

ANALISIS GANGGUAN SISTEM TRANSMISI LISTRIK MENGGUNAKAN METODE ROOT CAUSE ANALYSIS (RCA)

Luh Nyoman Widyastuti,
Program Studi Teknik Industri
Fakultas Teknik – Universitas Diponegoro
JL. Prof. Soedarto, SH Tembalang Semarang 50239
Email : Widyastuti9@gmail.com

ABSTRAK

Gaya hidup masyarakat saat ini sangat tergantung pada ketersediaan tenaga listrik dan PT. PLN. (PERSERO) merupakan satu-satunya penyedia energi listrik di Indonesia. Data PT. PLN (Persero) P3BS menunjukkan terjadi peningkatan kekerapan dan durasi gangguan sistem transmisi listrik milik PT. PLN (Persero) di Sumatera dengan kerugian energi yang tidak dapat disalurkan mencapai 10682.24 MWh.

Penelitian ini menggunakan metode Root Causes Analysis (RCA) untuk mencari akar penyebab gangguan sistem transmisi listrik milik PT. PLN (Persero) di Sumatera. Pemahaman terhadap akar penyebab gangguan sistem transmisi listrik akan menghasilkan rekomendasi yang tepat guna mencegah gangguan serupa terulang kembali.

Dari hasil fault tree analysis diperoleh dua puluh satu akar penyebab gangguan sistem transmisi, lima basic event paling dominan diantaranya adalah: arus gangguan lebih besar dari kemampuan alat menetralkan, konduktor mengalami korosi yang disebabkan debu polusi dan terpaan iklim, kompetensi pelaksana pemasangan alat kurang, kurangnya koordinasi dengan masyarakat sekitar, dan temuan inspeksi yang terlambat ditindaklanjuti. Rekomendasi korektif dari akar penyebab yang dominan tersebut diantaranya: Pertimbangkan untuk mengandakan jumlah TLA yang dipasang di titik rawan sambaran petir, penggantian konduktor aluminium berinti kawat baja (ACSR) dengan konduktor Aluminium Conductor Composite Core (ACCC), pendekatan dengan warga sekitar, respon yang lebih cepat terhadap hasil temuan inspeksi lapangan, dan peningkatan kompetensi pelaksana pemasangan alat.

Kata kunci : Root Cause Analysis, Transmisi Listrik, dan Fault Tree Analysis

ABSTRACT

Public lifestyle nowadays is very dependent on the availability of electrical power and PT. PLN. (PERSERO) is the sole provider of electricity in Indonesia. Data PT. PLN (Persero) P3BS showed an increase in the frequency and duration of electrical transmission systems disorders owned by PT. PLN (Persero) in Sumatra with a loss of energy can not be served reach 10682.24 MWh.

This study uses the Root Causes Analysis (RCA) to find the root cause of the electrical transmission systems disorders owned by PT. PLN (Persero) in South Sumatra. Understanding the root causes of electricity transmission system disorders will generate appropriate recommendations to prevent recurrence of similar disorders.

From the fault tree analysis results obtained twenty one root cause of the transmission system disorders, some of which are: the fault current is greater than the ability of the tool to neutralize the fault current, conductor corrosion caused by pollution and climate damage, lack competency of installation crew, lack of coordination with the surrounding community, and the field inspection findings are followed late. Some of the root causes corrective recommendations include: doubling the number of transmission lightning arresters installed at critical points of a lightning strike, replacing the Aluminum conductors reinforced with steel (ACSR) with Aluminum Conductor Composite Core (ACCC), approach to the surrounding community, a faster response of the field findings, and improving the competence of installation crew.

Keywords: Root Cause Analysis, Transmission Power, and Fault Tree Analysis

PENDAHULUAN

Kehidupan masyarakat saat ini sangat tergantung pada ketersediaan tenaga listrik untuk mendukung kelancaran berbagai macam aktivitas sehari-hari dan mendorong perkembangan sektor industri. Sementara itu pertumbuhan penduduk, kemajuan ekonomi dan perkembangan industri menyebabkan peningkatan kebutuhan tenaga listrik. Sistem penyaluran (transmisi) sebagai bagian dari sistem tenaga listrik memegang peranan penting dalam penyampaian tenaga listrik dari pusat-pusat pembangkit tenaga listrik ke gardu induk distribusi.

PT. PLN (Persero) P3B Sumatra adalah salah satu unit bisnis PT PLN (Persero) yang bertindak sebagai pengelola tenaga listrik tegangan tinggi dan tegangan ekstra tinggi di Sumatera. Sistem saluran transmisi yang dipakai oleh PT. PLN (Persero) P3B Sumatra ialah sistem saluran udara (*overhead transmission line*). Jarak tempuh yang jauh, faktor alam dan penggunaan saluran transmisi yang berada di atas tanah menyebabkan sistem transmisi yang dimiliki PT. PLN (Persero) di Sumatera rentan terhadap terjadinya gangguan.

