ANALISIS SISTEM SALURAN UDARA TEGANGAN TINGGI (SUTT) MENGGUNAKAN METODE *FAIRLURE MODE EFFECT ANALYSIS (FMEA)* PADA PT.PLN (PERSERO) APP KARAWANG *BASE CAMP* PURWAKARTA

Ningrum Dwi Oktaviyani
1.05.11.320
Program Studi Sistem Informasi
Faklutas Teknik dan Ilmu Komputer
Universitas Komputer Indonesia

ABSTRAK

In a large electric power system, the stability of the system to distribute electrical energy is an important part. The existence of a good system disorders that occur on transmission lines, generators, and load will cause the system to lose stability.

The method used is using Fairul Mode Effect Analysis (FMEA) FMEA method is a structured procedure to identify and prevent as much as possible failure modes. This type of research is qualitative research. Method of Failure Mode Effect Analysis (FMEA) analyzed the severity, occurrence, and detection . Methods of data collection is done by creating questionnaires, observations, and interviews.

The expected outcome of this study is able to anticipate failures early, as a reference company in order to prevent defect and failure will occur so it can be dealt with quickly and appropriately.

Keywords: Fairulre Mode Effect Analysis (FMEA). Defect, Energy Electrical.

I. Pendahuluan

1.1 latar Belakang

Kehidupan manusia dalam kegiatan sehari – harinya tidak terlepas dari namanya energi terutama energi listrik. Listrik merupakan salah satu faktor pendukung penting bagi kehidupan dikalangan manusia , karena banyak sekali peralatan yang menggunakan energi listrik. Seperti televisi, sertika, mesin cuci , dan lain – lain. Perkembangan teknologi yang semakin maju pada saat ini mengakibatkan banyaknya pemakaian sumber tenaga listrik. Dengan peningkatan pemakaian tenaga listrik untuk memajukan kualitas Sumber Daya Manusia (SDM).

PT.PLN merupaka perusahaan yang bergerak di bidang ketanagalistrikan. PLN berkewajiban menyuplai listrik untuk kemudian dimanfaatkan sebesar – besarnya untuk kepentingan masyarakat dan Negara. Untuk menghasilkan listrik PLN membuat beberapa pembangkit listrik yang tersebar diberbagai daerah . beberapa jenis pembangkit listrik milik PLN antara lain Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) , Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU), Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir (PLTN) dan lain – lain.

Dalam upaya penyediaan listrik dibutuhkan sistem penyaluran listrik. Sistem Penyaluran merupakan salah satu bagian utama dalam struktur sistem tenaga listrik yang berperan untuk mengirimkan daya listrik yang dimulai dari pembangkitan kemudian disalurkan melaui jaringan transmisi dan disalurkan ke instalasi pengguna tenaga listrik dengan menggunakan saluran distribusi. Saluran trasnmisi adalah media yang digunakan untuk mentrasmisikan listrik dari pembangkit listrik pada konsumen pengguna listrik. Sistem transmisi dan kapasitas tegangan yang disalurkan meliputi Saluran Udara Tegangan

Tinggi(SUTT), Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi(SUTET), dan Saluran Kabel Tegangan TInggi (SKTT).

Pada sistem saluran 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 menybabkan aliran arus listrik keluar dari saluran yang seharusnya.

Atas dasar pertimbangan permasalahan diatas penulis akan menggunkan alat bantu penelitian berupa *tools* yaitu metode *Fairulre Mode Effect Analysis* (FMEA). Metode *Failure Mode Effect Analysis* (FMEA). Metode FMEA merupakan metode terstruktur untuk menganalisis resiko kegagalan, dengan cara menghitung skala *severyti, occurrence, detection, dan risk prioritas number (RPN)* yang outputnya berupa rekomendasi pencegahan dini dari resiko kegagalan.

1.2 Identifikasi Masalah dan Rumusan Masalah

1. Identifikasi Masalah

Bedasarkan hasil penelitian yang dilakukan di PT.PLN(Persero) APP Karawang BASE CAMP Purwakarta , terdapat identifikasi permasalahan sebagai berikut:

1) Menetukan faktor apa saja yang menyebabkan terjadinya gangguan pada tenaga listrik.
2) Menentukan penyebab, akibat dan dampak terjadinya gangguan pada tenaga listrik.
3) Memrekomendasi untuk mengatasi jika terjadi gangguan pada tenaga listrik.

2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan penulis merumuskan masalah sebagai berikut :

1) Bagaimana melakukan analisis resiko gangguan pada sistem Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT) menggunakan metode *Failure Mode Effect Analysis* (FMEA).
2) Bagaimana menetukan penyebab kerusakan sistem Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT).
3) Bagaimana rekomendasi dari hasil analisis resiko gangguan pada sistem Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT) menggunakan metode *Failure Mode Effect Analysis* (FMEA).

