFI) dan berapa Frekuensi lamanya pemadaman pada sistem distribusi (SAIDI) dengan menggunakan rumus :

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

Merupakan jumlah dari perkalian lama padam dengan pelanggan yang padam dibagi dengan jumlah pelanggan yang dilayani

$$SAIDI = \frac{\Sigma(\text{Lama Padam}) \times (\text{Pelanggan Padam})}{\text{Total pelanggan yang dilayani}} \dots\dots\dots (2.3)$$

$$SAIDI = \frac{\Sigma U_i N_i}{\Sigma N_i}$$

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

merupakan jumlah dari perkalian frekuensi padam dengan pelanggan padam dibagi dengan jumlah pelanggan yang dilayani

$$SAIFI = \frac{\Sigma(\text{Pelanggan Padam}) \times (\text{Pemadaman})}{\text{Total pelanggan yang dilayani}} \dots\dots\dots (2.4)$$

$$SAIFI = \frac{\Sigma A_i N_i}{\Sigma N_i}$$

Data yang didapat berdasarkan rumus yang digunakan selanjutnya akan dievaluasi dengan membandingkan sistem keandalan menggunakan SAIFI dan SAIDI sebelum menggunakan dan sesudah menggunakan. Dari evaluasi yang dilakukan didapat bahwa setelah menggunakan sistem SAIFI dan SAIDI dijadikan acuan untuk evaluasi keandalan sistem pada jaringan distribusi 20 KV di PT.PLN (persero) Rayon Sungguminasa.

Setelah dilakukan evaluasi perbandingan SAIFI dan SAIDI terukur dengan yang ditetapkan pada PT.PLN (Persero) selanjutnya menghitung Perbandingan Nilai Ekonomis system distribusi tenaga listrik pada PT.PLN (Persero) Rayon Sungguminasa dengan Daya 450 VA dan 900 VA. Adapun persamaan yang digunakan dalam menghitung aspek ekonomi pada sistem, yaitu :

3. NDE (*Non Delivery Energy*)

$$NDE = PC \times tCA \dots\dots\dots (2.5)$$

Dimana :

NDE : Jumlah total energi yang tidak terkirim dalam durasi waktu tertentu.

PC : Jumlah total energi yang tidak terkirim

tCA : Durasi waktu pemadaman

4. Biaya kerugian per titik beban

Biaya pada titik beban

$$N = NDE \times TDL \dots\dots\dots (2.6)$$

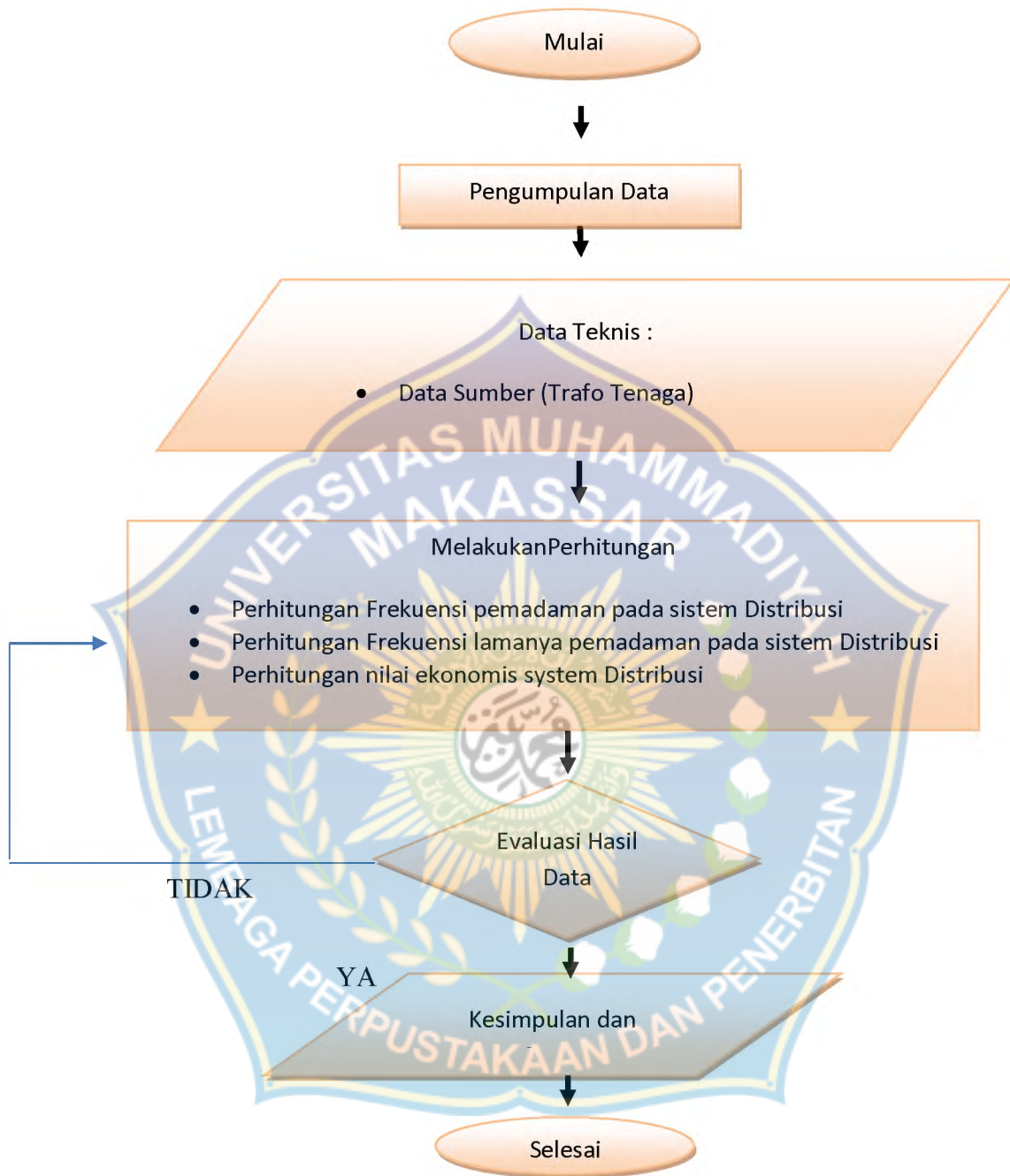
Dimana :

NDE : Jumlah total energi yang tidak terkirim dalam durasi waktu tertentu.

TDL : Tarif Dasar Listrik

3.5 Langkah – Langkah Penelitian

Di bawah ini adalah flowchart dari perencanaan tugas akhir.



Gambar3.1 Langkah – langkah penelitian

Untuk Analisis Keandalan Sistem Distribusi Tenaga Listrik Berdasarkan Indeks Keandalan SAIFI dan SAIDI PT.PLN (Persero) Rayon Sungguminasa diperlukan data jumlah pelanggan, pelanggan padam, jumlah gangguan (kali), lama gangguan (jam), beban padam (Kwh).

