

SKRIPSI

**ANALISIS PENENTUAN FAKTOR DOMINAN PENYEBAB GANGGUAN
SALURAN UDARA TEGANGAN MENENGAH DI PT.PLN
(PERSERO) UNIT LAYANAN PELANGGAN
JENEPONTO**



MASRIANDI
10582 1386 14

MUH. ZULFAHMI
10582 1315 14

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

**ANALISIS PENENTUAN FAKTOR DOMINAN PENYEBAB GANGGUAN
SALURAN UDARA TEGANGAN MENENGAH DI PT.PLN
(PERSERO) UNIT LAYANAN PELANGGAN
JENEPONTO**

Skripsi

Diajukan sebagai salah satu syarat
Untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik
Program Studi Teknik Elektro
Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknik

Disusun dan diajukan oleh

MASRIANDI
10582 1386 14

MUH. ZULFAHMI
10582 1315 14

PADA
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR
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 PENETUAN FAKTOR DOMINAN PENYEBAB GANGGUAN SALURAN UDARA TEGANGAN MENENGAH DI PT. PLN (PERSERO) UNIT LAYANAN PELANGGAN JENEPONTO**

Nama : 1. Masriandi
2. Muhammad Zul Fahmi

Stambuk : 1. 10582 1386 14
2. 10582 1315 14

Makassar, 11 Februari 2019

Telah Diperiksa dan Disetujui
Oleh Dosen Pembimbing;

Pembimbing I

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

Pembimbing II

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 **Masriandi** dengan nomor induk Mahasiswa 10582 1386 14 dan **Muhammad Zul Fahmi** dengan nomor induk Mahasiswa 10582 1315 14, dinyatakan diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Tugas Akhir/Skripsi sesuai dengan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar Nomor : 0001/SK-Y/2020/091004/2019, sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar pada hari Sabtu tanggal 09 Februari 2019.

Panitia Ujian :

Makassar, 07 Jumadil Akhir 1440 H
12 Februari 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 : Rizal Ahdiyat Duyo, S.T., M.T

b. Sekretaris : Andi Abd Halik Lateko Tj, S.T., M.T

3. Anggota : 1. Dr. Umar Katu, S.T., M.T

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

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

KATA PENGANTAR



Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, karena Rahmat dan Hidayah Nyalah sehingga penulis dapat menyusun skripsi ini, dan dapat kami selesaikan dengan baik.

Tugas akhir ini disusun sebagai salah persyaratan akademik yang harus ditempuh dalam rangka penyelesaian program studi pada Jurusan Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar. Adapun judul tugas akhir adalah : **“Analisis Penentuan Faktor Dominan Penyebab Gangguan Saluran Udara Tegangan Menengah di PT. PLN (Persero) Unit Layanan Pelanggan Jeneponto)”**

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam penulisan skripsi ini masih terdapat kekurangan-kekurangan, hal ini disebabkan penulis sebagai manusia biasa tidak lepas dari kesalahan dan kekurangan baik itu ditinjau dari segi teknis penulis maupun dari perhitungan-perhitungan. Oleh karena itu penulis menerima dengan ikhlas dan senang hati segala koreksi serta perbaikan guna penyempurnaan tulisan ini agar kelak dapat bermanfaat.

Skripsi ini dapat terwujud berkat adanya bantuan, arahan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu dengan segalan ketulusan dan kerendahan hati, kami mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada :

1. Bapak Ir. Hamzah Al Imran, ST,MT. sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

2. Ibu Adriani, ST, MT., sebagai Ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
3. Ibu Dr. Ir. Hj. Hafsah Nirwana, M.T selaku Pembimbing I dan Ibu Adriani, S.T., M.T. selaku Pembimbing II, yang telah banyak meluangkan waktunya dalam membimbing kami.
4. Bapak dan ibu dosen serta staf pegawai pada fakultas teknik atas segala waktunya telah mendidik dan melayani penulis selama mengikuti proses belajar mengajar di Universitas Muhammadiyah Makassar.
5. Ayahanda dan Ibunda yang tercinta, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya atas segala limpahan kasih sayang, doa dan pengorbanan terutama dalam bentuk materi dalam menyelesaikan kuliah.
6. Saudara-saudaraku serta rekan-rekan mahasiswa Fakultas Teknik terkhusus angkatan 2014 yang dengan keakraban dan persaudaraan banyak membantu dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Semoga semua pihak tersebut di atas mendapat pahala yang berlipat ganda di sisi Allah SWT dan skripsi yang sederhana ini dapat bermanfaat bagi penulis, rekan-rekan, masyarakat serta bangsa dan Negara. Amin.

Makassar, Januari 2019

Penulis

Masriandi¹, Muh. Zulfahmi²

¹Prodi Teknik Elektro Fakultas Teknik Unismuh Makassar

E_mail : masriandi083@gmail.com

²Prodi Teknik Elektro Fakultas Teknik Unismuh Makassar

E_mail : muhammdzulfahmi@gmail.com

ABSTRAK

Abstrak; Masriandi dan Muh. Zulfahmi; (2019) Energi listrik sebagai salah satu infrastruktur yang menyangkut hajat hidup orang banyak maka penyaluran energi listrik harus dapat menjamin dalam jumlah yang cukup, harga yang wajar dan mutu yang baik. Saluran udara tegangan menengah (SUTM) merupakan jaringan tenaga listrik yang paling rawan terhadap gangguan yang disebabkan oleh beberapa faktor. Gangguan pada penyaluran SUTM sangat berpengaruh pada mutu kualitas kerja PT.PLN (Persero). Akibat gangguan tersebut dapat diukur secara kuantitatif dalam bentuk jumlah lama padam (Menit) dan energi tak tersalurkan (kWh). Untuk menurunkan angka kerugian yang ditanggung oleh kedua belah pihak, maka dilakukan penelitian terhadap faktor-faktor yang menyebabkan peluang terjadinya gangguan. Data-data tersebut diolah dengan metode correlate pada *software statistical product and service solution* (SPSS). Dari hasil analisis korelasi, diperoleh bahwa faktor penyebab gangguan yang dominan terhadap akibat gangguan berupa lama padam adalah Tidak jelas (576), Gardu (555), dan Komponen JTM (444). Sedangkan akibat untuk gangguan berupa energi tidak tersalurkan penyebab gangguan paling dominannya yaitu Pohon(419), Pihak Ke III (353), dan tidak Jelas (306).

Kata kunci (key words) : SPSS, gangguan SUTM, akibat SUTM.

Masriandi¹, Muh. Zulfahmi²

¹Prodi Teknik Elektro Fakultas Teknik Unismuh Makassar

E_mail : masriandi083@gmail.com

²Prodi Teknik Elektro Fakultas Teknik Unismuh Makassar

E_mail : muhammdzulfahmi@gmail.com

ABSTRACT

Abstract; Masriandi and Muh. Zulfahmi; (2019) Electricity energy as one of the infrastructures that concerns the lives of many people, the distribution of electrical energy must be able to guarantee in sufficient quantities, reasonable prices and good quality. Medium voltage air channels (SUTM) are electric power networks that are most prone to interference caused by several factors. The disruption in the distribution of SUTM is very influential on the quality of the work of PT PLN (Persero). As a result of the disturbance it can be measured quantitatively in the form of the long duration of extinguishing (Minutes) and non-channeled energy (kWh). To reduce the number of losses borne by both parties, a study of the factors that cause opportunities for interference is carried out. These data were processed using the correlate method for statistical product and service solution (SPSS) software. From the results of the correlation analysis, it was found that the predominant disturbance factors due to disruption in the form of outages were unclear (576), Substation (555), and JTM Components (444). While the consequences for disturbances in the form of energy are not channeled to the most dominant causes of disturbances, namely Trees (419), Parties III (353), and Unclear (306).

Key words: SPSS, SUTM interference, due to SUTM.

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vi
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN.....	xvi
BAB 1 : PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	2
C. Tujuan Penelitian	2
D. Manfaat Penelitian	2
E. Sistematika Penulisan	4
BAB II : TINJAUAN PUSTAKA	5
A. Sistem Tenaga Listrik	5
1. Bagan Sistem Tenaga Listrik	5
2. System Distribusi	6
3. Konfigurasi Jaringan Distribusi	7

B. Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM)	10
1. Komponen Utama Konstruksi SUTM.....	12
2. Spesifikasi Teknis Material SUTM.....	14
3. Ruang Bebas (right Of Way) dan jarak aman (<i>Safety Distance</i>) Konstruksi SUTM.....	17
C. Gangguan Saluran Udara Tegangan Menengah.....	18
1. Penyebab Gangguan SUTM.....	19
2. Akibat-yang Timbul oleh Gangguan	24
D. Statistic Product And Service Solution (SPSS)	25
E. Proses Pengolahan Data SPSS	25
BAB III : METODOLOGI PENELITIAN	28
A. Waktu Dan Tempat Penelitian	28
B. Alat dan Bahan.....	28
C. Langkah Penelitian	29
D. Metode Penelitian.....	30
BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN	32
A. PT. PLN (Persero) Unit Layanan Pelanggan Jenepono.....	32
B. Pemilihan Variabel Pengolahan Data.....	34
C. Data Gangguan Pada Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM) di Wilayah Kerja PT. PLN (Persero) Unit Layanan Pelanggan Jenepono	35
D. Analisis Data	46
E. Analisis Tindakan	49

BAB : V PENUTUP	51
A. Kesimpulan	51
B. Saran.....	51
DAFTAR PUSTAKA.....	53
LAMPIRAN.....	54

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sistem Tenaga Listrik	5
Gambar 2.2 Sistem Distribusi.....	6
Gambar 2.3 Konfigurasi Jaringan Radial	8
Gambar 2.4 Konfigurasi Jaringan Spindel	9
Gambar 2.5 Konfigurasi Jaringan Loop	9
Gambar 2.6 Konfigurasi Jaringan Mesh/Grid.	10
Gambar 2.7 Konstruksi Saluran Udara Tegangan Menengah	11
Gambar 2.8 jenis - jenis Isolator Tumpu	13
Gambar 2.9 Jenis - jenis Isolator tarik	13
Gambar 2.10 Contoh Letak Pemasangan <i>Fused Cut Out</i> (FCO)	
<i>Load Break Switch</i> (LBS)	13
Gambar 2.11 <i>Life Line Connector</i> (LLC)	17
Gambar 2.12 Contoh gangguan yang disebabkan oleh pohon	20
Gambar 2.13 Contoh gangguan yang disebabkan oleh layang-layang.....	
Gambar 2.14 Contoh gangguan yang disebabkan oleh pihak ke-3	22
Gambar 2.15 Contoh gangguan yang disebabkan oleh binatang.....	22
Gambar 2.16 Contoh gangguan yang disebabkan komponen JTM.....	23
Gambar 2.17 Contoh gangguan yang disebabkan oleh gardu	23
Gambar 2.18 Contoh gangguan yang disebabkan tiang	24
Gambar 2.19 Icon SPSS 20	26
Gambar 3.1 Diagram Metodologi Penyusunan Tugas Akhir	29

Gambar 4.1 Kantor PT. PLN (Persero) ULP Jenepono	32
Gambar 4.2 Peta tata letak PT. PLN (Persero) Unit Layanan Pelanggan Jenepono	34
Gambar 4.3 Tampilan Awal SPSS 20	39
Gambar 4.4 Tampilan SPSS Setelah Data diinputkan.....	40
Gambar 4.5 Tampilan Awal Variable View	41
Gambar 4.6 Pemilihan Menu Correlate Bivariate	43
Gambar 4.7 Tampilan Menu Bivariate Correlation.....	44
Gambar 4.8 Pemilihan Variabel Pada Bivariate Correlation.....	44
Gambar 4.9 Grafik koefisien korelasi lama padam	47
Gambar 4.10 Grafik koefisien korelasi energi tak tersalurkan	48

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Spesifikasi Tiang Besi Baja Untuk SUTM.....	15
Tabel 2.2 Spesifikasi Tiang Beton Bulat untuk SUTM.....	16
Tabel 2.3 Jarak aman SUTM.....	18
Tabel 2.4. Fungsi Submenu yang terdapat pada variable view	27
Tabel 4.1 Penyebab dan akibat gangguan SUTM di wilayah kerja PT. PLN (Persero) Unit Layanan Pelanggan Jenepono	37
Tabel 4.2. Penyebab Gangguan.....	38
Tabel 4.3 Akibat Gangguan.....	38
Tabel 4.4 Fungsi Submenu yang terdapat pada variable view	42
Tabel 4.5 Tampilan Faktor Korelasi Olah SPSS 20	45
Tabel 4.6 Koefisien korelasi lama padam	47
Tabel 4.7 Koefisien korelasi Energi Tak Tersalurkan	48