1.3 Maksud dan tujuan

Adapun mkasud dan tujuan penelitian dari penyusunan skripsi diantaranya:

1. Maksud

   Maksud penelitian ini adalah untuk memperoleh data, menganalisis dan mengevaluasi gangguan sistem listrik terutama pada sistem trsnsmisi yaitu sistem SUTT yang sering terjadi di PT.PLN (persero) APP Karawang BASE CAMP Purwakarta

2. Tujuan

Tujuan penelitian dalam penyusunan skipsi ini yaitu :

1) Mengetahui gangguan yang terjadi pada sistem Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT).
2) Mengetahui penyebab kerusakan pada sistem Sistem Udara Tegangan Tinggi (SUTT).
3) Memberikan rekomendasi untuk pencegahan sedini mungkin, agar dapat memudahkan kinerja perusahaan di PT.PLN.

II. Kajian Pustaka

2.1 *Fairule Mode Effect Analysis (*FMEA)

Fairul Mode Effect Analysis (FMEA) merupakan sebuah metodologi yang digunakan untuk menganalisa dan menemukan :

1) Semua kegagalan – kegagalan yang potensia terjadi pada suatu sistem.
2) Efek – efek dari kegagalan ini yang terjadi pada sistem dan bagaimana cara untuk memperbaiki atau meminimalkan kegalan – kegalan atau efek – efeknya pada sistem.

Menurut John Moubray, definisi dari *Failure Mode Effect Analysis* adalah metode yang digunakan untuk mengidentifikasi bentuk kegagalan yang mungkin menyebabkan setiap kegagalan fungsi dan untuk memastikan pengaruh kegagalan berhubungan dengan setiap bentuk kegagalan.

a. Manfaat FMEA
   1. Hemat biaya. Karena sistematis maka penyelesaianya tertuju pada pontensial *causes* (penyebab) sebuah kegagalan / kesalahan.
   2. Hemat waktu, karena lebih tepat pada sasaran.

b. Kegunaan FMEA adalah Sebagai Berikut:
   1. Ketika diperlukan tindakan *preventive* / pencegahan sebelum masalah terjadi.
   2. Ketika ingin mengetahui / mendata alat deteksi yang ada jika terjadi kegagalan.
   3. Pemakaian proses baru.
   4. Perubahan / pergantian komponen peralatan.
   5. Pemindahan komponen atau proses kearah baru

c. Tujuan FMEA

   Terdapat banyak variasi didalam rincian *fairulre mode effect analysis* (FMEA), tetapi semua itu memiliki tujuan untuk mencapai:

   1. Mengenal dan memprediksi pontensial kegagalan dari produk atau proses yang dapat terjadi.
   2. Memprediksi dan mgevaluasi pengaruh dari kegagalan pada fungsi dalam sistem yang ada.
   3. Menunjukan prioritas terhadap perbaikan suatu proses atau sub sistem melalui daftar peningkatan proses atau sub sistem yang harus diperbaiki.

4. Mengidentifikasi dan membangun tindakan perbaikan yang bisa diambil untuk mencegah atau mengurangi kesempatan terjadinya potensial kegagalan atau pengaruh pada sistem.
5. Mendokumentasi secara keseluruhan.

2.2 *Severyti*

Severity kerusakan pada sistem digunakan sebagai pertimbangan dalam menentukan tingkat keseriusan efek kerusakan yang teerjadi pada sistem. *Severity* kerusakan pada sistem dibedakan menjadi 10 skala (Blanchard, 2004), adapun kategori yang digunakan, sebagai berikut:

1. Skala 1 untuk kerusakan dengan efek *minor*
2. Skala 2 – 3 untuk kerusakan dengan efek rendah (*low)*
3. Skala 4 – 6 untuk kerusakan dengan efek sedan (*moderate)*
4. Skala 7 – 8 untuk kerusakan dengan efek tinggi (*high)*
5. Skala 9 – 10 untuk kerusakan dengan efek sangat tinggi (*very high)*

2.3 *Occurrence*

Penghitungan kerusakan untuk mengetahui seberapa sering kerusakan terjadi pada sistem. Kerusakan dapat ditentukan berdasarkan periode waktu dan dapat dibedakan menjadi 10 skala (Blanchard, 2004), kategori skala – skala tersebut, sebagai berikut:

1. Skala 1 untuk kerusakan karena kondisi yang tidak bisa dan jarang sekali terjadi (*unlikely)*
2. Skala 2 – 3 untuk kerusakan yang rendah *(low)*
3. Skala 4 – 6 untuk kerusakan yang sedang (*moderate)*
4. Skala 7 – 8 untuk keruskan yang Tinggi (*high)*
5. Skala 9 – 10 untuk kerusakan yang sangat tinggi *(very high)*

2.4 *Detection*

Kemungkinan pengendalian suatu kerusakan dapat ditentukan berdasarkan kemampuan prosedur atau desain tambahan pengendalian proses atau sistem dalam mendeteksi keberadaan kerusakan. Tujuannya adalah untuk mencegah terjadinya kerusakan lebih lanjut. Kemungkinan pengendalian suatu kerusakan dapat dibedakan menjadi 10 skala (Blanchard, 2004), kategori skala-skala tersebut sebagai berikut:

1. Skala 1-2 untuk kerusakan yang memiliki peluang pengendalian sangat tinggi (*very high*).
2. Skala 3-4 untuk kerusakan yang memiliki peluang pengendalian tinggi (*high*).
3. Skala 5-6 untuk kerusakan yang memiliki peluang pengendalian sedang (*moderate*).
4. Skala 7-8 untuk kerusakan yang memiliki peluang pengendalian rendah (*low*).
5. Skala 9 untuk kerusakan yang memiliki peluang pengendalian sangat rendah (*very low*).
6. Skala 10 untuk kerusakan yang memiliki peluang pengendalian tidak menentu atau bahkan tidak terkendali.