Berdasarkan data-data inilah dilakukan perhitungan untuk mengetahui berapa lama dan jumlah pemadaman yang terjadi selama Tahun 2017. Perhitungan yang dilakukan dalam menentukan keandalan system distribusi 20 KV

selanjutnya dilakukan perhitungan laju kegagalan dan lama gangguan rata-rata bulan januari s/d desember 2017 pada system distribusi tenaga listrik PT.PLN (Persero) Rayon Sungguminasa, dengan memakai rumus :

$$\lambda_s = \frac{f}{T} \dots\dots\dots (2.1)$$

$$U_s = \frac{\sum f}{T} \dots\dots\dots (2.2)$$

Dengan :

λ_s = jumlah kegagalan (frekuensi/12 bulan)

f = jumlah kegagalan selama selang waktu

t = lama pemadaman/gangguan (jam)

T = Jumlah lamanya rentang waktu pemadaman

setelah dilakukan perhitungan seperti yang diuraikan diatas selanjutnya dilaakukan perhitungan Nilai Indeks Keandalan Sistem (SAIDI, SAIFI) dari

bulan Januari s/d Desember 2017 pada Sistem Distribusi 20 KV PT. PLN

(Persero) Rayon Sungguminasa, dengan memakai rumus :

System Average Interruption Duration Index (SAIDI)

Merupakan jumlah dari perkalian lama padam dengan pelanggan yang padam dibagi dengan jumlah pelanggan yang dilayani.

$$SAIDI = \frac{\Sigma(\text{Lama Padam}) \times (\text{Pelanggan Padam})}{\text{Total pelanggan yang dilayani}} \dots\dots\dots (2.3)$$

$$SAIDI = \frac{\Sigma U_i N_i}{\Sigma N_i}$$

System Average Interruption Frequency Index (SAIFI)

merupakan jumlah dari perkalian frekuensi padam dengan pelanggan padam dibagi dengan jumlah pelanggan yang dilayani

$$SAIFI = \frac{\Sigma(\text{Pelanggan Padam}) \times (\text{Pemadaman})}{\text{Total pelanggan yang dilayani}} \dots\dots\dots (2.4)$$

$$SAIFI = \frac{\Sigma \lambda_i N_i}{\Sigma N_i}$$

Setelah dilakukan perhitungan nilai SAIFI dan SAIDI dilakukan perbandingan nilai Laju Kegagalan (λ) dan Lama Gangguan (U) dengan Nilai SAIDI dan SAIFI pada sistem distribusi tenaga listrik untuk menunjukkan tingkat evaluasi keandalan

Berdasarkan nilai SAIFI dan SAIDI yang telah diukur Tahun 2017 di lakukan perbandingan nilai SAIFI dan SAIDI yang telah diukur dengan standar

SAIFI dan SAIDI yang dikeluarkan oleh PT.PLN (Persero) yakni untuk SAIDI yakni 21 Jam/Pelanggan/Tahun dan SAIFI 3.2 Kali/Pelanggan/Tahun.

Setelah dilakukan evaluasi perbandingan SAIFI dan SAIDI terukur dengan yang ditetapkan pada PT.PLN (Persero) selanjutnya menghitung Perbandingan Nilai Ekonomis system distribusi tenaga listrik pada PT.PLN (Persero) Rayon Sungguminasa dengan Daya 450 VA dan 900 VA. Adapun persamaan yang digunakan dalam menghitung aspek ekonomi pada sistem, yaitu :

5. NDE (*Non Delivery Energy*)

$$NDE = PC \times tCA \dots\dots\dots (2.5)$$

Dimana :

NDE : Jumlah total energi yang tidak terkirim dalam durasi waktu tertentu.

PC : Jumlah total energi yang tidak terkirim

tCA : Durasi waktu pemadaman

6. Biaya kerugian per titik beban

Biaya pada titik beban

$$N = NDE \times TDL \dots\dots\dots (2.6)$$

Dimana :

NDE : Jumlah total energi yang tidak terkirim dalam durasi waktu tertentu.

TDL : Tarif Dasar Listrik

BAB IV

HASIL PENELITIAN

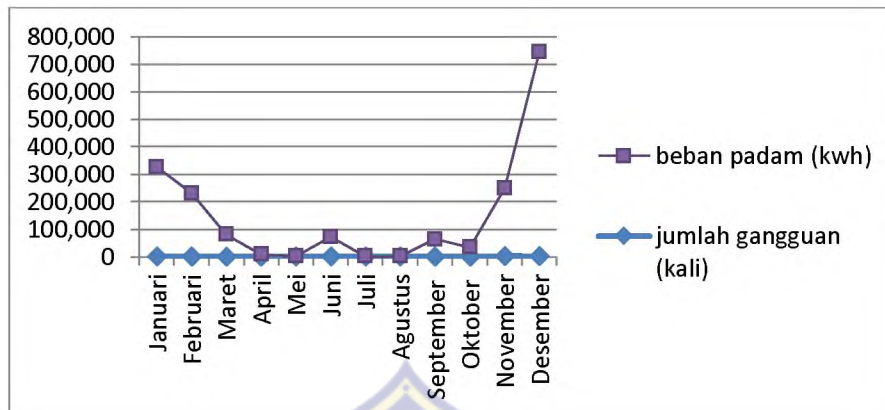
Penelitian ini merupakan jenis penelitian analisis-deskripsi yang menitik beratkan pada pengumpulan data yang berhubungan, dengan melakukan observasi langsung kelapangan PT PLN (Persero) Rayon Sungguminasa.

Untuk Analisis Keandalan Sistem Distribusi Tenaga Listrik Berdasarkan Indeks Keandalan SAIFI dan SAIDI PT.PLN (Persero) Rayon Sungguminasa diperlukan data jumlah pelanggan, pelanggan padam, jumlah gangguan (kali), lama gangguan (jam), beban padam (Kwh).

Data-data yang diambil dilapangan dirangkum kedalam tabel 4.1 yang merupakan data pelanggan dan hasil monitoring gangguan yang terjadi pada PT.PLN (Persero) Rayon Sungguminasa selama Tahun 2017 (Januari s/d Desember) 2017. **Tabel 4.1.** Data pelanggan dan laporan monitoring gangguan sistem distribusi PT.PLN (Persero) Rayon Sungguminasa selama Tahun 2017.

Data Monitoring	Bulan Januari s/d Desember 2017											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Juni	Juli	Agust	Sept	Okt	Nov	Des
jumlah pelanggan	113,178	114,409	115,286	44,957	117,961	117,961	119,574	119,574	122,954	124,642	125,874	128,134
pelanggan padam	734.048	500.875	200.429	10.904	205.721	181.192	403.464	156.339	115.666	144.504	225.025	1.639.444
jumlah gangguan (kali)	813	701	669	391	720	502	640	599	656	1263	1589	4526
lama gangguan (jam)	716.80	1009.72	602.04	367.81	909.25	644.95	541.24	536.53	630.67	1168.32	2892.67	8384.29
beban padam (kwh)	325.799	230.935	80.179	7.643	84.21	71.642	43.1	44.04	62.972	34.361	248.461	742.871
jam x pelanggan padam	1.103.291,20	873.002,25	303.797,33	19.181,96	315.978,93	255.559,18	136.762,66	149.152,58	228.650,98	125.476,04	767.811,22	2.382.229,65

Sumber : PT.PLN (Persero) Area Makassar Selatan Rayon Sungguminasa



Gambar 4.1: Karakteristik jumlah gangguan dan beban padam bulan Januari s/d Desember 2017 pada PT. PLN (Persero) Rayon Sungguminasa.