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Rekap Data Gangguan PT.PLN (Persero) ULP Jenepono	54
Lampiran 2 Single Line PT. PLN (Persero) ULP Jenepono	55

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

Notasi	Defenisi dan Keterangan
PT	Perseroan Terbatas
PLN	Perusahaan Listrik Negara
ULP	Unit Layanan Pelanggan
SUTM	Saluran Udara Tegangan Menengah
SPSS	<i>Statistical Product and Service Solution</i>
KV	KiloVolt
KWH	Kilo Watt Jam
GH	Gardu Hubung
GI	Gardu Induk
FCO	<i>Fused Cut-Out</i>
LBS	<i>Load Break Switch</i>
LLC	<i>Life Line Connector</i>
DS	<i>Disconnecting Switch</i>
JTM	Jaringan Tegangan Menengah
JTR	Jaringan Tegangan Rendah

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Energi listrik sebagai salah satu infrastruktur yang menyangkut hajat hidup orang banyak maka penyaluran energi listrik harus dapat menjamin dalam jumlah yang cukup, harga yang wajar dan mutu yang baik. Disamping pertumbuhan ekonomi, perkembangan energi listrik juga dipengaruhi oleh faktor perkembangan penduduk dan industri – industri baru yang akan dilistriki. Pengembangan sistem distribusi energi listrik merupakan bagian yang esensial dalam mengatasi pertumbuhan kebutuhan energi listrik yang cukup pesat. Perencanaan yang matang diperlukan sebab berkaitan dengan tujuan pengembangan sistem distribusi harus memenuhi beberapa kriteria teknis yang efisien. Faktor-faktor yang mempengaruhi pengembangan jaringan distribusi baru adalah pembebasan lahan, ketersediaan material, penambahan jaringan dan sistem pengamanan yang sesuai.

Saluran udara tegangan menengah dengan kawat terbuka (SUTM terbuka) merupakan saluran yang paling rawan terhadap gangguan eksternal, yaitu gangguan yang diakibatkan dari luar sistem. Gangguan karena sentuhan pohon merupakan penyebab gangguan pelayanan distribusi tenaga listrik yang paling banyak dilaporkan diseluruh unit pelayanan PLN sebagai akibat dari banyaknya pohon -pohon yang tumbuh disekitar jaringan SUTM, baik itu milik masyarakat umum maupun Dinas Pertamanan Pemerintah Kota/Daerah.

Selain itu faktor penyebab lain adalah binatang seperti burung, kelelawar

dan ular. Dibeberapa tempat ada juga benang layangan dilaporkan sebagai salah satu penyebab gangguan pelayanan tenaga listrik. Gangguan-gangguan semacam ini dapat dikategorikan sebagai gangguan sesaat (*temporer*) artinya gangguan ini dapat hilang dengan sendirinya pada saat beroperasinya alat pengaman distribusi seperti penutup balik otomatis (*Recloser*) atau *Sectionalizer* atau bahkan dapat pula gangguan ini hilang sendiri karena dahan pohon yang terangkat kembali karena hembusan angin.

Gangguan SUTM (saluran udara tegangan menengah) merupakan tantangan yang serius bagi PT.PLN (Persero) untuk diminimalisir pada saat sekarang ini. Karena dengan melihat kondisi daerah kerja distribusi PT.PLN khususnya di PT.PLN Unit Layanan Pelanggan Jenepono yang daerah distribusi tenaga listriknya sangat rawan akan gangguan, khususnya gangguan SUTM pada sistim distribusi tenaga listrik. Gangguan pada penyaluran SUTM sangat berpengaruh nantinya pada mutu kualitas kerja PT.PLN (Persero) Unit Layanan Pelanggan Jenepono.

Maka berdasarkan hal tersebut, PT.PLN Unit Layanan Pelanggan Jenepono harus memiliki rencana yang jelas untuk meminimalisir gangguan tersebut. Sehingga tujuan dari PT. PLN (Persero) untuk meningkatkan mutu efisiensi dan kualitas pelayanan distribusi tenaga listrik semakin optimal.

Dengan latar belakang dari permasalahan diatas maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian dan pembuatan tulisan dengan judul **"Analisis Penentuan Faktor Dominan Penyebab Gangguan Saluran Udara Tegangan Menengah di PT. PLN (Persero) Unit Layanan Pelanggan Jenepono"**.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang dikemukakan diatas dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut :

1. Bagaimana menentukan faktor dominan gangguan dengan menggunakan SPSS di wilayah kerja PT.PLN (Persero) Unit Layanan Pelanggan Jenepono?
2. Bagaimana tindakan untuk meminimalisir gangguan yang ada di wilayah kerja PT.PLN (Persero) Unit Layanan Pelanggan Jenepono.?

C. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam pembuatan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Menentukan faktor dominan gangguan yang ada di wilayah kerja PT.PLN (Persero) Unit Layanan Pelanggan Jenepono menggunakan SPSS.
2. Menentukan tindakan untuk mengurangi terjadinya gangguan di wilayah kerja PT.PLN (Persero) Unit Layanan Pelanggan Jenepono.

D. Manfaat Penelitian

Dalam pembuatan tugas akhir ini diharapkan bisa memberi manfaat sebagai berikut:

1. Dapat mengetahui gangguan SUTM mana yang memiliki dampak yang paling besar terhadap kedua belak pihak (PT. PLN (Persero) dan Konsumen)
2. Dapat dijadikan sebagai acuan bagi PT.PLN (Persero) Unit Layanan Pelanggan Jenepono untuk usaha penurunan gangguan SUTM lebih optimal

E. Sistematika Penulisan

Dalam penulisan tugas akhir ini penulis menggunakan sistematika penulisan yang baik dan benar sehingga mudah dimengerti. Sistematika yang digunakan adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini membahas penjelasan tentang latar belakang, tujuan, perumusan masalah, batasan masalah, manfaat, metode penyelesaian tugas akhir dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisikan tentang teori-teori yang penulis gunakan sebagai dasar pemikiran pada penulisan tugas akhir ini, seperti jaringan distribusi tenaga listrik, saluran udara tegangan menengah, gangguan pada SUTM.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Dalam bagian ini akan dibahas waktu dan tempat pelaksanaan, proses penelitian, dan metode penelitian.

BAB IV PEMBAHASAN DAN HASIL

Bab ini menjelaskan tentang hasil dari penelitian yang telah dilakukan

BAB V PENUTUP

Bab ini merupakan penutup yang berisi simpulan dan saran terkait judul penelitian.

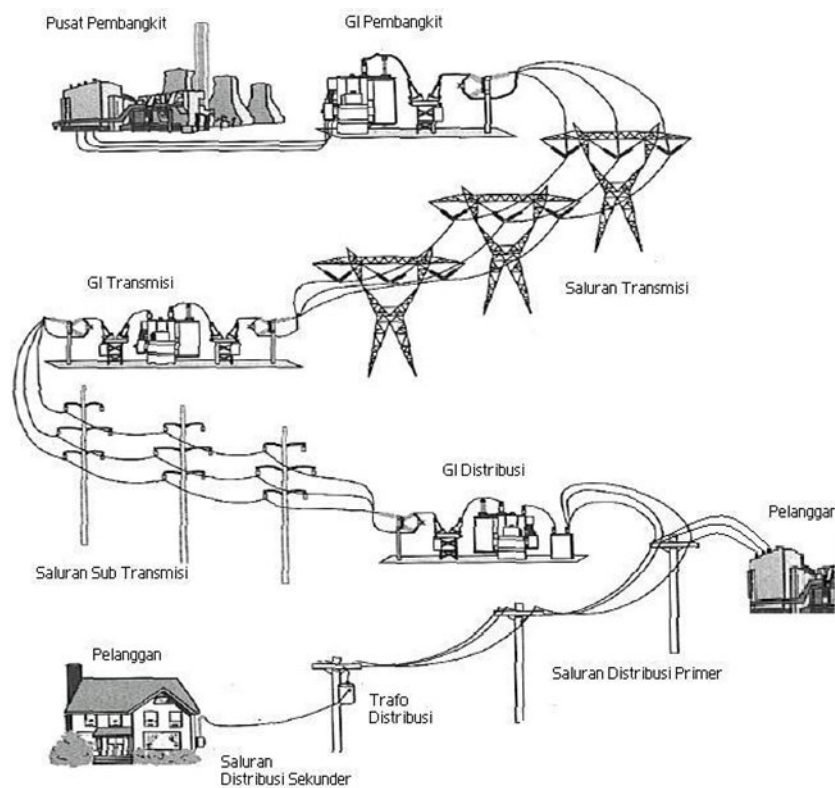
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Sistem Tenaga Listrik

1. Bagan Sistem Tenaga Listrik

Menurut Stevenson J. (1993), Secara garis besar sistem tenaga listrik dibagi menjadi tiga bagian utama, yaitu sistem pembangkitan, sistem penyaluran (Transmisi & Gardu Induk), dan sistem distribusi. Sistem distribusi merupakan bagian akhir dari rangkaian komponen pada sistem tenaga listrik dan dapat terlihat pada gambar 2.1.



Gambar 2.1. Sistem Tenaga Listrik

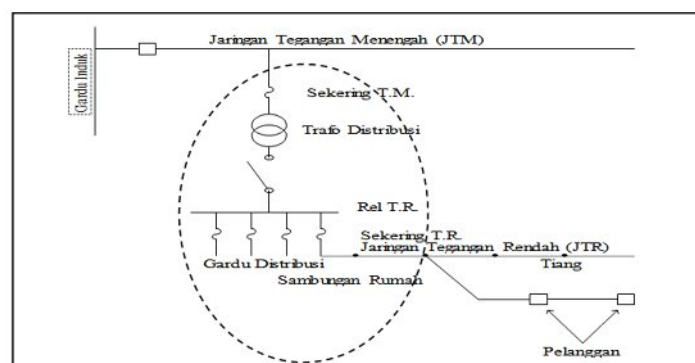
2. Sistem Distribusi

Menurut Pabla (1991), Sistem distribusi merupakan rangkaian bagian-bagian komponen listrik yang tergabung satu sama lain mulai dari sisi sekunder (Tegangan Menengah) di gardu induk hingga sisi tegangan rendah di pelanggan/konsumen (Gambar 2.2)

Sistem Distribusi dibagi menjadi 4 bagian, yaitu :

- a. Jaringan Tegangan Menengah (JTM 20 KV), terdiri:
 - 1) Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM)
 - 2) Saluran Kabel Tegangan Menengah (SKTM)
- b. Gardu Distribusi , terdiri :
 - 1) Gardu Hubung
 - 2) Gardu Trafo (Tiang, Beton, Kubikel, Kios)
- c. Jaringan Tegangan Rendah (JTR 220/380 V), terdiri :

SUTR (Kawat terbuka, Berisolasi / *Twisted Cable*)
- d. Sambungan Pelayanan & APP, terdiri :
 - 1) Sambungan Rumah / SLP – SMP ; s
 - 2) APP



Gambar 2.2 Sistem Distribusi

3. Konfigurasi Jaringan Distribusi

Konfigurasi jaringan yang dikembangkan disuatu daerah merupakan kompromi antara alasan teknis disatu pihak dan ekonomi dilain pihak. Keduanya ditekankan kepada kebutuhan penggunaan dimana dipersyaratkan batas-batas keandalan, stabilitas dari kelangsungan pelayanan tenaga listrik.

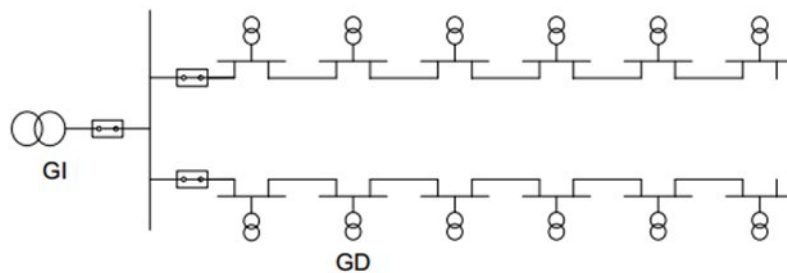
Secara umum ada beberapa konfigurasi pada jaringan distribusi, yaitu :

- a. Konfigurasi jaringan radial
- b. Konfigurasi jaringan spindle
- c. Konfigurasi jaringan loop
- d. Konfigurasi jaringan Mesh/Grid

Dalam praktek penggunaan atau penerapan dilapangan, konfigurasi jaringan tersebut dapat berupa kombinasi dari yang disebutkan diatas.