2.5 *Risk Prioritas Number* (RPN)

Tingkat kepentingan ditentukan berdasarkan *severity* kerusakan, frekuensi kerusakan, dan peluang kerusakan terdeteksi. Analisis tingkat kepentingan ditentukan oleh nilai RPN (*risk priority number*). Nilai RPN kemudian menjadi pertimbangan dalam menentukan tingkat kepentingan suatu kerusakan. Apabila suatu kerusakan memiliki frekuensi tinggi, efek yang signifikan pada performansi sistem dan sulit terdeteksipasti akan memiliki nilai RPN yang tinggi. Cara untuk menghitung RPN yaitu :

RPN = S * O * D

S= Severity
O=Occurrence
D=Detection

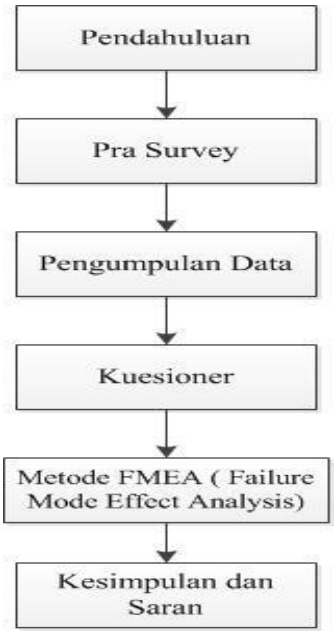
2.6 Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT)

SUTT adalah sarana yang terbentang di udara untuk menyalurkan tenaga listrik dari pusat pembangkit ke Gardu Induk (GI) yang disalurkan melalui konduktor yang direntangkan antara tiang – tiang (*tower*) melalui insulator – insulator tegangan tinggi (30kV, 70kV, 150kV) atau tegangan ekstra tinggi (275kV, 500kV). Gambar Saluran Udara Tegangan Tinggi dapat dilihat pada gambar 2.1

III. Objek dan Metode Penelitian

Objek penelitian dilakukan pada perusahaan PT.PLN(Persero) APP Karawang BASE CAMP Purwakarta yang belokasi di JL.Kaptem Halim No.11 Purwakarta.

3.1 Tahapan Penelitian



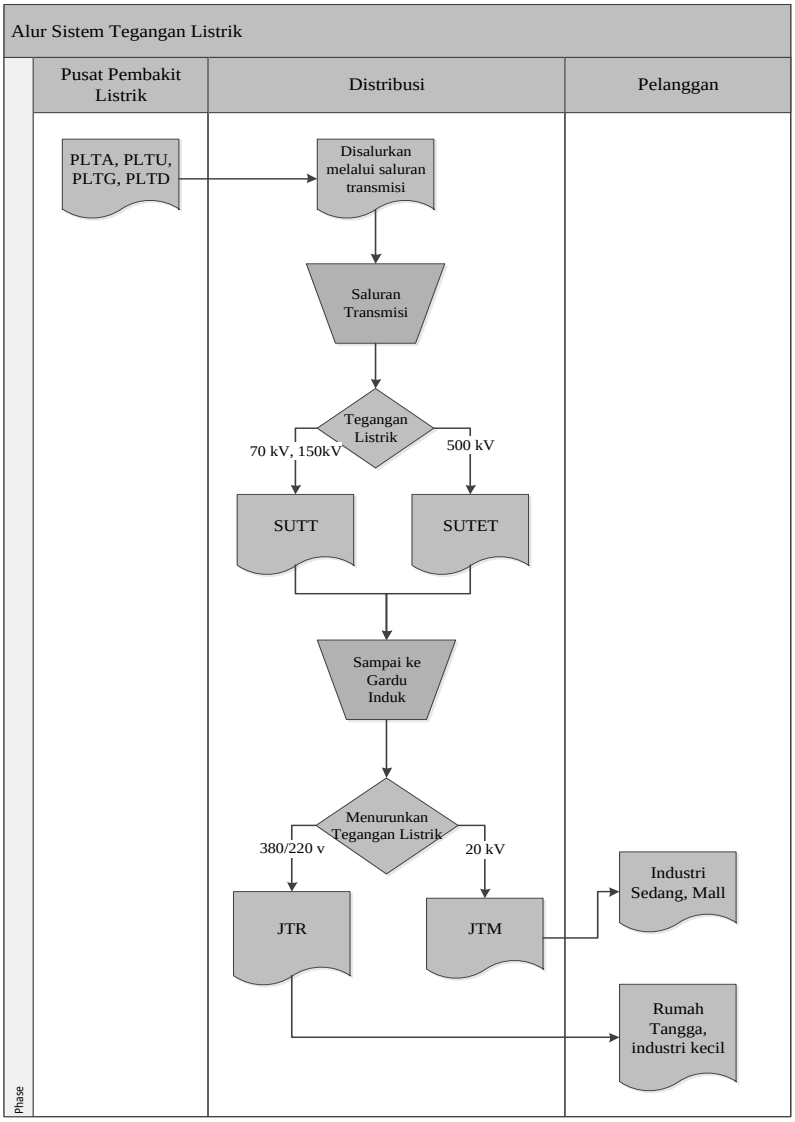
Gambar 3.1 Tahapan Penelitian

3.2 Prosedur Tegangan Listrik

1. Tenaga listrik dibangkitkan dalam pusat – pusat pembangkit listrik (*power plant)* seperti PLTA , PLTU ,PLTG, dan PLTD .Lalu disalurkan melalui saluran transmisi .