Dari diagram gambar diatas dapat diketahui perbandingan jumlah gangguan dan beban padam bulan Januari s/d Desember 2017. Garis biru pada gambar diatas menunjukkan jumlah gangguan sementara garis kuning menunjukkan beban padam. Gambar diatas menunjukkan jumlah gangguan terendah berada pada bulan April sebesar 391 dan tertinggi pada bulan Desember sebesar 4.256 gangguan sedangkan untuk beban padam terendah pada bulan April sebesar 7,643 dan tertinggi pada bulan Desember sebesar 742.871.

Berdasarkan data-data inilah dilakukan perhitungan untuk mengetahui berapa lama dan jumlah pemadaman yang terjadi selama Tahun 2017. Perhitungan yang dilakukan dalam menentukan keandalan sistem distribusi 20 KV berdasarkan data laporan monitoring gangguan distribusi PT.PLN (Persero) Rayon Sungguminasa seperti yang ditunjukkan pada tabel 4.2 tentang jumlah gangguan dan lama gangguan yang terjadi selama satu tahun dengan orientasi indeks keandalan.

Tabel 4.2 jumlah gangguan dan lama gangguan yang terjadi selama satu tahun

No	Bulan	Jumlah gangguan (kali)	Lama gangguan (jam)
1	Januari	1,051	812,423
2	Februari	901	1,249
3	Maret	981	788.724
4	April	1,029	966.4025
5	Mei	1,055	1313.1233
6	Juni	874	1024.6193
7	Juli	1,007	855.614
8	Agustus	950	1114.191
9	September	1,069	889.764
10	Oktober	1,310	1232.055
11	November	1,847	3500.065
12	Desember	2,015	4773.199

setelah dilakukan perhitungan seperti yang diuraikan diatas maka hasil-hasil perhitungan dirangkum dalam tabel 4.3 yakni rekapitulasi hasil perhitungan laju kegagalan dan lama gangguan rata-rata bulan januari s/d desember 2017 pada sistem distribusi tenaga listrik PT.PLN (Persero) Rayon Sungguminasa, dengan memakai rumus :

$$\lambda_s = \frac{f}{T} \dots\dots\dots (2.1)$$

$$Us = \frac{\sum f}{T} \dots\dots\dots (2.2)$$

Dengan :

λ_s = jumlah kegagalan (frekuensi/12 bulan)

f = jumlah kegagalan selama selang waktu

t = lama pemadaman/gangguan (jam)

T = Jumlah lamanya rentang waktu pemadaman

Data yang digunakan untuk menghitung laju kegagalan dan menghitung rata-rata lama gangguan adalah data jumlah kegagalan dan Data jumlah lamanya rentang waktu pemadaman.

LAJU KEGAGALAN

1. Nilai Laju Kegagalan Bulan Januari

Diketahui Jumlah gangguan pada PT.PLN (Persero) Rayon Sungguminasa adalah 813 kali dan Lama Gangguan 716,80 Jam

Sehingga :

$$\lambda_s = \frac{f}{t} = \frac{813}{716,80} = 1.13 \text{ Kali/Jam/Pelanggan}$$

2. Nilai Laju Kegagalan Bulan Februari

Diketahui Jumlah gangguan pada PT.PLN (Persero) Rayon Sungguminasa adalah 701 kali dan Lama Gangguan 1.009,72 Jam.

Sehingga :

$$\lambda_s = \frac{f}{t} = \frac{701}{1009,72} = 0.69 \text{ Kali/Jam/Pelanggan}$$

3. Nilai Laju Kegagalan Bulan Maret

Diketahui Jumlah gangguan pada PT.PLN (Persero) Rayon Sungguminasa adalah 669 kali dan Lama Gangguan 602,04 Jam.

Sehingga :

$$\lambda_s = \frac{f}{t} = \frac{669}{602,04} = 1,11 \text{ Kali/Jam/Pelanggan}$$

4. Nilai Laju Kegagalan Bulan April

Diketahui Jumlah gangguan pada PT.PLN (Persero) Rayon Sungguminasa adalah 391 kali dan Lama Gangguan 367,81 Jam.

Sehingga :

$$\lambda_s = \frac{f}{t} = \frac{391}{367,81} = 1.06 \text{ Kali/Jam/Pelanggan}$$

5. Nilai Laju Kegagalan Bulan Mei

Diketahui Jumlah gangguan pada PT.PLN (Persero) Rayon Sungguminasa adalah 720 kali dan Lama Gangguan 909,25 Jam.

Sehingga :

$$\lambda_s = \frac{f}{t} = \frac{720}{909,25} = 0.79 \text{ Kali/Jam/Pelanggan}$$

6. Nilai Laju Kegagalan Bulan Juni

Diketahui Jumlah gangguan pada PT.PLN (Persero) Rayon Sungguminasa adalah 502 kali dan Lama Gangguan 644,95 Jam.

Sehingga :

$$\lambda_s = \frac{f}{t} = \frac{502}{644,95} = 0.78 \text{ Kali/Jam/Pelanggan}$$

7. Nilai Laju Kegagalan Bulan Juli

Diketahui Jumlah gangguan pada PT.PLN (Persero) Rayon Sungguminasa adalah 640 kali dan Lama Gangguan 541,24 Jam.

Sehingga :

$$\lambda_s = \frac{f}{t} = \frac{640}{541,24} = 1.18 \text{ Kali/Jam/Pelanggan}$$

8. Nilai Laju Kegagalan Bulan Agustus

Diketahui Jumlah gangguan pada PT.PLN (Persero) Rayon Sungguminasa adalah 599 kali dan Lama Gangguan 536,53 Jam.

Sehingga :

$$\lambda_s = \frac{f}{t} = \frac{599}{536,53} = 1.12 \text{ Kali/Jam/Pelanggan}$$

9. Nilai Laju Kegagalan Bulan September

Diketahui Jumlah gangguan pada PT.PLN (Persero) Rayon Sungguminasa adalah 656 kali dan Lama Gangguan 630,67 Jam.

Sehingga :

$$\lambda_s = \frac{f}{t} = \frac{656}{630,67} = 1.04 \text{ Kali/Jam/Pelanggan}$$

10. Nilai Laju Kegagalan Bulan Oktober

Diketahui Jumlah gangguan pada PT.PLN (Persero) Rayon Sungguminasa adalah 1.263 kali dan Lama Gangguan 1.168,32 Jam.

Sehingga :

$$\lambda_s = \frac{f}{t} = \frac{1263}{1168,32} = 1,10 \text{ Kali/Jam/Pelanggan}$$

11. Nilai Laju Kegagalan Bulan November

Diketahui Jumlah gangguan pada PT.PLN (Persero) Rayon Sungguminasa adalah 1589 kali dan Lama Gangguan 2.892,67 Jam.

Sehingga :

$$\lambda_s = \frac{f}{t} = \frac{1589}{2892,67} = 0.55 \text{ Kali/Jam/Pelanggan}$$

12. Nilai Laju Kegagalan Bulan Desember

Diketahui Jumlah gangguan pada PT.PLN (Persero) Rayon Sungguminasa adalah 4526 kali dan Lama Gangguan 8384,29 Jam.