- a. Konfigurasi Jaringan Radial

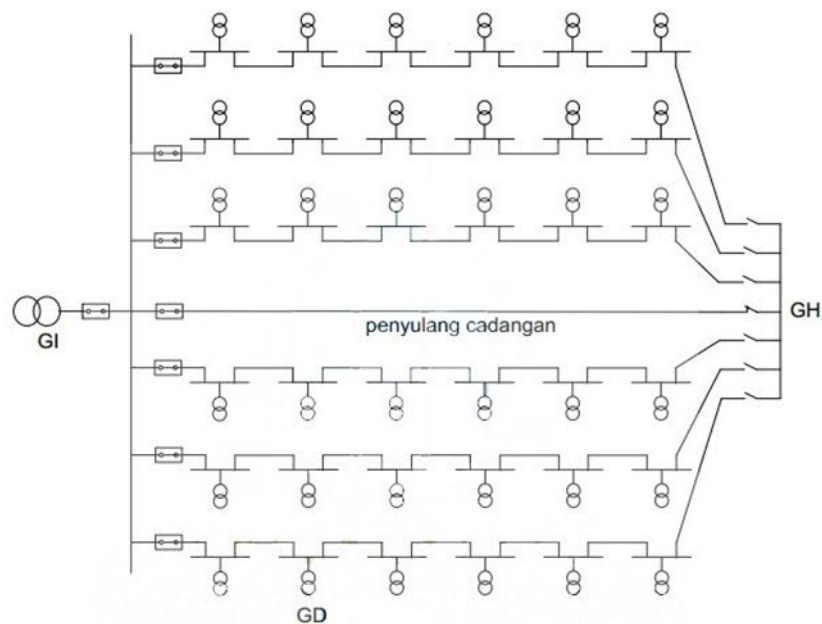
Konfigurasi jaringan radial adalah struktur jaringan yang paling sederhana, dimana menghubungkan gardu induk ke pusat-pusat beban. Konfigurasi jaringan ini tidak terdapat alternatif sumber lain, oleh sebab itu tingkat keandalannya relatif rendah. Bila terjadi gangguan pada penyulang, maka pemutus beban (PMT) yang ada di GI akan membuka dan ini akan menyebabkan semua gardu distribusi yang berada pada penyulang tersebut akan mengalami pemadaman. Pemulihan suplai listrik dapat dilakukan setelah bagian yang terganggu tersebut diperbaiki sehingga waktu padam nya suplai listrik relatif lama. Gambar 2.3 memperlihatkan bentuk yang sederhana dari konfigurasi jaringan radial.



Gambar 2.3 Konfigurasi Jaringan Radial

b. Konfigurasi Jaringan Spindle

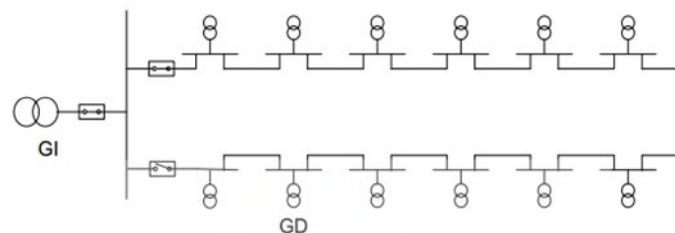
Konfigurasi jaringan spindle adalah suatu pengembangan dari sistem radial yang bertujuan untuk meningkatkan kehandalan tenaga listrik, yaitu dengan membuat semua penyulang yang keluar dari gardu induk menuju ke suatu titik pertemuan yang biasa disebut dengan Gardu Hubung (GH), sehingga membentuk suatu lingkaran yang terbuka pada GH tersebut. Disamping itu disediakan penyulang cadangan (express feeder) yang selalu terhubung ke GH. Di PLN biasanya konfigurasi ini terdiri dari tujuh penyulang, enam penyulang berbeban dan satu penyulang cadangan. Gambar 2.4 memperlihatkan konfigurasi jaringan spindle. Bila terjadi gangguan pada penyulang, pemulihan suplai listrik dapat segera dilakukan setelah bagian yang terganggu tersebut dilokalisir, sehingga waktu padamnya suplai listrik tidak terlalu lama. Setelah itu barulah bagian yang terganggu diperbaiki. Umumnya pada sebuah GH tidak terdapat transformator distribusi dan bangunannya dibuat terpisah antara gardu distribusi dengan gardu hubung. Namun kadangkala karena suatu alasan tertentu, antara gardu distribusi dan gardu hubung berada dalam satu bangunan gardu sehingga terdapat transformator distribusi.



Gambar 2. 4 Konfigurasi Jaringan Spindel

c. Konfigurasi Jaringan Loop

Pada konfigurasi jaringan loop seperti yang diperlihatkan gambar 2.5 dimungkinkan alternatif sumber lain dari gardu induk tersebut, sehingga dengan demikian tingkat keandalannya relatif baik. Pemulihan suplai listrik akibat gangguan pada penyulang sama seperti konfigurasi spindle.

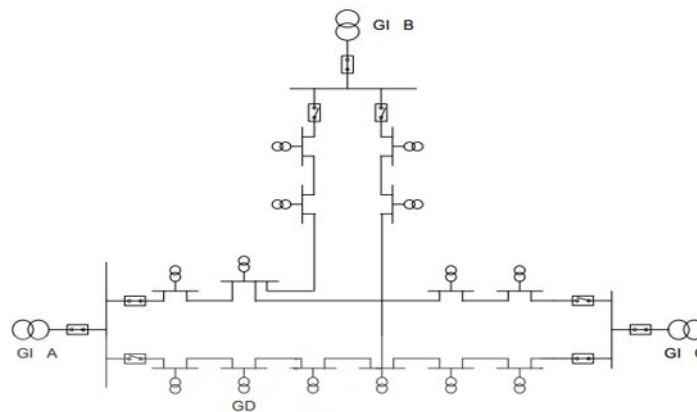


Gambar 2.5 Konfigurasi Jaringan Loop

d. Konfigurasi Jaringan Mesh/Grid

Konfigurasi jaringan mesh /grid diperlihatkan pada gambar 2.6 merupakan

konfigurasi yang kompleks, dimana setiap penyulang yang keluar dari gardu induk dapat disuplai dari gardu induk yang lain. Dengan kata lain saling berhubungan membentuk anyaman, sehingga kelangsungan penyaluran dan kualitas pelayanan sangat baik.



Gambar 2.6 Konfigurasi Jaringan Mesh/Grid.

Keterangan :

GI : Gardu Induk

GD : Gardu Distribusi

GH : Gardu Hubung

B. Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM)

Saluran udara tegangan menengah adalah jaringan yang dikhususkan untuk menghubungkan antara GI (Gardu Induk) atau GH (Gardu Hubung) ke pusat-pusat beban (trafo TR) untuk menyalurkan tenaga listrik dengan tegangan 20 kV.

Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM) adalah sebagai konstruksi termurah untuk penyaluran tenaga listrik pada daya yang sama. Konstruksi ini

terbanyak digunakan untuk konsumen jaringan Tegangan Menengah yang digunakan di Indonesia. Ciri utama jaringan ini adalah penggunaan penghantar telanjang yang ditopang dengan isolator pada tiang besi/beton.

Penggunaan penghantar telanjang, dengan sendirinya harus diperhatikan faktor yang terkait dengan keselamatan ketenagalistrikan seperti jarak aman minimum yang harus dipenuhi penghantar bertegangan 20 kV tersebut antar Fase atau dengan bangunan atau dengan tanaman atau dengan jangkauan manusia. Termasuk dalam kelompok yang diklasifikasikan saluran udara tegangan menengah (SUTM) adalah juga bila penghantar yang digunakan adalah penghantar berisolasi setengah AAAC-S (*half insulated single core*). Penggunaan penghantar ini tidak menjamin keamanan terhadap tegangan sentuh yang dipersyaratkan tetapi untuk mengurangi resiko gangguan temporer khususnya akibat sentuhan tanaman.



Gambar 2.7 Konstruksi Saluran Udara Tegangan Menengah

1. Komponen utama konstruksi SUTM

a. Penghantar

1) Penghantar Telanjang (BC : *Bare Conductor*)

Konduktor dengan bahan utama tembaga (Cu) atau aluminium (Al) yang di pilin bulat padat , sesuai SPLN 42 -10 : 1986 dan SPLN 74 : 1987

Pilihan konduktor penghantar telanjang yang memenuhi pada dekade ini adalah AAC atau AAAC. Sebagai akibat tingginya harga tembaga dunia, saat ini belum memungkinkan penggunaan penghantar berbahan tembaga sebagai pilihan yang baik.

2) Penghantar Berisolasi Setengah AAAC-S (*half insulated single core*)

Konduktor dengan bahan utama aluminium ini diisolasi dengan material XLPE (crosslink polyetilene langsung), dengan batas tegangan 6 kV dan harus memenuhi SPLN No 43-5-6 tahun 1995

3) Penghantar Berisolasi Penuh (*Three single core*)

XLPE dan berselubung PVC berpenggantung penghantar baja dengan tegangan Pengenal 12/20 (24) kV. Penghantar jenis ini khusus digunakan untuk SKUTM dan berisolasi penuh. SPLN 43-5-2:1995- Kabel

b. Isolator

Pada jaringan SUTM, Isolator pengaman penghantar bertegangan dengan tiang penopang/travers dibedakan untuk jenis konstruksinya adalah:

1) Isolator Tumpu

Pin- Insulator	Pin-Post insulator	Line-Post insulator
		

Gambar 2.8 Jenis - jenis Isolator Tumpu

2) Isolator Tarik

Piring	Long-	Keterangan
		Material dasar isolator Long-Rod dapat berupa keramik atau gelas atau polimer

Gambar 2.9 Jenis - jenis Isolator tarik

c. Peralatan Hubung (*Switching*)

Pada percabangan atau pengalokasian seksi pada jaringan SUTM untuk maksud kemudahan operasional harus dipasang Pemutus Beban (*Load Break Switch : LBS*), selain LBS dapat juga dipasangkan *Fused Cut-Out (FCO)*.

Fused Cut-Out	Load Break Switch
	

Gambar 2.10 Contoh Letak Pemasangan *Fused Cut Out (FCO)* dan *Load Break Switch (LBS)*

d. Tiang

1) Tiang Kayu

SPLN 115 : 1995 berisikan tentang Tiang Kayu untuk jaringan distribusi, kekuatan, ketinggian dan pengawetan kayu sehingga pada beberapa wilayah perusahaan PT.PLN Persero bila suplai kayu memungkinkan, dapat digunakan sebagai tiang penopang penghantar penghantar SUTM.

2) Tiang Besi

Adalah jenis tiang terbuat dari pipa besi yang disambungkan hingga diperoleh kekuatan beban tertentu sesuai kebutuhan. Walaupun lebih mahal, pilihan tiang besi untuk area/wilayah tertentu masih diijinkan karena bobotnya lebih ringan dibandingkan dengan tiang beton. Pilihan utama juga dimungkinkan bilamana total biaya material dan transportasi lebih murah dibandingkan dengan tiang beton akibat diwilayah tersebut belum ada pabrik tiang beton.