2. Saluran transmisi tegangan tinggi mempunyai tegangan 70 kV, 150 kV, atau 500kV(tegangan ekstra tinggi).
3. Setelah tenaga listrik disalurkan, maka tegangan listrik akan sampai ke gardu induk (GI).
4. Kemudian tegangan listrik diturunkan menggunakan transformator *step-down* menjadi tegangan menengah yang juga disebut sebagai tegangan distribusi primer.
5. Tegangan distribusi primer atau Jaringan Tegangan Menengah sebesar 20 kV.Setelah tenaga listrik disalurkan melalui Jaringan Tegangan Menengah , maka tegangan listrik kemudian diturunkan lagi tegangannya dalam gardu – gardu distribusi menjadi tegangan rendah , yaitu tegangan 380/220 volt.
6. Lalu disalurkan melalui Jaringan Tegangan Rendah ke rumah – rumah (konsumen) PLN.

3.3 Flowmap



Gambar 3.2 Flowmap Tegangan Listrik

Keterangan :
PLTA = Pembangkit Listrik Tenaga Air.
PLTU = Pembangkit Listrik Tenaga Uap.
PLTG = Pusat Listrik Tenaga Gas.
PLTD = Pembangkit Listrik Tenaga Diesel.
SUTT = Saluran Udara Tegangan Listrik.
SUTET = Saluran Udara Tegangan Tinggi.
JTM = Jaringan Tegangan Menengah.
JTR = Jaringan Tegangan Rendah.

IV. Hasil Penelitian

4.1 Pembahasan

Tahap untuk menyelesaikan metode FMEA yaitu melakukan analisis kejadian yang sedang terjadi, menghitung skala *severity*, skala *occurrence, detection , risk prioritas number* (RPN) serta mengambil tindakan atau memberikan rekomendasi berupa pecegahan untuk mengurangi resiko gangguan yang terjadi. siklus FMEA dapat dilihat pada gambar 4.1

Pada penelitian untuk menghitung skala severty , occurrence dan detection menggunakan kuesioner. Pengisian kuesioner disebarkan kepada 11 respoden karyawan yang bertugas dibidang pemeliharaan PT.PLN(persero) Base Camp Purwakarta ,data responden dapat dilihat pada tabel 4.1

4.2 Menganalisis Skala *Severyti*

Pada dasarnya metode FMEA menggunakan sepuluh (10) skala *severity* dan tanpa menggunakan kuesioner . Namun pada penelitian ini penulis menggunakan konsep baru dengan lima (5) skala *severity* serta menggunakan kuesioner untuk menghitung jumlah skala *severity.* Perhitungan skala *severity* menggunakan hasil data kuesioner yang sudah disebar kepada 11 responden karyawan PT.PLN (persero) Skala *severity* dapat dilihat pada tabel 4.2 sedangkan Hasil dari rekaptulasi kuesioner pada skala *severity* dapat dilihat pada tabel 4.3

Pada tabel 4.3 dapat diketahui kerusakan paling parah disebabkan kerusakan pondasi tower . sedangkan kerusakan clevis, socet clevis, pin isolator ,suspension clamp, dan ring memilik dampak kerusakan yang rendah. Setelah menghitung skala *severity* langkah selanjutnya menghitung skala *occurrence*

4.3 Menganalisis Skala *Occurrence*

Skala *occurrence* sama halnya dengan skala *severity* yang awalnya menggunakan sepuluh (10) skala dan tanpa kuesioner tetapi pada penelitian ini penulis menggunakan lima (5) skala *occurrence* serta kuesioner. Perhitungan *occurrence* sama halnya dengan perhitungan *severity* , menggunakan hasil data kuesioner. Skala yang di gunaka yaitu skala 1- 5. Skala *occurrence* dapat dilihat pada tabel 4.4. sedangkan Hasil rekaptulasi kuisioner skala *occurrence* dapat dilihat pada tabel 4.5sebagai berikut :

Pada tabel 4.5 dapat diketahui kerusakan yang sering terjadi yaitu kerusakan pada pin isolator dan suspension clamp. Sedangkan kerusakan yang jarang terjadi yaitu isolator. Setelah menghitung skala *occurrence* langkah selanjutnya selanjutnya menghitung skala *detection.*

4.4 Menganalisis Skala *Detection*

Pada skala *detection* sama seperti skala *severity* dan skala *occurrence* menggunakan lima (5) skala dan kuesioner. Adapun skala yang digunakan yaitu skala 1 – 5 . Skala *detection* dapat dilihat pada tabel 4.6 sedangkan Hasil rekaptulasi kuisioner skala *detection* dapat dilihat pada tabel 4.7

Pada tabel 4.7 dapat diketahui tingkat perbaikan yang paling besar adalah OPGW sedangkan tingkat perbaikan rendah adalah plat tanda fasa dan plat tanda bahaya.