Sehingga :

$$\lambda_s = \frac{f}{t} = \frac{4526}{8384,29} = 0.54 \text{ Kali/Jam/Pelanggan}$$

LAMA GANGGUAN RATA-RATA

1. Nilai Lama Gangguan rata-rata Bulan Januari

Diketahui Jumlah gangguan pada PT.PLN (Persero) Rayon Sungguminasa adalah 813 kali dan Jumlah lamaya rentang waktu 1 Tahun adalah 12 bulan.

Sehingga :

$$\lambda_s = \frac{f}{T} = \frac{813}{12} = 67.75 \text{ Kali/Pelanggan/Tahun}$$

2. Nilai Lama Gangguan rata-rata Bulan Februari

Diketahui Jumlah gangguan pada PT.PLN (Persero) Rayon Sungguminasa adalah 701 kali dan Jumlah lamaya rentang waktu 1 Tahun adalah 12 bulan.

Sehingga :

$$\lambda_s = \frac{f}{T} = \frac{701}{12} = 58.41 \text{ Kali/Pelanggan/Tahun}$$

3. Nilai Lama Gangguan rata-rata Bulan Maret

Diketahui Jumlah gangguan pada PT.PLN (Persero) Rayon Sungguminasa adalah 669 kali dan Jumlah lamaya rentang waktu 1 Tahun adalah 12 bulan.

Sehingga :

$$\lambda_s = \frac{f}{T} = \frac{669}{12} = 55.75 \text{ Kali/Pelanggan/Tahun}$$

4. Nilai Lama Gangguan rata-rata Bulan April

Diketahui Jumlah gangguan pada PT.PLN (Persero) Rayon Sungguminasa adalah 391 kali dan Jumlah lamaya rentang waktu 1 Tahun adalah 12 bulan.

Sehingga :

$$\lambda_s = \frac{f}{T} = \frac{391}{12} = 32.58 \text{ Kali/Pelanggan/Tahun}$$

5. Nilai Lama Gangguan rata-rata Bulan Mei

Diketahui Jumlah gangguan pada PT.PLN (Persero) Rayon Sungguminasa adalah 720 kali dan Jumlah lamaya rentang waktu 1 Tahun adalah 12 bulan.

Sehingga :

$$\lambda_s = \frac{f}{T} = \frac{720}{12} = 60 \text{ Kali/Pelanggan/Tahun}$$

6. Nilai Lama Gangguan rata-rata Bulan Juni

Diketahui Jumlah gangguan pada PT.PLN (Persero) Rayon Sungguminasa adalah 502 kali dan Jumlah lamaya rentang waktu 1 Tahun adalah 12 bulan.

Sehingga :

$$\lambda_s = \frac{f}{T} = \frac{502}{12} = 41.83 \text{ Kali/Pelanggan/Tahun}$$

7. Nilai Lama Gangguan rata-rata Bulan Juli

Diketahui Jumlah gangguan pada PT.PLN (Persero) Rayon Sungguminasa adalah 640 kali dan Jumlah lamaya rentang waktu 1 Tahun adalah 12 bulan.

Sehingga :

$$\lambda_s = \frac{f}{T} = \frac{640}{12} = 53,33 \text{ Kali/Pelanggan/Tahun}$$

8. Nilai Lama Gangguan rata-rata Bulan Agustus

Diketahui Jumlah gangguan pada PT.PLN (Persero) Rayon Sungguminasa adalah 599 kali dan Lama Jumlah lamaya rentang waktu 1 Tahun adalah 12 bulan.

Sehingga :

$$\lambda_s = \frac{f}{T} = \frac{599}{12} = 49.91 \text{ Kali/Pelanggan/Tahun}$$

9. Nilai Lama Gangguan rata-rata Bulan September

Diketahui Jumlah gangguan pada PT.PLN (Persero) Rayon Sungguminasa adalah 656 kali dan Jumlah lamaya rentang waktu 1 Tahun adalah 12 bulan.

Sehingga :

$$\lambda_s = \frac{f}{T} = \frac{656}{12} = 54.66 \text{ Kali/Pelanggan/Tahun}$$

10. Nilai Lama Gangguan rata-rata Bulan Oktober

Diketahui Jumlah gangguan pada PT.PLN (Persero) Rayon Sungguminasa adalah 1.263 kali dan Jumlah lamaya rentang waktu 1 Tahun adalah 12 bulan.

Sehingga :

$$\lambda_s = \frac{f}{T} = \frac{1263}{12} = 105.25 \text{ Kali/Pelanggan/Tahun}$$

11. Nilai Lama Gangguan rata-rata Bulan November

Diketahui Jumlah gangguan pada PT.PLN (Persero) Rayon Sungguminasa adalah 1589 kali dan Jumlah lamaya rentang waktu 1 Tahun adalah 12 bulan.

Sehingga :

$$\lambda_s = \frac{f}{T} = \frac{1589}{12} = 241.05 \text{ Kali/Pelanggan/Tahun}$$

12. Nilai Lama Gangguan rata-rata Bulan Desember

Diketahui Jumlah gangguan pada PT.PLN (Persero) Rayon Sungguminasa adalah 4526 kali dan Jumlah lamaya rentang waktu 1 Tahun adalah 12 bulan.

Sehingga :

$$\lambda_s = \frac{f}{T} = \frac{4526}{12} = 698.69 \text{ Kali/Pelanggan/Tahun.}$$

Tabel 4.3 : Rekapitulasi hasil perhitungan Laju Kegagalan dan Lama

Gangguan rata-rata bulan Januari s/d Desember 2017 pada sistem distribusi tenaga listrik PT. PLN (Persero) Rayon Sungguminasa.

No	Bulan	Jumlah Pelanggan	indeks keandalan sistem	
			Laju Kegagalan	Lama Gangguan Rata-rata (U)
1	Januari	113,178	1.13	67.75
2	Februari	114,409	0.69	58.41
3	Maret	115,286	1.11	55.75
4	April	44,957	1.06	32.58
5	Mei	117,961	0.79	60
6	Juni	117,961	0.78	41.83
7	Juli	119,574	1.18	53.33
8	Agustus	119,574	1.12	49.91
9	September	122,954	1.04	54.66
10	Oktober	124,642	1.10	105.25
11	November	125,874	0.55	241.05
12	Desember	128,134	0.54	698.69

setelah dilakukan perhitungan seperti yang diuraikan diatas maka hasil-hasil perhitungan dirangkum dalam tabel 4.4 Rekapitulasi hasil perhitungan Indeks Keandalan Sistem (SAIDI, SAIFI) bulan Januari s/d Desember 2017 pada Sistem Distribusi 20 kV PT. PLN (Persero) Rayon Sungguminasa, dengan memakai rumus :

SAIDI (System Average Interruption Duration Index)

Merupakan jumlah dari perkalian lama padam dengan pelanggan yang padam dibagi dengan jumlah pelanggan yang dilayani.