3) Tiang Beton

Untuk kekuatan sama, pilihan tiang jenis ini dianjurkan digunakan di seluruh PLN karena lebih murah dibandingkan dengan jenis konstruksi tiang lainnya termasuk terhadap kemungkinan penggunaan konstruksi rangkaian besi profil

2. Spesifikasi Teknis Material SUTM

a. Spesifikasi Penghantar

Konstruksi menggunakan penghantar telanjang AAC dan AAAC. Untuk

kawat petir (*shield/earth wire*) dipakai penghantar dengan luas penampang 16 mm². Kawat ACSR digunakan untuk kondisi geografis tertentu (antara lain memerlukan bentangan melebihi jarak standar untuk memperkecil andongan dan memperkuat gaya mekanis).

b. Spesifikasi Konstruksi Tiang

Spesifikasi tiang kayu yang dapat digunakan pada jaringan distribusi harus memenuhi SPLN 115:1995 tentang Tiang kayu untuk jaringan distribusi. Spesifikasi Tiang besi yang dapat dipergunakan pada Saluran Udara Tegangan Menengah, sesuai SPLN 54 : 1983 tentang Standar Tiang Besi Baja dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Spesifikasi Tiang Besi Baja Untuk SUTM

Beban kerja		10	200	350	500	800	1200
Diameter bagian-bagian tiang [mm]	C	0	114,3	165,2	190,7	216,3	267,4
	B	-	165,2	190,7	267,4	318,5	355,6
	A	-	190,7	267,4	318,5	355,6	406,4
Tebal pipa [mm]	C	-	5,6	4,5	4,5	6	6
	B	-	6	7	8	8	8
	A	-	7	7	9	8	12
Panjang bagian-bagian tiang [mm] TT	C	-	2500	2500	2500	2500	2500
	B	-	2500	2500	2500	2500	2500
	A	-	6000	6000	6000	6000	6000
Lenturan pada beban kerja		-	196	144	142	108	106
Tebal selongsong		-	7	7	9	8	12
Panjang selongsong		-	600	600	600	600	600
Berat tiang [kg]		-	306	446	564	700	973

Sedang untuk tiang beton, tipe tubular sesuai SPLN 93 : 1991 tentang Tiang Beton Pratekan untuk jaringan distribusi, spesifikasi konstruksi tiang beton penampang bulat dapat dilihat pada tabel 2.2.

Tabel 2.2 Spesifikasi Tiang Beton Bulat untuk SUTM

Panjang (cm)	Tinggi titik tumpu/batas tanam	Diameter (cm)	Beban kerja (daN)	Panjang (m)	Titik tinggi tumpu/batas tanam (m)	Diameter (cm)	Beban kerja
9	1,5	15,7	100	13	2,2	19	200
		15,7	200			19	350
		19	350			19	500
		19	500			22	800
		22	800			22	1200
		22	1200				
11	1,9	19	200	14	2,4	19	200
		19	350			19	350
		19	500			19	500
		22	800			22	800
		22	1200			22	1200
12	2,0	19	200				
		19	350				
		19	500				
		22	800				
		22	1200				

c. Jenis Konektor

Konektor adalah peralatan yang dipergunakan untuk menyambung kawat penghantar. Jenis konektor yang digunakan ada beberapa macam yaitu :

- 1) *Joint Sleeve Connector* (Sambungan Lurus)
- 2) *Paralel Groove Connector* (Sambungan Percabangan)
- 3) *Live Line Connector* (Sambungan Sementara yang bisa dibuka pasang)

Joint sleeve adalah jenis konektor yang digunakan untuk sambungan penghantar pada posisi lurus. *Tap connector* adalah jenis konektor yang digunakan untuk sambungan penghantar pada titik percabangan. *Life line connector* adalah jenis konektor yang digunakan untuk pekerjaan dalam keadaan bertegangan (PDKB).



Gambar 2.11 *Life Line Connector* (LLC)

d. Peralatan Hubung (*Switching*)

Pada jaringan SUTM digunakan juga peralatan switching untuk optimasi operasi distribusi. Sesuai karakteristiknya, peralatan hubung dapat dibedakan atas :

- 1) Pemisah (*Disconnecting Switch* = DS)
- 2) Pemutus beban (*Load Break Switch* = LBS)

e. Peralatan Proteksi Jaringan SUTM

- 1) Pemisah dengan pengaman lebur (*Fused Cut-Out*)
- 2) Pemutus Balik Otomatis (*Automatic Recloser*)
- 3) Saklar Seksi otomatis (*Automatic Sectionalizer*)
- 4) Penghantar tanah (*shield wire*)

3. Ruang Bebas (*Right Of Way*) dan Jarak Aman (*Safety Distance*)

Konstruksi SUTM

Jarak aman adalah jarak antara bagian aktif/fase dari jaringan terhadap benda-benda disekelilingnya baik secara mekanis atau elektromagnetis yang tidak memberikan pengaruh membahayakan. Secara rinci Jarak aman jaringan terhadap bangunan lain dapat dilihat pada tabel 2.3.

Khusus terhadap jaringan telekomunikasi, jarak aman minimal adalah 1 m baik vertikal atau horizontal. Bila dibawah JTM terdapat JTR, jarak minimal

antara JTM dengan kabel JTR dibawahnya minimal 120 cm

Tabel 2.3 Jarak aman SUTM

No.	Uraian	Jarak Aman
1.	Terhadap permukaan jalan raya	≥ 6 meter
2.	Balkon rumah	$\geq 2,5$ meter
3.	Atap rumah	≥ 2 meter
4.	Dinding Bangunan	$\geq 2,5$ meter
5.	Antena TV/ radio, menara	$\geq 2,5$ meter
6.	Pohon	$\geq 2,5$ meter
7.	Lintasan kereta api	≥ 2 meter dari atap kereta
8.	Underbuilt TM – TM	≥ 1 meter
9.	Underbuilt TM – TR	≥ 1 meter

C. Gangguan Saluran Udara Tegangan Menengah

Setiap kesalahan pada suatu rangkaian yang menyebabkan terjadinya gangguan aliran arus yang normal disebut gangguan. Gangguan yang terjadi pada sistem tenaga listrikan sudah menjadi bagian dari pengoperasian ketenagalistrikan tersebut. Mulai dari sumber alam, pembangkit, transmisi, distribusi, hingga pusat-pusat beban tidak pernah lepas dari berbagai macam gangguan. Suatu bagian esensial dalam desain jaringan suply daya memerlukan pemikiran agar meminimalkan gangguan.

Bagian dari sitem tenaga listrik yang sering mengalami gangguan adalah kawat transmisinya. Hal tersebut wajar terjadi karena luas dan panjangnya saluran dari pembangkit hingga distribusi pada umumnya lewat diudara (diatas tanah) lebih rentan terhadap gangguan daripada yang dikonstruksikan didalam tanah (underground). Terlebih lagi jika salurannya tidak dilindungi isolasi ataupun

peralatan proteksi yang tidak memadai, akan sering menimbulkan gangguan pada sistem tenaga listrik tersebut. Semua gangguan biasa disebabkan dari peralatannya atau kesalahan mekanis, thermis, dan tegangan lebih atau karena material yang cacat atau rusak, misalnya hubung singkat, gangguan ketanah atau konduktor yang putus. Busur tanah yang menetap merupakan gangguan yang sangat ditakuti sebab busur tanah yang padam dan menyala merupakan sumber gelombang yang berjalan yang mempunyai muka curam yang dapat membahayakan isolasi dari alat-alat instalasi walaupun letaknya jauh dari titik gangguan. Gangguan yang sering terjadi adalah gangguan hubung singkat. Besar dari hubung singkat itu tergantung dari jenis dan sifat gangguan hubung singkat itu, kapasitas dari sumber daya, konfigurasi dari sistem, metode hubungan netral dari trafo, jarak gangguan dari unit pembangkit, angka pengenalan dari peralatan-peralatan utama dan alat-alat pembatas arus, lamanya hubung singkat itu dan respon time dari alat-alat pengamanan.

Gangguan hubung singkat itu tidak hanya dapat merusak peralatan atau elemen-elemen sirkuit, tetapi juga dapat menyebabkan jatuhnya tegangan dan frekuensi sistem, sehingga kerja paralel dari unit-unit pembangkit menjadi terganggu juga. Gangguan permanen seperti: hubung singkat pada kabel, belitan trafo, generator, dan tembusnya isolasi, sedangkan gangguan temporer disebabkan karena adanya sambaran petir, flashover dengan pohon, tertiuap angin.

1. Penyebab penyebab gangguan SUTM

- a. Pohon
- b. Layang-Layang

- c. Sesaat
- d. Pihak ke-3/Binatang
- e. Komponen JTM
- f. Gardu
- g. Tiang
- a. Pohon

Gangguan yang disebabkan oleh adanya bagian dari pohon yang mengenai jaringan SUTM, seperti penghantar SUTM yang mengakibatkan terjadinya hubung singkat antar fasa pada penghantar SUTM. Sehingga dapat menimbulkan gangguan yang dapat berakibat padamnya aliran listrik pada jaringan tersebut.



Gambar 2.12 Contoh gangguan yang disebabkan oleh pohon(valdi:2015)

- b. Layang-layang

Penyebab gangguan ini dikarenakan adanya layang-layang yang mengenai bagian yang bertegangan pada jaringan SUTM. kemungkinan juga disebabkan oleh adanya benang layang-layang yang tersangkut pada jaringan sehingga antara penghantar satu dengan yang lainnya terhubung.



Gambar 2.13 Contoh gangguan yang disebabkan oleh layang-layang (valdi:2015)

c. Sesaat

Gangguan ini dapat terjadi meliputi keadaan-keadaan sebagai berikut:

- 1) Ketika Pemutus Tenaga (PMT) pada suatu penyulang Gardu Induk (GI) mengalami trip, kemudian operator GI akan mencoba memberi tegangan pada penyulang tersebut, ternyata kondisi jaringan aman sehingga penyulang dapat beroperasi kembali. Hal seperti ini mengakibatkan penyebab gangguan tidak diketahui.
- 2) Ketika Pemutus Tenaga (PMT) pada suatu penyulang di Gardu Induk (GI) mengalami trip, kemudian operator GI akan memberikan tegangan pada penyulang tersebut, tetapi proses ini gagal. Setelah itu petugas PT.PLN (Persero) akan menelusuri jaringan untuk mencari lokasi/titik gangguan. Setelah ditelusuri ternyata gangguan tidak ditemukan. Berdasarkan tugas akhir ini, operator GI akan mencoba memberikan tegangan pada penyulang yang terganggu tadi untuk ke-2 kalinya dan berhasil. Hal seperti ini mengakibatkan penyebab gangguan tidak diketahui.

d. Pihak ke-3

Gangguan yang disebabkan oleh adanya kegiatan/perbuatan manusia yang menyebabkan terganggunya jaringan SUTM.



Gambar 2.14 Contoh gangguan yang disebabkan oleh pihak ke-3 (valdi:2015)

e. Binatang

Gangguan yang disebabkan oleh adanya binatang yang mengenai bagian penghantar yang bertegangan pada jaringan SUTM seperti kelelawar atau musang.



Gambar 2.15 Contoh gangguan yang disebabkan oleh binatang (valdi:2015)

f. Komponen JTM

Gangguan yang disebabkan oleh adanya kerusakan pada bahan-bahan listrik yang digunakan pada jaringan tegangan menengah, seperti putusnya kawat penghantar, rusaknya Fuse cut out, arrester, isolator pecah dan sebagainya.



Gambar 2.16 gangguan yang disebabkan komponen JTM (valdi: 2015)

g. Gardu

Gangguan yang disebabkan oleh adanya kerusakan pada komponen komponen gardu seperti trafo, obistik kabel, NH Fuse, dan sebagainya.



Gambar 2.17 Contoh gangguan yang disebabkan oleh gardu (valdi: 2015)

h. Tiang

Gangguan yang disebabkan oleh adanya kejanggalan pada tiang seperti tiang miring dan roboh yang diakibatkan oleh beberapa faktor seperti longsor tertimpa benda lain, kondisi tanah dan lain-lain.

Kondisi Tiang yang telah bergeser dari tempat yang sebenanarnya ini dapat mengganggu jaringan listrik disekitarnya, seperti berkurangnya andongan penghantar yang disebabkan oleh tarikan dari tiang yang miring. Bahkan bisa menyebabkan penghantar tersebut putus.



Gambar 2.18 Contoh gangguan yang disebabkan tiang (valdi: 2015)

2. Akibat-akibat yang timbul oleh gangguan

- a. Menginterupsi kontinuitas pelayanan daya kepada para konsumen apabila gangguan itu sampai menyebabkan terputusnya suatu rangkaian atau menyebabkan keluarnya suatu unit pembangkit.
- b. Penurunan tegangan yang cukup besar menyebabkan rendahnya kualitas tenaga listrik dan merintangi kerja normal dan peralatan listrik baik PLN maupun konsumen.