4.5 Menghitung *Risk Prioritas Number (RPN)*

Setelah mengetahui jumlah *severity , occurrence* dan *detection* langkah selanjutnya yaitu mengetahui prioritas kerusaka, kejadian dan tingkat perbaikan dalam memperbaiki kerusakan Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT). Nilai RPN dapat dihitung dengan perkalian jumlah skala *Severity, Occurrence Detection.*

RPN = S * O * D

Hasil perhitungan RPN dapat dilihat pada tabel 4.8

Pada tabel 4.8 dapat dikeahui hasil RPN dengan prioritas utama dalam resiko gangguan yaitu pondasi tower dengan persentase 11,84% dan jumlah RPN sebesar 45825 yang artinya jika terjadi kerusakan pada pondasi tower pihak PLN segara memperbaiki kerusakan yang terjadi pada pondasi tower

4.6 Output FMEA

Metode *Failure Mode Effect Analysis* (FMEA) menekankan identifikasi pencegahan sebelum problem terjadi. Penerapan FMEA dapat mengatisipasi pencegahan sejak dini. Pada tabel 4.9 menjelaskan output dari metode FMEA.

V. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Setelah menganalisa, mempelajari, memahami dan berusaha menyelesaikan permasalahan yang terjadi dapat ditarik kesimpulan diantaranya :

1. Faktor yang menyebabkan sering terjadinya gangguan yaitu gangguan manusia, gangguan lingkungan, gangguan material.
2. Dampak kerusakan yang paling parah terjadi pada pondasi tower , kerusakan yang sering terjadi yaitu *pin isolator* dan *suspension clamp*, sedangkan tingkat perbaikan yang sulit terjadi pada OPGW.
3. Prioritas utama dalam resiko gangguan di PT.PLN terjadi pada pondasi tower dengan persentase 11,84%.
4. Penerapan metode *Fairulre Mode Effect Analysis (FMEA)* dapat mengatisipasi problem lebih dini dan dapat dipakai sebagai acuan untuk membuat standar kerja operator.
5. *Fairulre Mode Effect Analysis (FMEA)* menekankan identifikasi pencegahan sebelum masalah gangguan terjadi.

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan untuk pengembangan penelitian yaitu Dalam menganalisi penyebab gangguan atau kerusakan pada proses selanjutnya adalah meneruskan perbaikan yang telah diusulkan dengan mengembangkan penelitian tentang value engineering analysis dan Fault Tree Analysis (FTA) yang merupakan teknik lanjutan dalam menganalisis penyebab kegagalan.

VI. Daftar Pustaka

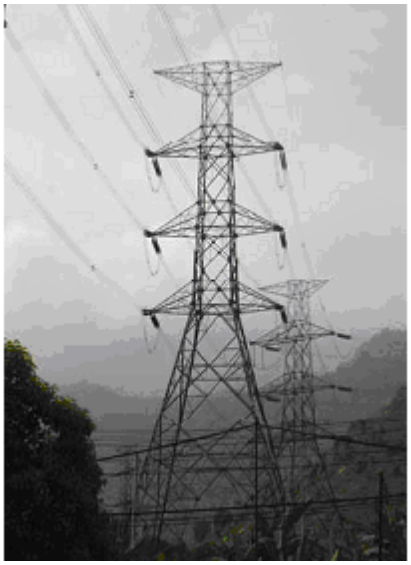
"BUKU PETUNJUK BATASAN OPERASI DAN PEMELIHARAAN PERALATAN PENYALURAN TENAGA LISTRIK SALURAN UDARA TEGANGAN TINGGI (SUTT)",NO.DOKUMEN :10-22/HARLUR-PST/2009

Idham.Ibnu, (9 Maret 2015)*"FAIRUE MODES AND EFFECT ANALYSIS".* [online], 2014 Avalilabel : https://www.scribd.com/doc/250148424/makalah-manajemen-perawatan-2-libre-pdf

Pramono. Joko, et al,.(8 Maret 2015) *"Transmisson of Electrical Energy".* [online],2010, Availabel:http://staff.ui.ac.id/system/files/users/chairul.hudaya/material/papertransmissionofelectricalenergy.pdf

Steven C. Leggett, (16 Mei 2015)*"Problem Solving Using Fairulre Mode Effects and Analysis".* [online],Avalilabel : http://www.drivingoperationalexcellence.com/steven-c-leggett-chapter-twenty-one/

DATA TABEL DAN GAMBAR



Gambar 2.1 Saluran Udara Tegangan Tinggi



Gambar 4.1 Siklus Metode FMEA
(Sumber : Steven C.Leggett *Chapter Twenty – One)*

Tabel 4.1 Respoden Kuesioner

No	Nama	Jabatan
1	Rukhiyat	EG LK2 K3
2	Ayat firmansyah	Asman Haset
3	Effendi Kosasih	EG har Protaksi & Mater
4	Kusmana	Administrasi Teknik
5	Ika	Junior Engineering
6	Setianto	Super PV
7	M. Nanang Choironi	Junior Engineering