$$SAIDI = \frac{\Sigma(\text{Lama Padam}) \times (\text{Pelanggan Padam})}{\text{Total pelanggan yang dilayani}} \dots\dots\dots (2.3)$$

$$SAIDI = \frac{\sum U_i N_i}{\sum N_i}$$

Nilai SAIDI pada PT.PLN Rayon Sungguminasa

1. Nilai SAIDI bulan Januari

Diketahui \sum (Jam x Jumlah pelanggan padam) pada bulan januari =

1.103.291,20 Jam/Tahun

Sehingga :

$$\text{SAIDI} = 1.103.291,20 / 113.178$$

$$= \mathbf{9.75 \text{ Jam/Pelanggan/Tahun}}$$

2. Nilai SAIDI bulan Februari

Diketahui \sum (Jam x Jumlah pelanggan padam) pada bulan januari =

837.002,25 Jam/Tahun

Sehingga :

$$\text{SAIDI} = 837.002,25 / 114.409$$

$$= \mathbf{7.32 \text{ Jam/Pelanggan/Tahun}}$$

3. Nilai SAIDI bulan Maret

Diketahui \sum (Jam x Jumlah pelanggan padam) pada bulan januari =

303.797,33 Jam/Tahun

Sehingga :

$$\text{SAIDI} = 303.797,33 / 115.286$$

$$= \mathbf{2.64 \text{ Jam/Pelanggan/Tahun}}$$

4. Nilai SAIDI bulan April

Diketahui \sum (Jam x Jumlah pelanggan padam) pada bulan januari =
19.181,96 Jam/Tahun

Sehingga :

$$\begin{aligned} \text{SAIDI} &= 19.181,96 / 44.957 \\ &= \mathbf{0.43 \text{ Jam/Pelanggan/Tahun}} \end{aligned}$$

5. Nilai SAIDI bulan Mei

Diketahui \sum (Jam x Jumlah pelanggan padam) pada bulan januari =
315.978,93 Jam/Tahun

Sehingga :

$$\begin{aligned} \text{SAIDI} &= 315.978,93 / 117.961 \\ &= \mathbf{2.68 \text{ Jam/Pelanggan/Tahun}} \end{aligned}$$

6. Nilai SAIDI bulan Juni

Diketahui \sum (Jam x Jumlah pelanggan padam) pada bulan januari =
225.559,18 Jam/Tahun

Sehingga :

$$\begin{aligned} \text{SAIDI} &= 225.559,18 / 117.961 \\ &= \mathbf{1.91 \text{ Jam/Pelanggan/Tahun}} \end{aligned}$$

7. Nilai SAIDI bulan Juli

Diketahui \sum (Jam x Jumlah pelanggan padam) pada bulan januari =
136.762,66 Jam/Tahun

Sehingga :

$$\text{SAIDI} = 136.762,66 / 119.574$$

$$= \mathbf{1.14 \text{ Jam/Pelanggan/Tahun}}$$

8. Nilai SAIDI bulan Agustus

Diketahui \sum (Jam x Jumlah pelanggan padam) pada bulan januari =
149.152,58 Jam/Tahun

Sehingga :

$$\text{SAIDI} = 149.152,58 / 119.574$$

$$= \mathbf{1.25 \text{ Jam/Pelanggan/Tahun}}$$

9. Nilai SAIDI bulan September

Diketahui \sum (Jam x Jumlah pelanggan padam) pada bulan januari =
228.650,98 Jam/Tahun

Sehingga :

$$\text{SAIDI} = 228.650,98 / 122.954$$

$$= \mathbf{1.86 \text{ Jam/Pelanggan/Tahun}}$$

10. Nilai SAIDI bulan Oktober

Diketahui \sum (Jam x Jumlah pelanggan padam) pada bulan Januari =
125.476,04 Jam/Tahun

Sehingga :

$$\begin{aligned} \text{SAIDI} &= 125.476,04 / 124.642 \\ &= \mathbf{1.01 \text{ Jam/Pelanggan/Tahun}} \end{aligned}$$

11. Nilai SAIDI bulan November

Diketahui \sum (Jam x Jumlah pelanggan padam) pada bulan Januari =
767.811,22 Jam/Tahun

Sehingga :

$$\begin{aligned} \text{SAIDI} &= 767.811,22 / 125.874 \\ &= \mathbf{6.1 \text{ Jam/Pelanggan/Tahun}} \end{aligned}$$

12. Nilai SAIDI bulan Desember

Diketahui \sum (Jam x Jumlah pelanggan padam) pada bulan Januari =
2.382.229,65 Jam/Tahun

Sehingga :

$$\begin{aligned} \text{SAIDI} &= 2.382.229,65 / 438.687 \\ &= \mathbf{4.83 \text{ Jam/Pelanggan/Tahun}} \end{aligned}$$

SAIFI (*System Average Interruption Frequency Index*)

merupakan jumlah dari perkalian frekuensi padam dengan pelanggan padam dibagi dengan jumlah pelanggan yang dilayani

$$SAIFI = \frac{\Sigma(\text{Pelanggan Padam}) \times (\text{Pemadaman})}{\text{Total pelanggan yang dilayani}} \dots\dots\dots (2.4)$$

$$SAIFI = \frac{\Sigma \lambda_i N_i}{\Sigma N_i}$$

Data yang digunakan untuk menghitung nilai SAIFI adalah data kali gangguan yang memiliki durasi padam di atas 5 menit (gangguan permanen).

1. Diketahui Jumlah pelanggan padam pada PT.PLN Rayon Sungguminasa pada bulan Januari tahun 2017 adalah sebesar 734.048 Kali (Tabel 4.1) Dan total konsumen di sistem Makassar adalah 113.178 pelanggan (Tabel 4.1). Sehingga :

$$\begin{aligned} SAIFI &= 734.048 \text{ Kali} / 113.178 \text{ pelanggan} \\ &= \mathbf{6.49 \text{ Kali/pelanggan/tahun}} \end{aligned}$$

2. Diketahui Jumlah pelanggan padam pada PT.PLN Rayon Sungguminasa pada bulan Februari tahun 2017 adalah sebesar 500.857 (Tabel 4.1) Dan total konsumen di sistem Makassar adalah 114.409 pelanggan (Tabel 4.1). Sehingga :

$$\begin{aligned} SAIFI &= 500.857 \text{ Kali} / 114.409 \text{ pelanggan} \\ &= \mathbf{4.38 \text{ Kali/pelanggan/tahun}} \end{aligned}$$

3. Diketahui Jumlah pelanggan padam pada PT.PLN Rayon Sungguminasa pada bulan Maret tahun 2017 adalah sebesar 200.429 (Tabel 4.1) Dan total konsumen di sistem Makassar adalah 115.286 pelanggan (Tabel 4.1). Sehingga :

SAIFI = 200.429 Kali / 115.286 pelanggan

= 1.74 Kali/pelanggan/tahun

4. Diketahui Jumlah pelanggan padam pada PT.PLN Rayon Sungguminasa pada bulan April tahun 2017 adalah sebesar 10.904 (Tabel 4.1) Dan total konsumen di sistem Makassar adalah 44.957 pelanggan (Tabel 4.1).
Sehingga :

SAIFI = 2210.904 Kali / 44.957 pelanggan

= 0.24 Kali/pelanggan/tahun

5. Diketahui Jumlah pelanggan padam pada PT.PLN Rayon Sungguminasa pada bulan Mei tahun 2017 adalah sebesar 205.721 (Tabel 4.1) Dan total konsumen di sistem Makassar adalah 117.961 pelanggan (Tabel 4.1).
Sehingga :

SAIFI = 205.721Kali / 117.961 pelanggan

= 1.74 Kali/pelanggan/tahun

6. Diketahui Jumlah pelanggan padam pada PT.PLN Rayon Sungguminasa pada bulan Juni tahun 2017 adalah sebesar 181.192 (Tabel 4.1) Dan total konsumen di sistem Makassar adalah 117.961 pelanggan (Tabel 4.1).
Sehingga :