- c. Penurunan stabilitas system
- d. Merusak peralatan di daerah yang terjadi gangguan

D. *Statistical Product and Service Solution* SPSS

Menurut Riduwan, M.B.A.,M.Pd (2013), *Statistical Product and Service Solution* atau biasa dikenal dengan SPSS merupakan program pengolah data statistik mulai dari model aplikasi statistik deskriptif (mean, median, modus, kuartil, persentil, range, distribusi, varians, standar deviasi, standar error, nilai kemiringan, dan lain-lain), statistik parametrik (uji t, korelasi, regresi, anova, dan lain-lain), serta statistik non-parametrik (uji crosstab, binomial, chi square, Kolmogorov Smirnov, dan lain-lain).

Beberapa menu utama yang terdapat pada SPSS, yaitu:

1. File : Berisi fasilitas pengolahan file data
2. Data : Berkaitan dengan perubahan dan pengubahan file data
3. Transform : Digunakan untuk memanipulasi data
4. Analyze : Digunakan untuk menganalisis data
5. Graph : Digunakan untuk memvisualisasikan data
6. Add-ons : Berisi beberapa alat statistik
7. Help : Berisi informasi mengenai SPSS

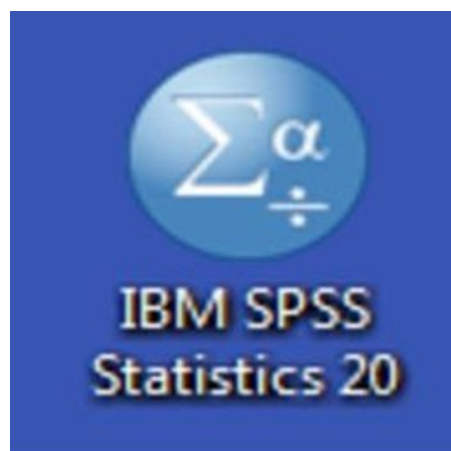
E. Proses Pengolahan Data SPSS

Dari data penyebab dan akibat yang ditimbulkan oleh gangguan yang terjadi di saluran tegangan menengah (SUTM) di PT.PLN (Persero) Unit Layanan

Pelanggan Jeneponto yang telah penulis kumpulkan, penulis mengolah data tersebut dengan menggunakan Statistical Product and Service Solution (SPSS).

Adapun proses pengolahan data yang penulis lakukan adalah sebagai berikut:

1. Untuk memulai menggunakan SPSS ini dapat dilakukan dengan memilih (klik ganda) pada item SPSS yang telah di install didalam komputer.



Gambar 2.19

Icon SPSS 20

2. Proses memasukkan data ke SPSS dapat dilakukan dengan mengcopy data ataupun data secara langsung ke editor data SPSS,
3. Mendefinisikan variabel, dengan cara mengaktifkan variable view Fungsi dari masing-masing submenu dapat dilihat pada tabel 2.4 berikut:

Tabel 2.4. Fungsi Submenu yang terdapat pada variable view

Kolom	Fungsi
Name	Memasukkan nama variable
Type	Mengatur tipe data yang diolah
Width	Menentukan jumlah karakter/digit data yang dapat dimasukkan
Decimal	Dapat diisi bila data yang dimasukkan bertipe numeric
Label	Digunakan untuk memberikan keterangan lebih lanjut mengenai karakteristik variable
Values	Digunakan untuk memberikan penjelasan individual dari data yang
Missing	Digunakan bila data yang akan diolah terdapat data yang hilang atau tidak ada
Columns	Digunakan untuk menentukan lebar data
Align	Digunakan untuk mengatur tampilan data dengan pilihan rata kiri, kanan atau tengah
Measure	Digunakan untuk menunjukkan jenis pengukuran data dengan pilihan nominal, ordinal atau scale.

4. Untuk mengetahui bagaimana hubungan yang dibentuk oleh variabel penyebab dengan masing-masing akibat gangguan langkah yang dilakukan adalah klik analyze ☐ correlate ☐ bivariate.
5. Memasukkan semua variabel yang telah dibuat untuk diolah pada bivariate correlation. Lalu klik OK, sehingga akan diberikan hasil output dari data tersebut.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode eksperimen menggunakan aplikasi regresi linier SPSS.

A. Waktu Dan Tempat Penelitian

1. Waktu

Penelitian ini dilaksanakan selama 2 bulan, dimulai pada bulan November 2018 sampai dengan Januari 2019, dan jenis kegiatan yang dilakukan yaitu, pengumpulan alat dan bahan, survey lokasi, dan pengambilan data.

2. Tempat Pelaksanaan

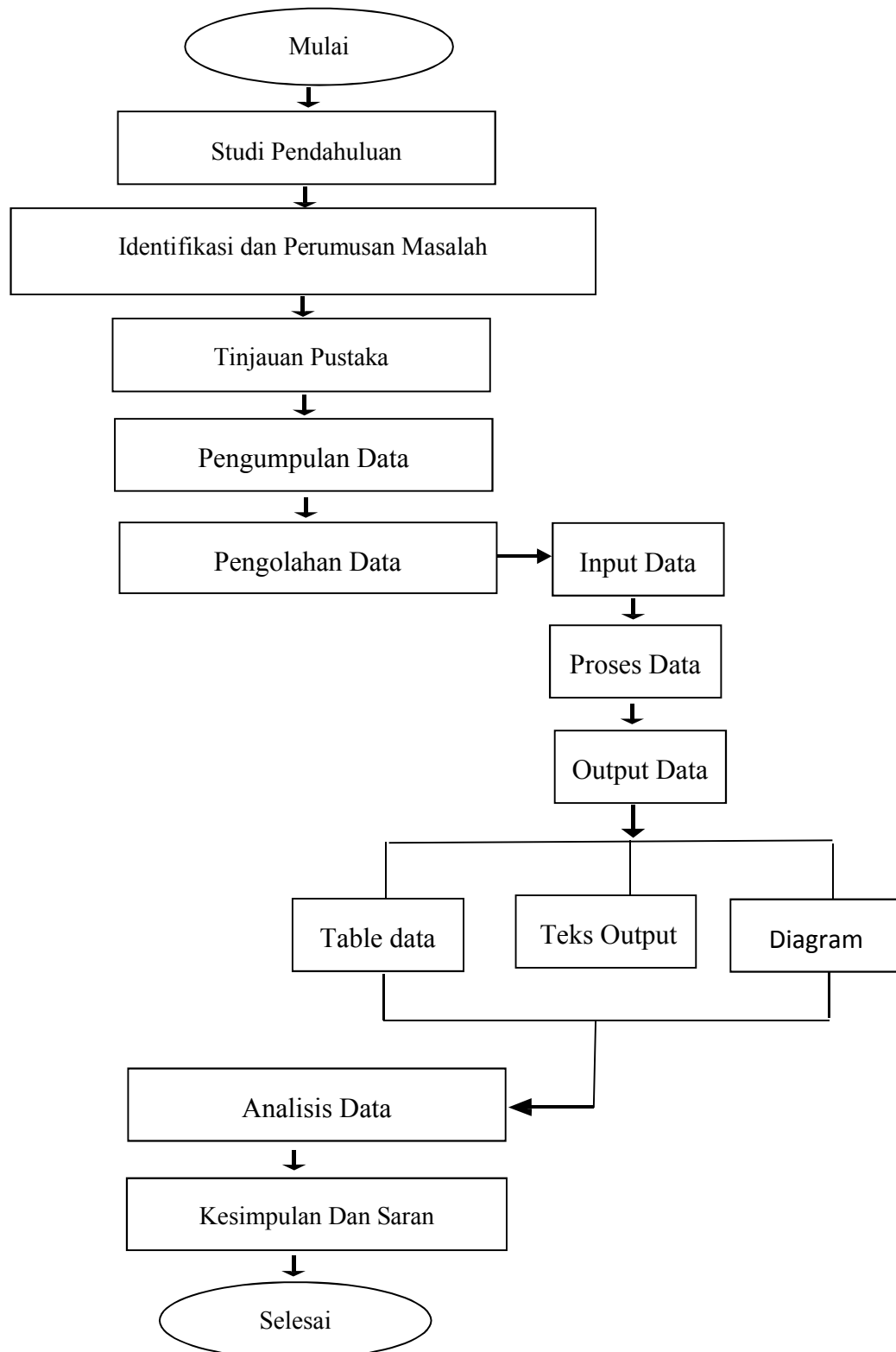
Tempat pelaksanaan dilakukan di PT. PLN (persero) Unit layanan pelanggan Jenepono, Kabupaten Jenepono.

B. Alat dan bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a) Laptop
- b) Perangkat lunak *statistical product and service solution* SPSS.

C. Langkah Penelitian



Gambar 3.1 Diagram Metodologi Penyusunan Tugas Akhir

D. Metode Penelitian

1. Mengidentifikasi Masalah

Adapun masalah yang didefenisikan yaitu:

- a. Bagaimana menentukan faktor dominan gangguan dengan menggunakan SPSS?
- b. Bagaimana tindakan untuk meminimalisir gangguan tersebut?

2. Tinjauan Pustaka

Dalam studi pustaka ini kami mengumpulkan data dengan cara, mencari buku, jurnal, dan modul yang berkaitan dengan judul penelitian sebagai referensi.

3. Metode pengumpulan data

Untuk mendapatkan data dan informasi yang diperlukan dalam penelitian ini, maka penelitian menggunakan dua metode:

- a. Penelitian pustaka (*Library Research*), adalah penelitian yang dilakukan dengan cara mengadakan peninjauan pada berbagai pustaka dengan membaca atau mempelajari buku-buku literature lainnya yang erat hubungannya dengan judul yang diajukan dengan masalah yang diteliti.
- b. Penelitian Lapang (*Field Research*), adalah pengamatan langsung terhadap objek yang diteliti dengan menempuh cara sebagai berikut :
 1. Observasi, dilakukan dalam bentuk pengamatan secara langsung pada objek penelitian sehubungan dengan pengumpulan data yang diperlukan.

2. Wawancara, dilakukan dalam bentuk tanya jawab langsung dengan pimpinan dan karyawan perusahaan untuk mendapatkan data yang diperlukan.

4. Pengolahan data

Pengolahan data dilakukan dilakukan pada aplikasi *Statistical product and service solution* (SPSS) untuk mengetahui faktor gangguan yang memiliki dampak paling besar bagi PT. PLN (Persero).

5. Analisa data

Dengan melihat hasil output dari pengolahan data pada *Statistical product and service solution* (SPSS) tersebut didapatkan faktor korolasi, sehingga kita dapat menentukan faktor penyebab mana yang memiliki akibat yang lebih besar dari segi lama padam dan energi tak tersalurkan.

6. Kesimpulan dan Saran

Dari data hasil penelitian yang didapatkan kita dapat menarik kesimpulan sekaligus memberi saran yang bersifat membangun pada hasil penelitian.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. PT. PLN (Persero) Unit Layanan Pelanggan Jeneponto



Gambar 4.1 Kantor PT. PLN (Persero) ULP Jeneponto

PLN (Persero) merupakan salah satu perusahaan Badan Usaha Milik Negara (BUMN) bergerak di bidang kelistrikan. Tujuan utama PLN adalah memenuhi atau melayani kebutuhan masyarakat, dalam hal penerangan. Karena listrik merupakan kebutuhan untuk kelangsungan hidup manusia.

PT. PLN (Persero) Unit Layanan Pelanggan Jeneponto merupakan salah satu rayon yang tergabung dalam Area Bulukumba. Pembentukan PT. PLN (Persero) Unit Layanan Pelanggan Jeneponto ini dikarenakan lingkup wilayah kerja Rayon Terlalu luas. Sehingga untuk dapat meningkatkan pelayanan pelanggan, pengamanan, dan percepatan guna pencapaian target-target kinerja, perlu dilakukan pemekaran wilayah kerja.