8	Iyan S.	JE Har Transmisi
9	Maman	JE Har Transmisi
10	Dani Dwi A	Junior Engineering GI
11	Rudy Atmoko	Junior Engineering GI

Tabel 4.2 Skala *Severity*

Skala *Severity*	**Dampak Kerusakan**
1	Aman
2	Tidak Parah
3	Cukup Parah
4	Parah
5	Sangat Parah

Sumber : Manggala, 2005

Tabel 4.3 Hasil rekaptulasi Kuesioner skala *severity*

Modus Kerusakan	**Tingkat Dampak Kerusakan Kuesioner Responden Ke-**											**Jumlah**
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	
Clevis	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	12
Isolator	2	2	2	2	2	2	1	2	2	1	1	19
Socet Clevis	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	12
Pin Isolator	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	12
Suspensiom Clamp	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	12
Ring	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	12
Damper	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	2	14
OPGW	2	1	2	2	2	1	1	1	1	2	1	16
Jumper	2	1	2	2	2	1	2	1	2	2	1	18
Join Box	1	1	1	2	2	1	3	1	1	1	1	15
Krontruksi Tower	3	2	2	2	2	2	1	3	3	1	1	22
Besi Siku	2	2	2	2	1	1	1	3	2	1	2	19
Baut Panjat	2	1	2	2	1	1	1	2	2	3	1	18
Plat Tanda Fasa	1	2	2	3	1	1	1	1	1	2	1	16
Plat Tanda Bahaya	1	2	1	3	1	1	1	1	1	2	1	15
Kawat Petanahan	2	1	2	2	1	1	3	2	2	1	2	19
Pondasi Tower	3	2	2	2	2	2	3	3	2	2	2	25
ACD	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	15
ROW	2	1	2	2	1	1	3	3	2	2	2	21
Halaman Tower	2	1	2	2	2	1	1	1	2	1	1	16

Keterangan : : Nilai Tertinggi .
: Nilai Terendah.

Tabel 4.4 Skala *Occurrence*

Skala *Occurrence*	Kerusakan yang Terjadi
1	Hampir Pasti Terjadi
2	Sangat Sering Terjadi
3	Sering Terjadi
4	Jarang Terjadi
5	Hampir Tidak Terjadi

Sumber : Manggala, 2005

Tabel 4.5 Hasil Rekaptulasi Kuesioner Skala *Occurrence*

Modus Kerusakan	Tingkat Kerusakan yang Terjadi Kuesioner Responden Ke-											Jumlah
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Clevis	4	4	4	2	5	5	4	4	4	4	4	44
Isolator	3	3	3	2	4	4	4	3	3	3	4	36
Socet Clevis	4	5	4	2	5	5	4	4	4	4	4	45
Pin Isolator	4	4	4	2	5	5	5	5	4	4	4	46
Suspension Clamp	4	5	4	2	5	5	4	4	4	5	4	46
Ring	4	5	4	2	5	5	4	4	4	4	4	45
Damper	4	5	4	2	5	5	4	4	4	4	4	45
OPGW	4	4	4	2	4	5	4	4	4	4	4	43
Jumper	4	4	4	2	5	5	4	4	4	4	4	44
Join Box	4	5	4	2	5	5	3	4	4	4	5	45
Krontruksi Tower	3	3	4	2	4	3	3	3	4	5	3	37
Besi Siku	4	3	4	2	4	4	4	4	4	4	4	41
Baut Panjat	4	5	4	3	4	4	4	4	4	3	4	43
Plat Tanda Fasa	5	3	4	3	5	5	4	4	4	3	4	44
Plat Tanda Bahaya	5	3	4	3	5	5	3	3	4	3	4	42
Kawat Petanahan	4	4	4	2	4	3	4	3	3	4	3	38
Pondasi Tower	4	4	4	2	4	4	3	3	3	4	4	39
ACD	4	4	4	2	4	5	4	4	4	5	3	43
ROW	4	5	4	2	5	5	4	4	3	3	3	42
Halaman Tower	4	4	4	2	5	5	4	4	4	3	4	43

Keterangan : : Nilai Tertinggi .
: Nilai Terendah.