SAIFI = 22181.192 Kali / 117.961 pelanggan

= 1.54 Kali/pelanggan/tahun

7. Diketahui Jumlah pelanggan padam pada PT.PLN Rayon Sungguminasa pada bulan Juli tahun 2017 adalah sebesar 403.464 Kali (Tabel 4.1) Dan total konsumen di sistem Makassar adalah 119.574 pelanggan (Tabel 4.1).
Sehingga :

SAIFI = 403.464 Kali / 119.574 pelanggan

$$= 3.37 \text{ Kali/pelanggan/tahun}$$

8. Diketahui Jumlah pelanggan padam pada PT.PLN Rayon Sungguminasa pada bulan Agustus tahun 2017 adalah sebesar 156.339 Kali (Tabel 4.1) Dan total konsumen di sistem Makassar adalah 119.574 pelanggan (Tabel 4.1). Sehingga :

$$\text{SAIFI} = 156.339 \text{ Kali} / 119.574 \text{ pelanggan}$$

$$= 1.31 \text{ Kali/pelanggan/tahun}$$

9. Diketahui Jumlah pelanggan padam pada PT.PLN Rayon Sungguminasa pada bulan September tahun 2017 adalah sebesar 115.666 Kali (Tabel 4.1) Dan total konsumen di sistem Makassar adalah 122.954 pelanggan (Tabel 4.1). Sehingga :

$$\text{SAIFI} = 115.666 \text{ Kali} / 122.954 \text{ pelanggan}$$

$$= 0.94 \text{ Kali/pelanggan/tahun}$$

10. Diketahui Jumlah pelanggan padam pada PT.PLN Rayon Sungguminasa pada bulan Oktober tahun 2017 adalah sebesar 144.504 Kali (Tabel 4.1) Dan total konsumen di sistem Makassar adalah 124.642 pelanggan (Tabel 4.1). Sehingga :

$$\text{SAIFI} = 144.504 \text{ Kali} / 124.642 \text{ pelanggan}$$

$$= 1.16 \text{ Kali/pelanggan/tahun}$$

11. Diketahui Jumlah pelanggan padam pada PT.PLN Rayon Sungguminasa pada bulan November tahun 2017 adalah sebesar 225.025 Kali (Tabel 4.1) Dan total konsumen di sistem Makassar adalah 125.874 pelanggan (Tabel 4.1). Sehingga :

$$\text{SAIFI} = 225.025 \text{ Kali} / 125.874 \text{ pelanggan}$$

$$= 1.79 \text{ Kali/pelanggan/tahun}$$

12. Diketahui Jumlah pelanggan padam pada PT.PLN Rayon Sungguminasa pada bulan Desember tahun 2017 adalah sebesar 1.639.444 Kali (Tabel 4.1) Dan total konsumen di sistem Makassar adalah 438.687 pelanggan (Tabel 4.1). Sehingga :

$$\text{SAIFI} = 221.639.444 \text{ Kali} / 438.687 \text{ pelanggan}$$

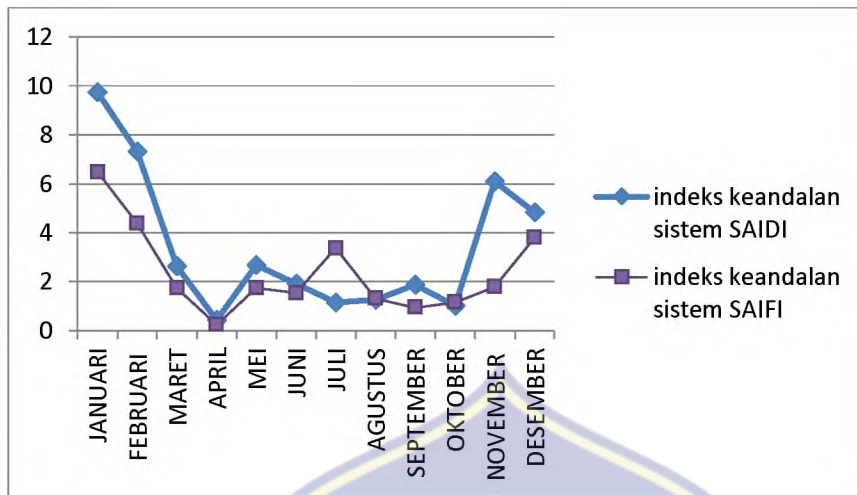
$$= \mathbf{3.74 \text{ Kali/pelanggan/tahun}}$$

rekapitulasi hasil perhitungan indeks keandalan system (SAIDI dan SAIFI)

bulan januari s/d desember 2017 dapat dilihat pada tabel 4.4

Tabel 4.4 : Rekapitulasi hasil perhitungan Indeks Keandalan Sistem (SAIDI, SAIFI) bulan Januari s/d Desember 2017 pada Sistem Distribusi 20 kV PT. PLN (Persero) Rayon Sungguminasa.

NO	BULAN	indeks keandalan sistem	
		SAIDI	SAIFI
1	Januari	9.75	6.49
2	Februari	7.32	4.38
3	Maret	2.64	1.74
4	April	0.43	0.24
5	Mei	2.68	1.74
6	Juni	1.91	1.54
7	Juli	1.14	3.37
8	Agustus	1.25	1.31
9	September	1.86	0.94
10	Oktober	1.01	1.16
11	November	6.1	1.79
12	Desember	4.83	3.74



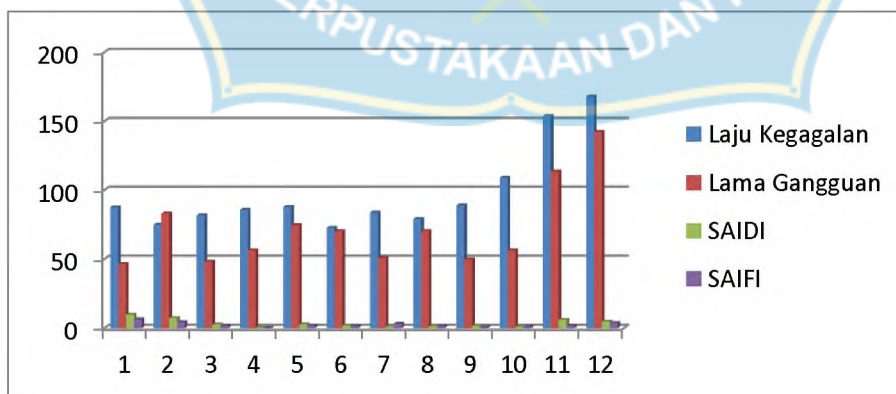
Gambar 4.2: Karakteristik perbandingan Indeks Keandalan (SAIDI dan SAIFI) berdasarkan hasil perhitungan bulan Januari s/d Desember 2017 pada PT.PLN (Persero) Rayon Sungguminasa

Dari diagram gambar diatas dapat diketahui perbandingan nilai SAIFI dan SAIDI data lapangan pada tahun 2017. Garis biru pada gambar diatas menunjukkan nilai SAIDI sementara garis kuning menunjukkan nilai SAIFI. Gambar diatas menunjukkan nilai SAIDI terendah berada pada bulan April sebesar 0.43 dan tertinggi pada bulan januari sebesar 9.75 sedangkan untuk nilai SAIFI terendah pada bulan April sebesar 0.24 dan tertinggi pada bulan Januari sebesar 6.49.