PLN (Persero) Unit Layanan Pelanggan Jenepono memiliki Pegawai sebanyak 54 personil, petugas biller 27 personil, admin 7 orang, dan security 4 Orang, jumlah pelanggan 77.556, pelanggan pasca bayar sebanyak 44.222 dan pelanggan prabayar sebanyak 33.344 pelanggan. PT. PLN (Persero) Unit Layanan Pelanggan Jenepono memiliki 7 sub unit yaitu. (*PT.PLN Persero ULP Jenepono*)

1. Benteng
2. Bontotangga
3. Togo-Togo
4. Tolo
5. Bulu-Bulu
6. Bangkala Loe
7. Malakaji

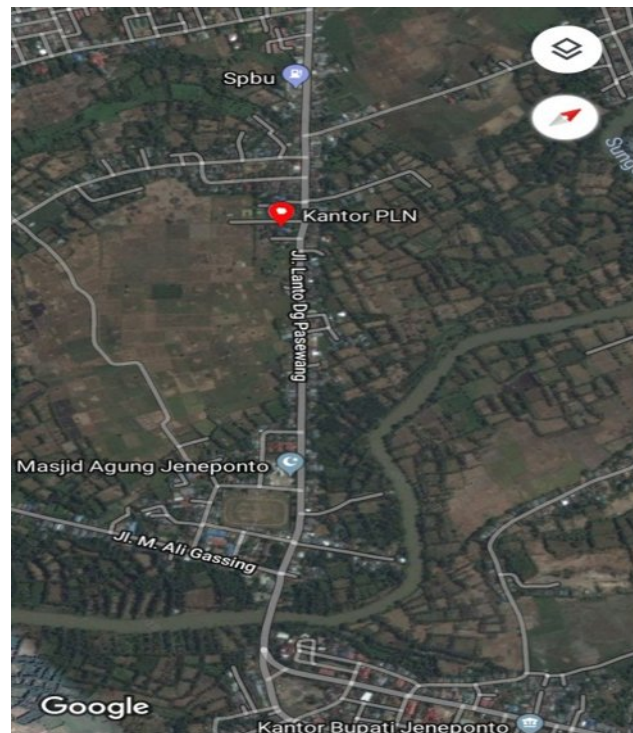
PT. PLN (Persero) Unit Layanan Pelanggan Jenepono memiliki 7 Penyulang Induk yaitu

1. Penyulang Pasar Karisa
2. Penyulang Tolo
3. Penyulang Bantaeng
4. Penyulang Arungkeke
5. Penyulang Incoming
6. Penyulang Jentak
7. Penyulang Punggawa

Panjang jaringan untuk jaringan tegangan menengah yaitu sekitar 113.770

MS dan untuk jaringan tegangan rendah sekitar 263.820 MS.

Tata letak yang terdapat pada PT. PLN (Persero) Unit Layanan Pelanggan Jeneponto dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 4.2 Peta tata letak PT. PLN (Persero) Jeneponto

B. Pemilihan Variabel Pengolahan Data

Dalam penelitian ini, penulis memilih faktor-faktor penyebab gangguan yang terjadi pada SUTM sebagai variabel bebas (independent variabel / X) dan akibat yang ditimbulkan oleh gangguan SUTM sebagai variabel terikat (dependent variabel/ Y), dengan rincian sebagai berikut:

1. Penyebab penyebab gangguan SUTM

1. Pohon (X1)

2. Layang-Layang (X2)
3. Sesaat (X3)
4. Pihak ke-3/Binatang (X4)
5. Komponen JTM (X5)
6. Gardu (X6)
7. Tiang (X7)

2. Akibat-akibat yang timbul oleh gangguan

- a. Lama Padam (Y_1)

Lama padam adalah lama waktu yang tercatat pada saat terjadi gangguan sampai gangguan tersebut dinormalkan kembali.

- b. Energi Tak Tersalurkan (Y_2)

Energi tak tersalurkan adalah jumlah energi yang tidak tersalurkan pada saat terjadi gangguan.

C. Data Gangguan Pada Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM) di Wilayah Kerja PT. PLN (Persero) Unit Layanan Pelanggan Jenepono

Gangguan SUTM pada wilayah kerja PT PT. PLN (Persero) Unit Layanan Pelanggan Jenepono disebabkan oleh beberapa faktor seperti komponen JTM (kabel putus, loss kontak pada sambungan terminal, dan lain lain), tiang, pohon, pihak ke3/binatang, layang- layang, sesaat/tak jelas.

Gangguan-gangguan yang terjadi menyebabkan kerugian dari pihak PT PLN (Persero) sebagai penyedia energi listrik dan juga pihak pelanggan sebagai

konsumen listrik. Akibat gangguan SUTM dapat dilakukan pengukuran secara kuantitatif dalam bentuk jumlah lama padam (menit) dan energi tidak tersalurkan (kWh). Pemadaman yang terjadi akibat gangguan akan mengganggu kenyamanan konsumen sebagai pemanfaat listrik. Tidak hanya itu, akibat gangguan juga akan menyebabkan energi yang seharusnya tersalurkan (kWh) dan menjadi pendapatan (*income*) bagi PT. PLN (Persero) Unit Layanan Pelanggan Jenepono, harus terbuang sia-sia seiring lamanya waktu pemadaman. Apabila akibat dari gangguan-gangguan tersebut tidak diatasi dengan cepat, maka kerugian yang ditanggung oleh PT PLN (Persero) dan konsumen pemanfaat listrik akan semakin meningkat.

1. Data Gangguan PT. PLN (Persero) Unit Layanan Pelanggan Jenepono

Berikut ini adalah rekapitulasi data gangguan perbulan Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM) diwilayah kerja PT.PLN (Persero) Unit Layanan Pelanggan Jenepono untuk Periode Oktober 2017 sampai September 2018:

Tabel 4.1 Penyebab dan akibat gangguan SUTM di wilayah kerja PT. PLN (Persero) Unit Layanan Pelanggan Jenepono:

BULAN	POHON	LAYANG-LAYANG	TIDAK JELAS	PIHAK KE III/ BINATANG	KOMPONEN JTM	GARDU	TIANG	LAMA PADAM (MENIT)	KWH
OKT - 2017	5	1	0	0	3	1	1	440	14564.6
NOV - 2017	3	0	3	0	0	1	0	53	663.2
DES - 2017	7	2	0	2	0	0	0	173	5169.9
JAN - 2018	3	1	8	4	0	0	0	693	19122.06
FEB - 2018	6	1	8	0	3	2	0	1399	14134.44
MAR - 2018	3	0	8	1	1	1	0	284	3824.13
APR- 2018	2	2	5	3	0	1	0	289	5554.29
MEI -2018	4	2	2	0	2	0	0	183	3206.83
JUN -2018	5	3	4	0	5	2	0	391	4530.44
JUL -2018	0	0	0	0	0	0	1	55	756.87
AGUS - 2018	8	0	1	0	0	0	1	237	10669.41
SEP-2018	0	0	5	1	0	0	0	102	3045.02

Sumber: PT. PLN (Persero) ULP Jenepono

Berdasarkan data diatas, gangguan yang terjadi di wilayah kerja jaringan distribusi PT. PLN (Persero) Unit Layanan Pelanggan Jenepono dari Oktober 2017 sampai September 2018 terdapat 7 penyebab yaitu meliputi:

Tabel 4.2. Penyebab Gangguan

No.	Penyebab Gangguan
1.	Pohon (X1)
2.	Layang-Layang (X2)
3.	Sesaat (X3)
4.	Pihak Ke III/ Binatang (X4)
5.	Komponen JTM (X.5)
6.	Gardu(X6)
7.	Tiang (X7)

Dari 7 penyebab diatas timbul akibat kerugian bagi PT PLN (Persero) Unit Layanan Pelanggan Jenepono yang dilihat dari:

Tabel 4.3 Akibat Gangguan

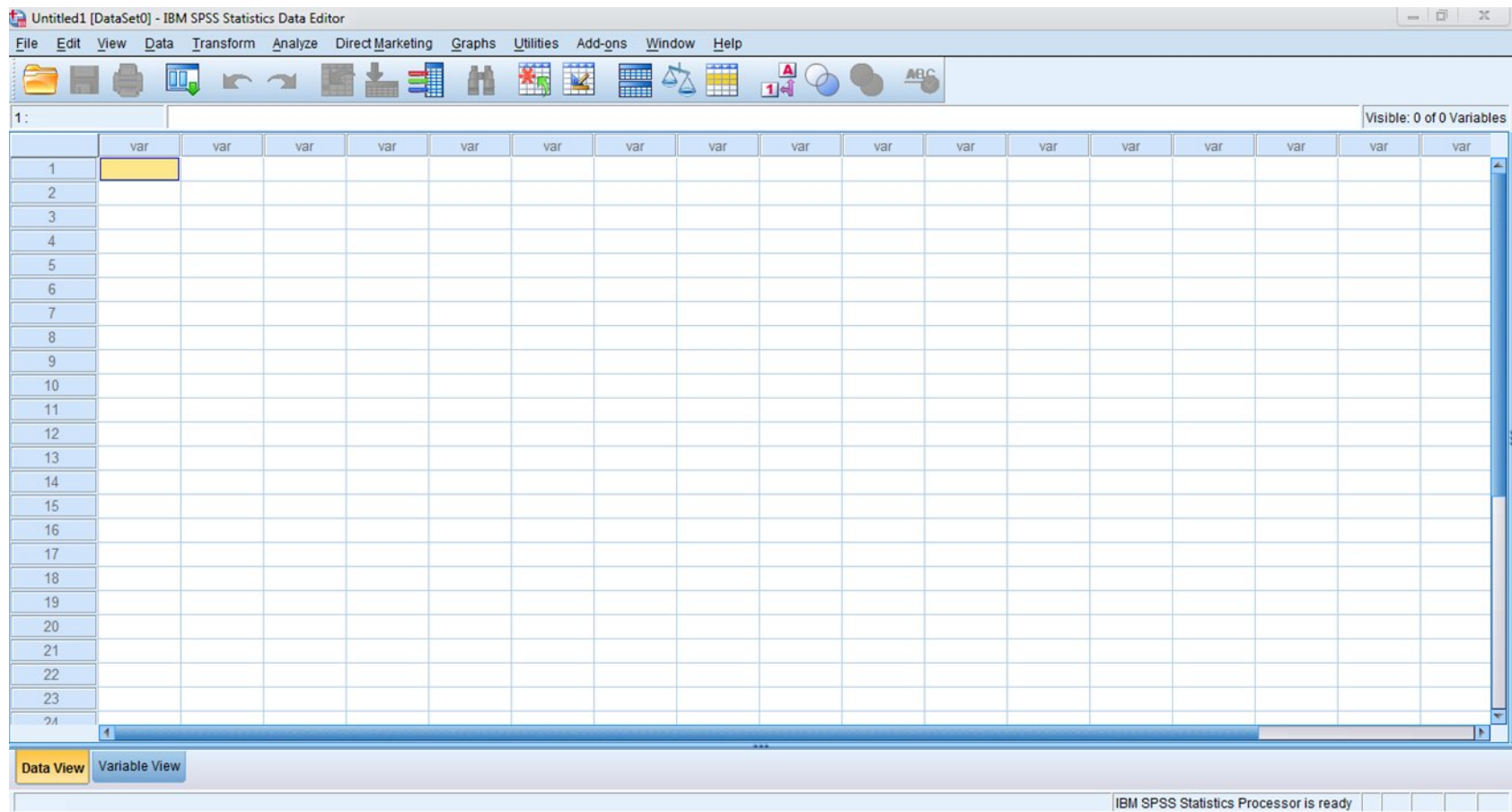
No.	Akibat Gangguan
1.	Lama Padam (Y1)
2.	Jumlah energi tak tersalurkan (Y2)

Dari faktor korelasi yang dihasilkan oleh SPSS tersebut didapatkan faktor dominannya dengan cara melihat nilai *pearson correlation* yang diurutkan menjadi tiga besar begitu juga dengan akibat gangguan lama padam dan energi tak tersalurkan. Maka untuk lebih jelasnya faktor korelasi yang dihasilkan oleh SPSS tersebut dapat dilihat pada tabel 4.5 dibawah:

Adapun proses pengolahan data yang penulis lakukan adalah sebagai berikut:

1. Untuk memulai menggunakan SPSS ini dapat dilakukan dengan memilih (klik ganda) pada item SPSS yang telah di install didalam komputer.