Tabel 4.6 Skala *Detection*

Skala *Detection*	Tingkat Kesulitan Perbaikan
1	Sangat Mudah
2	Mudah
3	Sedang
4	Sulit
5	Sangat Sulit

Sumber : Manggala, 2005

Tabel 4.7Hasil Rekaptulasi Kuesioner Skala *Detection*

Modus Kerusakan	Tingkat Perbaikan Kuesioner Responden Ke-											Jumlah
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Clevis	2	1	2	2	2	2	2	2	3	3	3	24
Isolator	2	1	2	2	3	2	3	3	3	3	3	27
Socet Clevis	2	1	2	3	2	2	2	2	3	3	2	24
Pin Isolator	1	1	2	2	1	2	1	1	1	3	1	16
Suspensiom Clamp	3	1	2	2	3	2	2	3	2	4	2	26
Ring	2	1	2	2	2	1	2	3	3	3	2	23
Damper	3	1	3	3	3	1	2	3	3	4	2	28
OPGW	3	2	3	3	4	2	2	3	3	4	2	31
Jumper	3	2	2	3	4	2	2	3	3	4	2	30

Lanjutan tabel 4.7 Hasil Rekaptulasi Kuesioner Skala *Detection*

Modus Kerusakan	Tingkat Perbaikan Kuesioner Responden Ke-											Jumlah
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Join Box	3	3	2	3	4	1	2	3	2	4	2	29
Krontruksi Tower	5	4	5	3	5	5	5	5	5	4	5	51
Besi Siku	3	1	2	3	3	2	3	3	3	3	3	29
Baut Panjat	2	1	2	3	2	1	2	3	2	3	2	23
Plat Tanda Fasa	1	1	1	2	2	1	1	2	1	2	2	16
Plat Tanda Bahaya	1	1	1	2	2	1	1	2	1	2	2	16
Kawat Petanahan	2	1	2	2	2	2	3	3	3	3	3	26
Pondasi Tower	5	3	4	3	5	5	4	5	5	3	5	47
ACD	2	1	2	3	2	1	2	3	2	3	2	23
ROW	3	3	3	3	2	1	3	3	3	3	3	30
Halaman Tower	3	1	2	3	2	1	2	3	2	2	2	23

Keterangan : : Nilai Tertinggi .
: Nilai Terendah.

Tabel 4.8 Hasil Perhitungan RPN

Modus Kerusakan	Jumlah skala (S)everity	Jumlah Skala (O)ccurance	Jumlah skala (D)etection	Hasil RPN S*O*D	Persentase	Prioritas
Clevis	12	44	24	12672	3.27%	16
Isolator	19	36	27	18468	4.77%	9
Socet Clevis	12	45	24	12960	3.35%	15
Pin Isolator	12	46	16	8832	2.28%	20
Suspensiom Clamp	12	46	26	14352	3.71%	14
Ring	12	45	23	12420	3.21%	17
Damper	14	45	28	17640	4.56%	11
OPGW	16	43	31	21328	5.51%	6
Jumper	18	44	30	23760	6.14%	4
Join Box	15	45	29	19575	5.06%	7
Krontruksi Tower	22	37	51	41514	10.73%	2
Besi Siku	19	41	29	22591	5.84%	5
Baut Panjat	18	43	23	17802	4.60%	10
Plat Tanda Fasa	16	44	16	11264	2.91%	18
Plat Tanda Bahaya	15	42	16	10080	2.60%	19
Kawat Petanahan	19	38	26	18772	4.85%	8
Pondasi Tower	25	39	47	45825	11.84%	1
ACD	15	43	23	14835	3.83%	13
ROW	21	42	30	26460	6.84%	3
Halaman Tower	16	43	23	15824	4.09%	12

Tabel 4.9 output FMEA

Item	Modus Kerusakan / Gangguan	Dampak Kerusakan yang Mungkin Terjadi	Pencegahan
Pondasi Tower	- Terjadinya pergeseran pada permukaan tanah, - Terjadinya becana longsor, - Adanya campur tangan dalam kegiatan manusia  Gambar 4.2 Pondasi Tower	Ketahanan pada pondasi tower berkurang sehingga kemungkinan pondasi tower akan rusak (roboh).	Dilakukan perkuatan pada pondasi Tower. Dilakukan pengukuran pada kaki tower secara bulanan dan monitoring kondisi pondasi tower mingguan.

Lanjutan tabel 4.9

Item	Modus kerusakan (gangguan)	Dampak kerusakan yang mungkin terjadi	Pencegahan
Kontruksi Tower	- Konstruksi tower miring - Mur dan baut kendor - Mur dan baut hilang	Dampak yang terjadi yaitu tower rawan roboh.	- Dilakukan pengukuran struktur kaki tower secara bulanan dan monitoring kondisi tower mingguan.

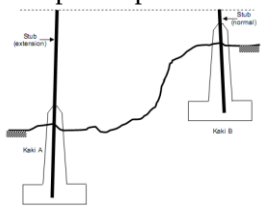
			- Dilakukan perkuatan tower.
ROW *(Right of Ways)*	Tinggi pohon hampir melebihi konduktor  Gambar 4.3 ROW	Dampak yang terjadi jika tinggi pohon hampir melebihi konduktor akan terjadi *short sincuit* (gangguan) sehingga penghantar arus listrik tidak stabil.	Menebang pohon sesuai ketinggian yang telah ditentukan oleh pihak yang bersangkutan.
Jumper	Jumper putus , berkarat, hilang  Gambar 4.4 *Jumper*	Kerusakan korosi, terjadi pemburukan tahanan kontak jumper konduktor putus jatuh ketanah.	Hindari proses korosip dengan *sealer*/WD40.
Besi Siku	- Terjadinya pengeroposan - Timbulnya korosi	Besi siku mengalami penurunan kekuatan mekanik.	Dilakukan perkuatan dan pengecatan besi siku untuk menjaga korosip dan pengeroposan.