Setelah dilakukan perhitungan nilai SAIFI dan SAIDI dilakukan perbandingan nilai Laju Kegagalan (λ) dan Lama Gangguan (U) dengan Nilai SAIDI dan SAIFI pada sistem distribusi tenaga listrik untuk menunjukkan tingkat evaluasi keandalan

Tabel 4.5 : Perbandingan nilai Laju Kegagalan (λ) dan Lama Gangguan (U) dengan Nilai SAIDI dan SAIFI pada sistem distribusi tenaga listrik pada PT.PLN (Persero) Rayon Sungguminasa.

No	Bulan	indeks keandalan sistem		indeks keandalan system	
		Laju Kegagalan	Lama Gangguan rata rata (U)	SAIDI	SAIFI
1	Januari	1,13	67,75	9,75	6,49
2	Februari	0,69	58,41	7,32	4,38
3	Maret	1,11	55,75	2,64	1,74
4	April	1,06	32,58	0,43	0,24
5	Mei	0,79	60	2,68	1,74
6	Juni	0,78	41,83	1,91	1,54
7	Juli	1,18	53,33	1,14	3,37
8	Agustus	1,12	49,91	1,25	1,31
9	September	1,04	54,66	1,86	0,94
10	Oktober	1,10	105,25	1,01	1,16
11	November	0,55	241,05	6,1	1,79
12	Desember	0,54	698,69	4,83	3,74



Gambar 4.3: Karakteristik Perbandingan nilai Laju Kegagalan (λ) dan Lama Gangguan (U) dengan Nilai SAIDI dan SAIFI berdasarkan hasil perhitungan bulan Januari s/d Desember 2017 pada PT.PLN (Persero) Rayon Sungguminasa.

Berdasarkan nilai SAIFI dan SAIDI yang telah diukur Tahun 2017 kita dapat melakukan perbandingan nilai SAIFI dan SAIDI yang telah diukur dengan standar SAIFI dan SAIDI yang dikeluarkan oleh PT.PLN (Persero) yakni untuk SAIDI 21 Jam/Pelanggan/Tahun dan SAIFI 3.2 Kali/Pelanggan/Tahun. Perbandingan tersebut dapat kita lihat pada tabel 4.6

Tabel 4.6 Perbandingan nilai SAIFI SAIDI hasil evaluasi keandalan dengan standar yang dikeluarkan oleh PT.PLN (Persero)

No	Bulan	Setelah evaluasi keandalan		Standarisasi PLN	
		SAIDI	SAIFI	SAIDI	SAIFI
1	Januari	9.75	6.49	21	3,2
2	Februari	7.32	4.38		
3	Maret	2.64	1.74		
4	April	0.43	0.24		
5	Mei	2.68	1.74		
6	Juni	1.91	1.54		
7	Juli	1.14	3.37		
8	Agustus	1.25	1.31		
9	September	1.86	0.94		
10	Oktober	1.01	1.16		
11	November	6.1	1.79		
12	Desember	4.83	3.74		
TOTAL		40.92	28.44	21	3,2

Setelah dilakukan evaluasi perbandingan SAIFI dan SAIDI terukur dengan yang ditetapkan pada PT.PLN (Persero) selanjutnya menghitung Perbandingan Nilai Ekonomis system distribusi tenaga listrik pada PT.PLN (Persero) Rayon Sungguminasa dengan Daya 450 VA dan 900 VA. Adapun persamaan yang digunakan dalam menghitung aspek ekonomi pada sistem, yaitu :

7. NDE (*Non Delivery Energy*)

$$NDE = PC \times tCA \dots\dots\dots (2.5)$$

Dimana :

NDE : Jumlah total energi yang tidak terkirim dalam durasi waktu tertentu.

PC : Jumlah total energi yang tidak terkirim

tCA : Durasi waktu pemadaman

8. Biaya kerugian per titik beban

$$\text{Biaya pada titik beban } N = NDE \times TDL \dots\dots\dots (2.6)$$

Dimana :

NDE : Jumlah total energi yang tidak terkirim dalam durasi waktu tertentu.

TDL : Tarif Dasar Listrik

Data yang digunakan untuk menghitung nilai ekonomis adalah data Jumlah total energi yang tidak terkirim (PC) Durasi waktu pemadaman (tCA) dan Tarif dasar listrik (TDL)

4.5 Perhitungan analisis nilai ekonomis

Jumlah total energy yang tidak terkirim dalam durasi waktu tertentu

1. Nilai ekonomis bulan Januari

Diketahui total energi yang tidak terkirim (PC) = 325.799 Durasi waktu pemadaman (tCA) = 716.80 Sehingga :

$$\begin{aligned} \text{NDE} &= 325.799 \times 716.80 \\ &= 233.533.723,2 \text{ Kwh} \end{aligned}$$

2. Nilai ekonomis bulan Februari

Diketahui total energi yang tidak terkirim (PC) = 230,935 Durasi waktu pemadaman (tCA) = 1009.72 Sehingga :

$$\begin{aligned} \text{NDE} &= 230,935 \times 1009.72 \\ &= 233.179.688.2 \text{ Kwh} \end{aligned}$$

3. Nilai ekonomis bulan Maret

Diketahui total energi yang tidak terkirim (NDE) = 80.179 Durasi waktu pemadaman (tCA) = 602.4 Sehingga :

$$\begin{aligned} \text{NDE} &= 80.179 \times 602.04 \\ &= 48.270.965,16 \text{ Kwh} \end{aligned}$$

Jumlah biaya kerugian (Rupiah) dengan Daya 450 VA

1. Jumlah biaya kerugian bulan Januari

Diketahui total energi yang tidak terkirim (PC) = 233.533.723.2 Kwh dan

Tarif dsar listrik (TDL) untuk daya 450 VA = Rp. 415 Sehingga :

$$\begin{aligned} N &= 233.533.723.2 \times 415 \\ &= 96.916.080.128 \text{ Rupiah} \end{aligned}$$

2. Jumlah biaya kerugian bulan Februari

Diketahui total energi yang tidak terkirim (PC) = 233.179.688.2 Kwh dan

Tarif dsar listrik (TDL) untuk daya 450 VA = Rp. 415 Sehingga :

$$\begin{aligned} N &= 233.179.688.2 \times 415 \\ &= 96.769.570.603 \text{ Rupiah} \end{aligned}$$

3. Jumlah biaya kerugian bulan Maret

Diketahui total energi yang tidak terkirim (PC) = 48.270.965.16 Kwh dan

Tarif dsar listrik (TDL) untuk daya 450 VA = Rp. 415 Sehingga :

$$\begin{aligned} N &= 48.270.965.16 \times 415 \\ &= 20.032.450.541.40 \text{ Rupiah} \end{aligned}$$

Jumlah biaya kerugian (Rupiah) dengan Daya 900 VA

1. Jumlah biaya kerugian bulan Januari

Diketahui total energi yang tidak terkirim (PC) = 233.533.723.2 Kwh dan

Tarif dsar listrik (TDL) untuk daya 900 VA = Rp. 568 Sehingga :

$$\begin{aligned} N &= 233.533.723.2 \times 568 \\ &= 132.646.586.777.60 \text{ Rupiah} \end{aligned}$$