2. Tampilan awal SPSS pada saat dibuka adalah sebagai berikut:



Gambar 4.3 Tampilan Awal SPSS

3. Proses memasukkan data ke SPSS dapat dilakukan dengan mengcopy data ataupun data secara langsung ke editor data SPSS (seperti yang terlihat pada gambar 4.5), sehingga tampilan editor data dari SPSS tersebut sebagai berikut:

14 : Tiang

Visible: 10 of 10 Variables

	Bulan	Pohon	Layang_Layang	Tidak_Jelas	Pihak_Ke3	Komponen_JTM	Gardu	Tiang	Lama_Pad...	KWH	var	var	var	var	var
1	OKTOBER 2017	5	1	0	0	3	1	1	440	14564.60					
2	NOVEMBER 2017	3	0	3	0	0	1	0	53	663.20					
3	DESEMBER 2017	7	2	0	2	0	0	0	173	5169.90					
4	JANUARI 2018	3	1	8	4	0	0	0	693	19122.06					
5	FEBRUARI 2018	6	1	8	0	3	2	0	1399	14134.44					
6	MARET 2018	3	0	8	1	1	1	0	284	3824.13					
7	APRIL 2018	2	2	5	3	0	1	0	289	5554.29					
8	MEI 2018	4	2	2	0	2	0	0	183	3206.83					
9	JUNI 2018	5	3	4	0	5	2	0	391	4530.44					
10	JULI 2018	0	0	0	0	0	0	1	55	756.87					
11	AGUSTUS 2018	8	0	1	0	0	0	1	237	10669.41					
12	SEPTEMBER 2018	0	0	5	1	0	0	0	102	3045.02					
13															
14															
15															
16															
17															
18															
19															
20															
21															
22															

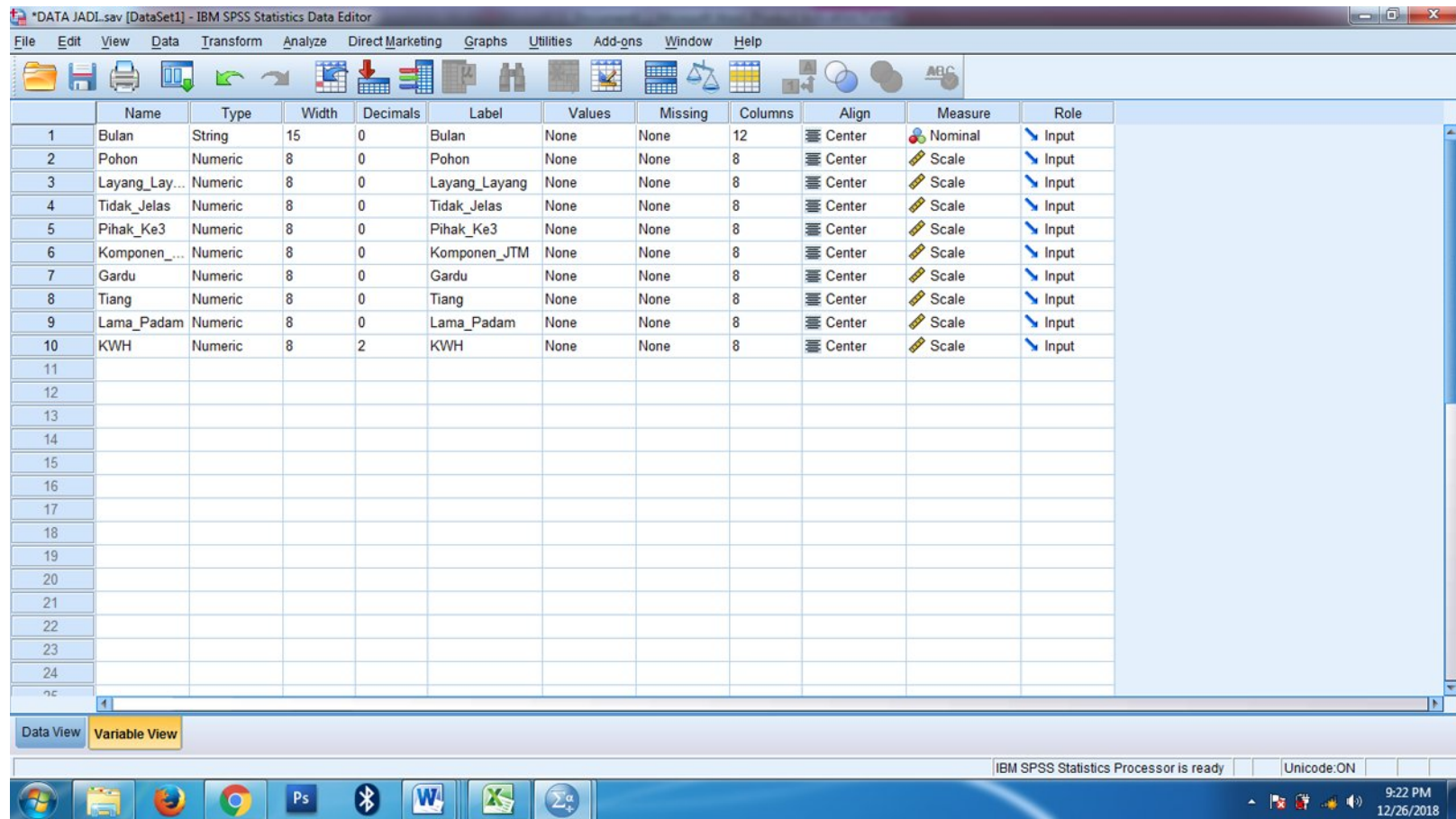
Data View Variable View

IBM SPSS Statistics Processor is ready Unicode:ON

9:20 PM 12/26/2018

Gambar 4.4 Tampilan SPSS Setelah Data diinputkan

4. Mendefinisikan variabel, dengan cara mengaktifkan variable view



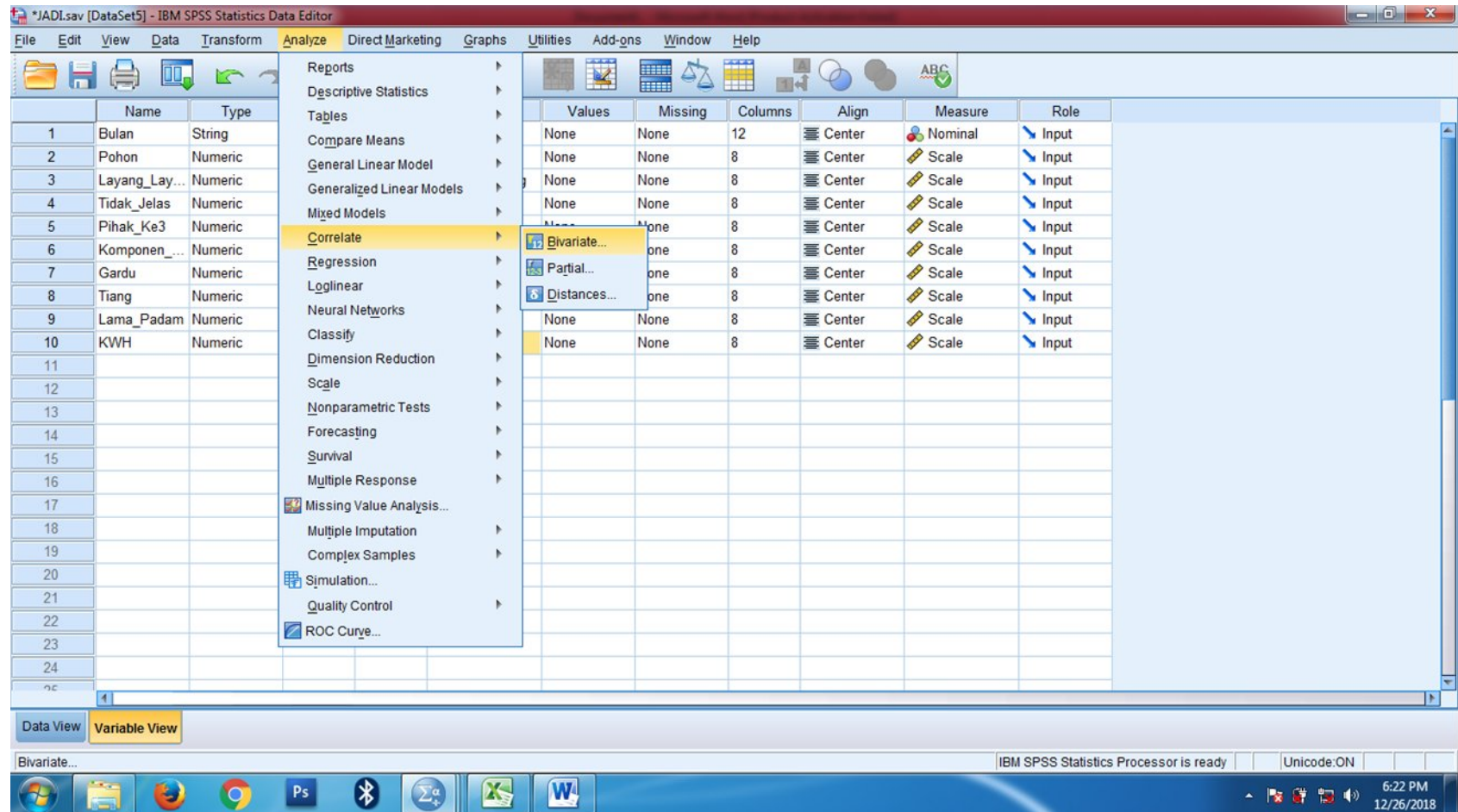
Gambar 4.5 Tampilan Awal Variable View

Fungsi dari masing-masing submenu dapat dilihat pada tabel 4.4 berikut:

Tabel 4.4 Fungsi Submenu yang terdapat pada variable view

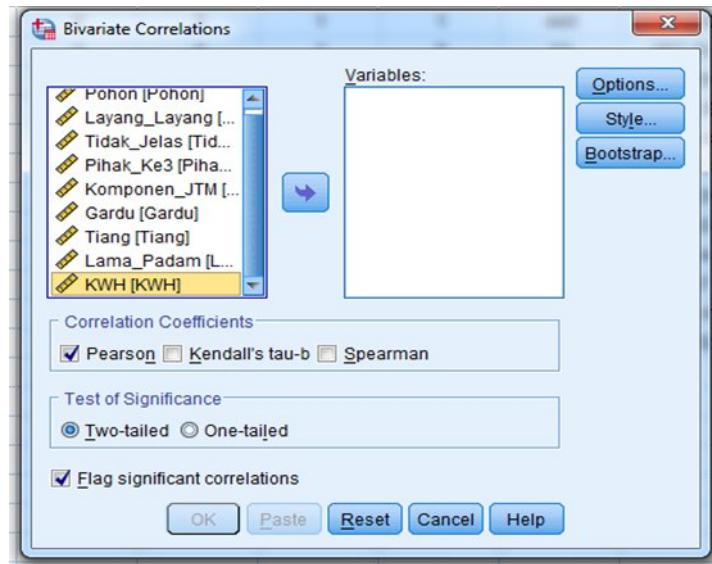
Kolom	Fungsi
Name	Memasukkan nama variable
Type	Mengatur tipe data yang diolah
Width	Menentukan jumlah karakter/digit data yang dapat dimasukkan
Decimal	Dapat diisi bila data yang dimasukkan bertipe numeric
Label	Digunakan untuk memberikan keterangan lebih lanjut mengenai
Values	Digunakan untuk memberikan penjelasan individual dari data yang
Missing	Digunakan bila data yang akan diolah terdapat data yang hilang
Columns	Digunakan untuk menentukan lebar data
Align	Digunakan untuk mengatur tampilan data dengan pilihan rata kiri,
Measure	Digunakan untuk menunjukkan jenis pengukuran data dengan

5. Untuk mengetahui bagaimana hubungan yang dibentuk oleh variabel penyebab dengan masing-masing akibat gangguan langkah yang dilakukan adalah klik analyze → correlate → bivariate seperti yang terlihat pada gambar dibawah ini:



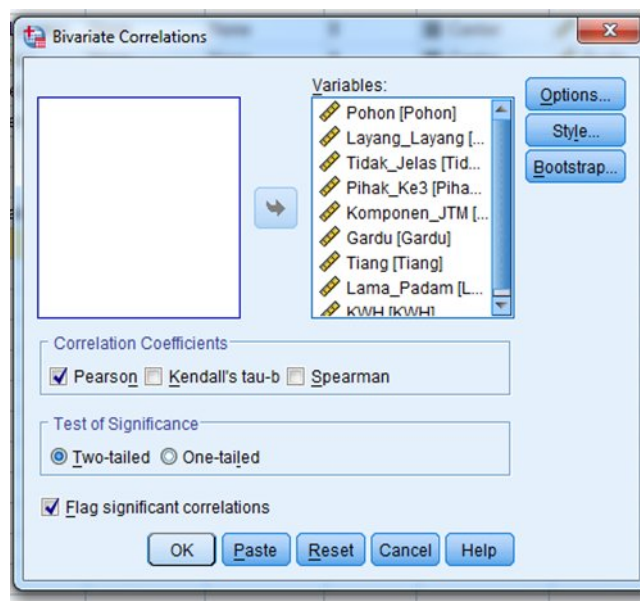
Gambar 4.6 Pemilihan Menu Correlate Bivariate

6. Tampilan menu bivariate correlation yang akan muncul tersebut adalah sebagai berikut:



Gambar 4.7 Tampilan Menu Bivariate Correlation

7. Memasukkan semua variabel yang telah dibuat untuk diolah pada bivariate correlation seperti dibawah ini. Lalu klik OK, sehingga akan diberikan hasil output dari data tersebut.