Lanjutan tabel 4.9

Item	**Modus kerusakan (gangguan)**	**Dampak kerusakan yang mungkin terjadi**	**Pencegahan**
OPGW *(Optic Ground Wire)*	- Putus, - korosip, - gangguan alam (petir, hujan lebat)	Terjadi gangguan komunikasi	Perkuatan pada tarikan OPGW

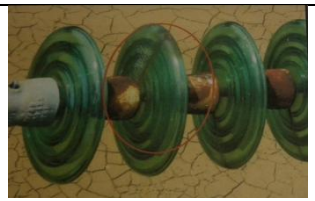
Join Box	- Join kabel putus. - Terjadi pemasanan yang berlebihan.	Komunikasi gardu induk tidak lancer	Dilakukan perbaikan dengan mengganti / menyambungkan kabel. Dan melakukan pengcekan setiap sebulan sekali atau seminggu sekali.

Lanjutan tabel 4.9

Item	Modus kerusakan (gangguan)	Dampak kerusakan yang mungkin terjadi	Pencegahan
Kawat Petanahan	- Tahanan tanah melebihi standar - Sambungan ke tanah penahanan tidak sempurna - Komponen pentanahan hilang  Gambar 4.5 Kawat Petanahan	Sambaran petir tidak langsung ke petanahan	- Diperbaiki dengan cepat, dan selalu memantau sabungan kawat petanahan. - Pengukuran nilai tahanan pentanahan > 5 ohm

Lanjutan tabel 4.9

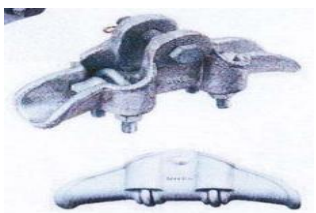
Item	Modus kerusakan (gangguan)	Dampak kerusakan yang mungkin terjadi	Pencegahan
Isolator	Isolator berkarat, pecah atau retak	Apabila terjadi isolator pecah mudah ditemukan namun apabila isolator retak sulit temukan, keduanya dapat menjadi	Bila retak diganti dengan mengisolir seksi demi seksi jaringan jika sudah depersempit seksi yang isolatornya retak kemudian

	 Gambar 4.6 Isolator	penyabab gangguan.	diperiksa dengan tegangan implus.
Baut Panjat	- korosip - hilang	Tidak terlalu parah dampak yang terjadi	Memantau baut panjat sebulan sekali agar jika kendor atau hilang dapat ditangani denga cepat.

Lanjutan 4.9

Item	**Modus kerusakan (gangguan)**	**Dampak kerusakan yang mungkin terjadi**	**Pencegahan**
Damper	Baut damper berkarat, longgar  Gambar 4.*7 Damper*	Dampak yang terjadi tidak terlalu parah, tetapi kabel kawat dapat menjadi longgar sehingga arus listrik tidak stabil, karena jika kabel longgar kemungkinan kabel akan putus.	Mengganti baut baru dengan kwalitas baik agar tidak cepat berkarat. Selalu melihat kondisi baut sebulan sekali agar tidak terjadi kelonggaran pada kabel listrik.
Halaman Tower	Kotor , tidak terawatt	Dampak yang terjadi tidak terlalu parah.	Setiap sebulan sekali halaman tower dibersihkan.

Lanjutan tabel 4.9

Item	Modus kerusakan (gangguan)	Dampak kerusakan yang mungkin terjadi	Pencegahan
ACD *(Anti Climbing Device)* / Penghalang Panjat	- korosi - kendor - patah  Gambar 4.8 ACD	Manusia yang tidak berkempentingan dapat memanjat tower dengan mudah.	Penghalang panjat dibuat runcing dan dibuat 10cm di setiap kaki tower.
Sumpension Calmp	- putus - korosi  Gambar 4.9 *Sumpension Clamp*	Dampak jika *sumpension clamp* putus adalah Konduktor akan jatuh	Melakukan pemeriksaan rutin agar tidak terjadi korosi dan melakukan pengcekan pada baut supaya tidak kendor dan putus.
Clevis dan Socet Clevis	Terjadi kerusakan pada baut. Baut pada clevis sering terjadi kehilangan, dan	Tidak terlalu parah dampak yang terjadi.	Selalu melihat kondisi material Clevis.

	kondi clevis sudah mulai berkarat		
Ring	- patah - rusak - berkarat - keropos	Tidak terlalu parah dampak yang terjadi.	Selalu melihat kondisi material Ring
Plat Tanda Bahaya dan Plat Tanda Fasa	- hilang - rusak - kesalahan pemasangan  Gambar 4.10 Plat Tanda Bahaya	Tidak dapat memberikan informasi yang relevan kepada manusia.	Melakukan pengcekan rutin minimal sebulan sekali.
Pin Isolator	Pin isolator yang putus dari rangkaian isolator.  Gambar 4.11 Pin Isolator	Dampak yang terjadi mengakibatkan konduktor bebas jatuh ketanah dan menyebabkan blackout partial.	Dilalukan penggantian pin isolator. Melakuan pengcekan rutin sebulan sekali.