2. Jumlah biaya kerugian bulan Februari

Diketahui total energi yang tidak terkirim (PC) = 233.179.688.2 Kwh dan

Tarif dsar listrik (TDL) untuk daya 900 VA = Rp. 568 Sehingga :

$$\begin{aligned} N &= 233.179.688.2 \times 568 \\ &= 132.446.062.897.60 \text{ Rupiah} \end{aligned}$$

3. Jumlah biaya kerugian bulan Maret

Diketahui total energi yang tidak terkirim (PC) = 48.270.965.16 Kwh dan

Tarif dsar listrik (TDL) untuk daya 900 VA = Rp. 568 Sehingga :

$$\begin{aligned} N &= 48.270.965.16 \times 568 \\ &= 27.417.908.210.88 \text{ Rupiah} \end{aligned}$$

Tabel 4.7. Perbandingan Nilai Ekonomis sistem distribusi tenaga listrik pada PT.PLN (Persero) Rayon Sungguminasa dengan Daya 450 VA dan 900 VA.

NO	BULAN	PC (a)	tCa (b)	NDE (a) x (b)	TDL		N	
					450 VA	900 VA	450 VA (TDL x NDE)	900VA (TDL x NDE)
1	Januari	325.799	716,80	233.532.723,2	415	568	96,916,080,128	132,646,586,777.60
2	Februari	230.935	1.009,72	233.179.688,2	415	568	96,769,570,603	132,446,062,897.60
3	Maret	80.179	602,04	48,270,965.16	415	568	20,032,450,541.40	27,417,908,210.88
4	April	7.643	367,81	2,811,171.83	415	568	1,166,636,309.45	1,596,745,599.44
5	Mei	84.21	909,25	76,567,942.50	415	568	31,775,696,137.50	43,490,591,340
6	Juni	71.642	644,95	46,205,507.90	415	568	19,175,285,778.50	26,244,728,487.20
7	Juli	43.1	541,24	23,327.44	415	568	9,680,887.60	13,249,985.92
8	Agustus	44.04	536,53	23,628.78	415	568	9,805,943.70	13,421,147.04
9	September	62.972	630,67	44,129.24	415	568	18,313,634.60	25,065,408.32
10	Oktober	34.361	1.168,32	40,144.64	415	568	16,660,025.60	22,802,155.52
11	November	248.461	2.892,67	71,871,568.09	415	568	29,826,700,720	40,823,050,675.12
12	Desember	742.871	8.384,29	6,228,445,896.59	415	568	2,584,805,047,084.85	3,537,757,269,263.12
TOTAL		1976.213	18,404	6,474,304,282.18	4980	6816	2,880,521,927,794	3,942,497,481,947.76

Sumber : PT.PLN (Persero) Area Makassar Selatan Rayon Sungguminasa

Keterangan :

PC : Jumlah total energi yang tidak terkirim

TDL : Tarif dasar listrik

tCA : Durasi waktu pemadaman

N : Jumlah biaya kerugian (Rupiah),

NDE : Jumlah total energi yang tidak terkirim dalam durasi waktu tertentu

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil perhitungan dan pembahasan yang telah dilakukan pada penelitian ini maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

1. Berdasarkan durasi/lama gangguan yang terjadi selama tahun 2017 di PT. PLN (Persero) Rayon Sungguminasa setelah dilakukan evaluasi terhadap keandalannya, nilai SAIDI tertinggi terjadi bulan Januari 2017 sebesar 9.75, dan terendah terjadi bulan April 2017 sebesar 0,43. Setelah dilakukan evaluasi nilai indeks keandalan SAIDI terukur adalah 40.92 jam/pelanggan/tahun sangat jauh dari standar SAIDI yang ditetapkan oleh PT.PLN (Persero) yakni 21 jam/pelanggan/Tahun. Jadi sistem SAIDI pada PT.PLN (Persero) Rayon Sungguminasa dapat dikatakan TIDAK ANDAL.
2. Berdasarkan durasi /lama gangguan yang terjadi selama tahun 2017 di PT. PLN (Persero) Rayon Sungguminasa setelah dilakukan evaluasi terhadap keandalannya, nilai SAIFI tertinggi terjadi bulan Januari 2017 sebesar 6.49, dan terendah terjadi bulan April 2017 sebesar 0,24. Setelah dilakukan evaluasi nilai indeks keandalan SAIFI terukur adalah 28.44 kali/pelanggan/tahun sangat jauh dari standar SAIFI yang ditetapkan oleh PT.PLN (Persero) yakni 3.2 kali/pelanggan/Tahun. Jadi indeks keandalan

SAIFI pada PT.PLN (Persero) Rayon Sungguminasa dapat dikatakan TIDAK ANDAL.

3. Berdasarkan Perhitungan Nilai Ekonomis Sistem Distribusi 20 KV pada PT.PLN (Persero) Rayon Sungguminasa pada jumlah total energi yang tidak terikirim selama durasi 12 bulan, Jumlah kerugian pada daya 450 VA adalah Rp.2.880.521,927.794,- dan Jumlah kerugian pada daya 900 VA adalah Rp.3.942.497.481.947,76.-

5.2 Saran

1. Dengan melihat laju kegagalan maka hendaknya perlu untuk meningkatkan pemeliharaan dan perawatan alat dengan memperhatikan umur peralatan yang terpasang.
2. Untuk mengurangi angka laju kegagalan dari semua komponen sistem distribusi diperlukan usaha-usaha lain antara lain meningkatkan kualitas sumber daya manusia yang terlibat dalam operasional jaringan seluruh system distribusi, menambah fasilitas-fasilitas untuk operasional di lapangan, serta menambah alat transportasi untuk mempercepat waktu operasi kerja pemulihan pelayanan. Sehingga dengan bekurangnya laju kegagalan dari komponen berarti secara langsung meningkatkan keandalan sistemnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Doloksaribu, “ *Parlindungan Analisa Keandalan Sistem Distribusi Tenaga Listrik*” . Dielektrika, 2010: Vol 1, No 1: 20- 24.
- Goenadi, Chandra “ *Analisis Keandalan Sistem Jaringan Distribusi 20kv di PT.PLN Distribusi Jawa Timur Kediri dengan metode Simulasi Section Technique* ”. Jurnal teknik Pomits, 2012: Vol 1, No.1: 1-6.
- Gonen, Turan. 1986. “ *Electric Power Distribution System Engineering* ” , McGraw-Hill International Edition.
- Pabla, AS & Abdul Hadi. 1986. “ *Sistem Distribusi Daya Listrik* ”, Jakarta,: Erlangga.
- Standar PLN No. 59. 1985. “ *Keandalan pada sistem Distribusi 20kV dan 6kV*” . Jakarta: Departemen Pertambangan dan Energi.
- Standar PLN No. 68-2. 1986. “ *Tingkat Jaminan Sistem Tenaga Listrik (bagian dua: Sistem Distribusi)* “ . Jakarta: Departemen Pertambangan dan Energi.
- Rabah, M. dan Djamil. ”Economic Aspect of Distribution Power System Reliability”. 2002.
- <https://en.wikipedia.org/wiki/SAIFI>
- <https://en.wikipedi>