Gambar 4.8 Pemilihan Variabel Pada Bivariate Correlation

Hasil output dari data diatas

Tabel 4.5 Tampilan Faktor Korelasi Olah SPSS 20

Correlations

[illegible]

D. Analisis Data

Berdasarkan rekap data gangguan di wilayah kerja PT. PLN (Persero) Unit Layanan Pelanggan Jenepono. Dari pengolahan *Statistical product and service solution* (SPSS) data tersebut didapatkan faktor korelasi antara penyebab gangguan dan akibat gangguan yang nantinya bisa ditentukan faktor dominan gangguan yang terjadi.

Dari tabel 4.5 dapat dilihat bahwasanya didapatkan 3 faktor dominan penyebab gangguan yang dilihat dari lama padam dan energi tak tersalurkan yaitu dari *pearson correlation* yang ada di SPSS. Karena nilai pada *pearson correlation* ini merupakan angka yang menjelaskan hubungan antara penyebab gangguan dan akibat gangguan. Angka output yang dihasilkan SPSS tersebut diurutkan dari 3 nominal terbesar yang dilihat dari lama padam dan energi tak tersalurnya.

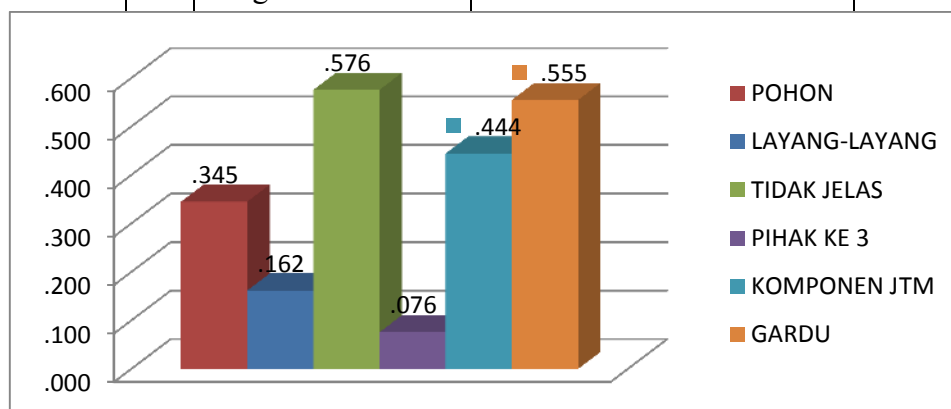
Jadi setelah didapatkan output dari SPSS (Faktor Korelasi) tersebut kita menentukan faktor penyebab mana yang memiliki akibat yaitu dari lama padam dan energi tak tersalurkan lebih besar yaitu sebagai berikut:

1. Lama padam

Nilai koefisien korelasi lama padam ditunjukkan pada tabel dibawah ini:

Tabel 4.6 Koefisien korelasi lama padam

No	Penyebab Gangguan	Koefisien Korelasi Lama Padam
1.	Pohon	345
2.	Layang-layang	162
3.	Sesaat	576
4.	Pihak ke3/ Binatang	076
5.	Komponen JTM	444
6.	Gardu	555
7.	Tiang	-184



Gambar 4.9 Grafik koefisien korelasi lama padam

Dari tabel 4.6 dan gambar 4.10 grafik diatas, didapatkan koefisien korelasi lama padam yang diurutkan menjadi 3 faktor penyebab gangguan yang ada di wilayah kerja PT. PLN (Persero) Unit Layanan Pelanggan Jenepono yang memiliki koefisien korelasi akibat lama padam yang paling dominan yaitu sebagai berikut:

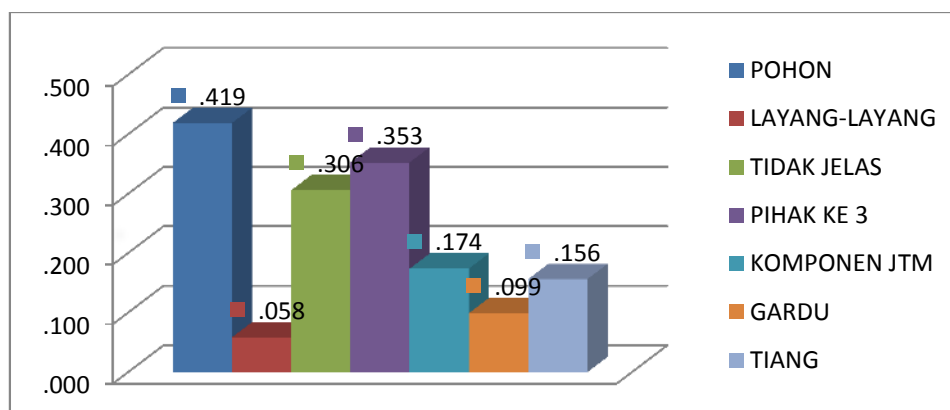
- Sesaat (576)
- Gardu (555)
- Komponen JTM (444)

2. Energi tak tersalurkan

Nilai koefisien korelasi energi tak tersalurkan ditunjukkan pada tabel 4.7 dibawah ini:

Tabel 4.7 Koefisien korelasi Energi Tak Tersalurkan

No	Penyebab Gangguan	Koefisien Korelasi Energi Tak Tersalurkan
1.	Pohon	419
2.	Layang-layang	058
3.	Sesaat	306
4.	Pihak ke3/ Binatang	353
5.	Komponen JTM	174
6.	Gardu	099
7.	Tiang	156



Gambar 4.10 Grafik koefisien korelasi energi tak tersalurkan

Dari tabel 4.7 dan gambar 4.11 grafik diatas, didapatkan koefisien korelasi energi tak tersalurkan yang diurutkan menjadi 3 faktor penyebab gangguan yang ada di wilayah kerja PT. PLN (Persero) Unit Layanan Pelanggan Jenepono yaitu sebagai berikut:

- Pohon (419)
- Pihak ke III (353)
- Sesaat (306)

E. Analisis Tindakan

Berdasarkan analisis dengan SPSS sebelumnya, didapatkan 4 macam penyebab gangguan yang memiliki akibat yang paling besar dilihat dari segi lama padam dan energi tak tersalurkan yaitu, Tidak jelas/sesaat, Komponen JTM, Pohon, dan Gardu. Maka selanjutnya dapat dianalisis tindakan yang dapat dilakukan untuk mengurangi lama padam dan energi tak tersalurkan di wilayah kerja PT. PLN (Persero) Unit Layanan Pelanggan Jenepono.

Tindakan yang dapat dilakukan untuk meminimalisir akibat gangguan SUTM di wilayah kerja PT. PLN (Persero) Unit Layanan Pelanggan Jenepono adalah:

1. Sesaat

Gangguan sesaat merupakan gangguan yang umum terjadi pada jaringan SUTM. Gangguan ini tidak diketahui penyebabnya secara detail, oleh karena itu Tindakan dapat dilakukan adalah dengan melakukan inspeksi jaringan oleh petugas PLN. Dapat dilakukan dengan pemeriksaan atau pengamatan secara langsung atau visual yaitu mengirim petugas ke lapangan untuk melakukan pemeriksaan, seperti melakukan pemeriksaan andongan kawat penghantar SUTM.

2. Komponen JTM

Gangguan Komponen JTM merupakan gangguan yang sering terjadi pada jaringan SUTM maka dari itu Tindakan yang dapat dilakukan untuk meminimalisir penyebab gangguan berupa komponen JTM ini adalah dengan

memaksimalkan dan merutinkan waktu pekerjaan inspeksi jaringan, khususnya pada peralatan atau material yang terpasang pada jaringan SUTM. Sehingga komponen JTM yang belum terlalu mengalami kerusakan dapat dilakukan perbaikan maupun penggantian. Selain itu, pengguna material yang sesuai standar juga dapat mengurangi akibat gangguan.

3. Pohon

Gangguan ini biasanya terjadi karena adanya rating pohon yang menyentuh kawat penghantar dan kondisi pohon yang sudah tua dan lapuk yang berpotensi untuk tumbang dan menimpa jaringan SUTM. Tindakan yang dapat dilakukan adalah dengan melakukan inspeksi jaringan oleh petugas PLN. Inspeksi jaringan ini akan menghasilkan suatu peta pohon yaitu sebuah gambaran yang bertujuan untuk mengetahui jenis dan kondisi pohon yang berada didekat JTM, sehingga kegiatan P3T yang dilakukan oleh PLN dapat dilakukan dengan tepat sehubungan dengan hasil inspeksi jaringan tersebut

4. Gardu

Setelah dilakukan analisa, ternyata penyebab gangguan berupa gardu memberikan pengaruh yang besar terhadap akibat gangguan. Untuk itu, kegiatan inspeksi gardu di PT.PLN (Persero) Unit Layanan Pelanghgan Jeneponto dapat dioptimalkan lagi jadwalnya. Misalnya dalam setahun, inspeksi gardu dapat dilakukan sebanyak 4 bulan sekali.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa korelasi yang penulis lakukan menggunakan *statistic product and service solution* (SPSS), maka dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Faktor dominan penyebab gangguan berupa lama padam di wilayah kerja PT. PLN (Persero) Unit Layanan Pelanggan Jenepono yaitu:
 - a. Sesaat (576)
 - b. Gardu (555)
 - c. Komponen JTM (444)
2. Faktor dominan penyebab gangguan berupa energi tak tersalurkan di wilayah kerja PT. PLN (Persero) Unit Layanan Pelanggan Jenepono yaitu:
 - a. Pohon (419)
 - b. Pihak ke III (353)
 - c. Sesaat (306)

B. Saran

1. Pemeliharaan pada jaringan distribusi hendaknya dilakukan dengan cara inpeksi jaringan dan pemeriksaan secara berkala dan menyeluruh untuk meminimalisir gangguan SUTM dan kerusakan peralatan yang disebabkan oleh pemakaian peralatan yang tidak sesuai dengan kapasitas dan kemampuan peralatan terhadap tegangan lebih dan usia pakainya.
2. Berdasarkan analisis yang telah dilakukan untuk mengurangi penyebab

terjadinya gangguan di wilayah kerja PT. PLN (Persero) Unit Layanan Pelanggan Jenepono di prioritaskan untuk mengutamakan mengatasi 4 faktor dominan penyebab gangguan yaitu; komponen JTM, Pohon, sesaat/tidak jelas dan Gardu.

3. PT. PLN (Persero) Unit Layanan Pelanggan Jenepono dibutuhkan adanya system proteksi atau Scada untuk mengidentifikasi adanya gangguan sehingga dapat memudahkan petugas untuk menemukan gangguan yang terjadi dilapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Dr. Riduwan, M.B.A., M.Pd, Adun Rusyana, M.Pd, Enas, M.M. 2013. *Cara Mudah Belajar SPSS 17.0 dan Aplikasi Statistik Penelitian*. Bandung: Alfabeta.
- Iqbal Arsyad. analisa gangguan sutm 20 kv penyulang senggiring 3 di PT. PLN (Persero) Area Pontianak
- Kelompok Kerja Standar Konstruksi Distribusi Jaringan Tenaga Listrik dan Pusat Penelitian Sains dan Teknologi Universitas Indonesia. 2010. *Standar Jaringan Tegangan Menengah Listrik*. Jakarta: PT. PLN (Persero)
- Pabla, AS, Ir. Abdul Hadi. 1991. *Sistem Distribusi Daya Listrik*. Erlangga: Jakarta
- PT.PLN (Persero) Pusat Pendidikan dan Pelatihan. *Pengenalan Sistem Proteksi Distribusi*. Jakarta
- PT. PLN (Persero) Unit Layanan Pelanggan Jenepono. Data Gangguan saluran udara tegangan menengah
- Rendi Eka Putra*. Gangguan Sutm Di Wilayah Kerja PT.PLN (Persero) Rayon Kuranji
- Stevenson J, William D. (1993), *Analisa Sistem Tenaga Listrik*, Edisi keempat. Erlangga. Jakarta