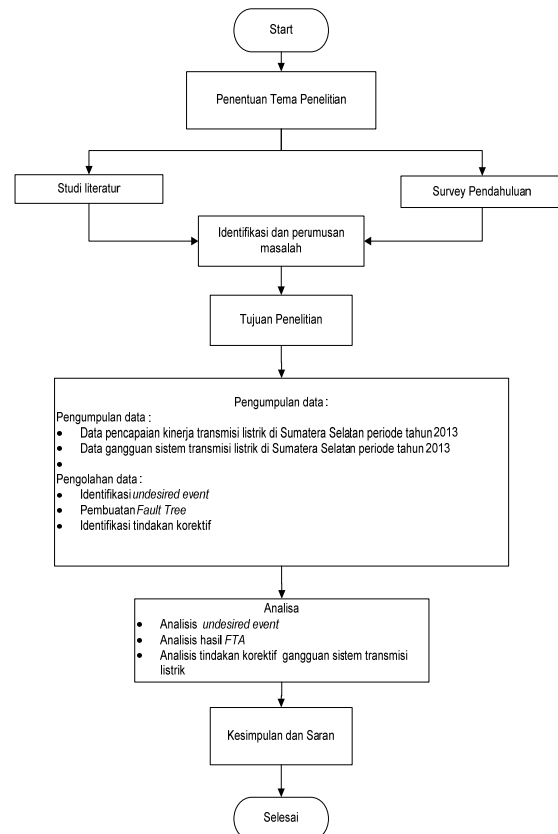
Dari data pencapaian kinerja produk PT. PLN (Persero) P3BS (2013) diketahui tingkat TLOF yang terjadi di Sumatra sepanjang tahun 2013 sebesar 1.55 kali per kilo meter sirkuit (kms), meningkat 0.04 kali/kms dari tahun sebelumnya dan nilai ini sudah melampaui batas maksimal yang ditetapkan yakni dibawah 1.30 kali/ kms untuk tahun 2013. Sementara untuk indikator *Transmission Lines Outage Duration* (TLOD) mencapai angka realisasi 2.68 jam/ kms. Meskipun masih dibawah batas maksimal 6.8 jam/kms tetapi terjadi peningkatan durasi sebesar 0.76 jam/100 kms dibandingkan tahun sebelumnya. Tingkat TROF yang terjadi di Sumatra sepanjang tahun 2013 sebesar 0.43 kali/kms, meningkat 0.12 kali/kms dari tahun sebelumnya dan mendekati batas maksimal yang sebelumnya ditetapkan yakni sebesar 0.44 kali/kms untuk tahun 2013. Sementara untuk indikator TROD mencapai angka realisasi 0.56 jam/ kms dari batas maksimal dibawah 1.5 jam/kms, dan mengalami penurunan sebesar 0.02 jam/100 kms dari tahun sebelumnya

Pengamatan secara umum terhadap pencapaian kinerja produk PT. PLN (Persero)

P3BS (2013) menunjukkan terjadi peningkatan frekuensi gangguan pada saluran transmisi dan transformator daya disertai peningkatan durasi gangguan saluran transmisi. Dengan frekuensi gangguan saluran transmisi paling banyak terjadi di subsistem Sumatera bagian selatan (SBS) meliputi Bengkulu, Lampung, dan Palembang.

Dampak gangguan yang dirasakan oleh pihak PT. PLN (Persero) di Sumatera berupa kehilangan kesempatan menjual tenaga listrik dan memburuknya citra PLN. Sementara dampak yang dirasakan oleh konsumen berupa pemadaman listrik dan resiko kerusakan peralatan elektronik. Dalam upaya mengatasi masalah tersebut maka dalam penelitian ini digunakan metode *Root Cause analysis* (RCA). Dengan penemuan akar masalah, diharapkan dapat meminimalisir terulangnya masalah yang sama dikemudian hari dan mampu memberikan rekomendasi tindakan perbaikan sehingga dapat menurunkan kejadian gangguan.

METODOLOGI



Gambar.1 Metodologi Penelitian

Konsep RCA

Menurut Rooney dan Heuvel (2004), RCA adalah proses empat langkah yang meliputi:

1. Pengumpulan data
Tanpa lengkap informasi dan pemahaman tentang kejadian tersebut, faktor-faktor penyebab dan akar penyebab yang terkait dengan kejadian tersebut tidak dapat diidentifikasi. Sebagian besar waktu yang dihabiskan dalam menganalisis suatu peristiwa akan dihabiskan dalam pengumpulan data.
2. Pembuatan diagram faktor penyebab.
Dimulai dengan *fishbone chart* yang dimodifikasi setiap kali fakta yang lebih relevan terungkap. Faktor penyebab adalah semua hal yang berkontribusi (kesalahan manusia dan kegagalan komponen) pada kejadian, yang jika dihilangkan, akan mampu mencegah terjadinya atau mengurangi keparahan. Dalam banyak analisis tradisional, semua perhatian akan dicurahkan pada faktor penyebab yang paling terlihat.
3. Identifikasi akar penyebab.
Langkah ini melibatkan penggunaan diagram keputusan untuk mengidentifikasi alasan yang mendasari atau alasan dari setiap faktor penyebab. Struktur diagram menunjukkan proses penalaran dari para peneliti dengan membantu mereka menjawab pertanyaan tentang mengapa faktor penyebab tertentu ada atau terjadi. Identifikasi akar penyebab membantu penyidik menentukan alasan mengapa peristiwa itu terjadi sehingga masalah di sekitar kejadian dapat diatasi.
4. Pencarian Rekomendasi dan implementasi.
Langkah berikutnya adalah pencarian rekomendasi. Setelah identifikasi akar penyebab untuk faktor penyebab tertentu, rekomendasi yang dapat dicapai untuk mencegah kekambuhan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengumpulan data

Gangguan yang terjadi pada sistem transmisi listrik dapat berupa gangguan trafo daya dan gangguan pada saluran transmisi (SUTT).

Tabel 1 Data gangguan sistem transmisi Sumatera Selatan tahun 2013

Bulan	Jumlah Gangguan (Kali)		Lama Gangguan (Jam)		Energi tak tersalurkan (MWh)	
	TRAF O	SUT T	TRA FO	SUT T	TRAF O	SUTT
Jan	2	4	4.2	1.87	99.5	1,664.97
Feb	3	7	6.25	33.13	127.4	2,187.90
Mrt	2	11	4.2	27.87	0.7	1,734.16
Apr	5	9	10.67	20.05	9.74	282.76
Mei	3	6	0.75	7.45	3.3	136.60
Jun	1	3	1.68	26	20.2	1,317.00
Jul	2	3	0.48	20.1	9.9	0.00
Ags	3	4	3.4	2.63	75.55	276.81
Sep	7	3	24	7.43	506.88	664.41
Okt	1	6	2.97	3.7	7.42	967.38
Nov	2	0	4.78	0	20.5	0
Des	6	6	9.52	10.58	23.48	545.68
Jumlah	37	62	72.9	160.82	904.57	9,777.67

Jenis gangguan yang menjadi *top level event* adalah gangguan pada saluran transmisi (SUTT).

Tabel 2. Faktor penyebab gangguan saluran transmisi

No	Faktor penyebab	Penyebab Gangguan	Keterangan
1	Alat	Kerusakan alat	Gangguan peralatan yang disebabkan oleh faktor teknis dimana alat tidak berfungsi. Contohnya wiring PMT yang terus mengeluarkan perintah trip, terjadi gangguan pada PT bus 70 KV, relay discrepancy rusak,
2	Material	Kualitas material buruk	Gangguan yang disebabkan oleh kondisi material, contohnya putusnya konduktor akibat kondisi konduktor yang sudah keropos sehingga proses transmisi listrik menjadi terganggu dan kemampuan isolator yang menurun.
3	Manusia	Kegiatan Manusia	Seluruh aktivitas manusia yang dapat

			menimbulkan gangguan pada jaringan transmisi Contohnya penebangan pohon oleh pihak ketiga (PTPN) tanpa koordinasi dengan pihak UPT dan secara tidak sengaja mengenai konduktor, adanya arus gangguan karena kawat pengikat balon atau layangan (terbuat dari bahan email) yang menempel pada konduktor SUTT, adanya pencurian yang menyebabkan struktur tower melemah dan roboh.
4	Lingkungan	Gangguan alam	Gangguan transmisi listrik yang disebabkan oleh gangguan alam yang sulit diprediksi yang menyebabkan gangguan temporer ataupun rusaknya peralatan transmisi. Contohnya isolator pecah, isolator flashover, maupun arching horn flash yang disebabkan oleh petir. Angin kencang yang menyebabkan ranting pohon menyentuh konduktor

Analisis *Fault tree* digunakan untuk menjabarkan penyebab gangguan jaringan transmisi listrik. Dari pengolahan data, didapatkan 21 basic event yang menyebabkan gangguan jaringan tegangan tinggi (SUTT) antara lain:

Kesalahan manusia

- 1) pemeliharaan alat kurang.
- 2) Kesalahan dalam setting impedasi. Impedansi merupakan perbandingan antara arus dan tegangan yang mengalir. Jika impedansi yang disetting salah, maka relai akan salah membandingkan dan menilai keadaan sistem.
- 3) Lemahnya pengawasan tower. Bagian bawah dari tower terdiri dari kabel besi yang bernilai jual cukup tinggi. Lemahnya pengawasan tower akan membuka peluang terjadinya tindakan pencurian.
- 4) Kompetensi pelaksana pemasangan alat kurang. Menyebabkan alat tidak dapat terpasang sempurna.
- 5) Kurangnya pengawasan pemasangan alat
- 6) Komponen yang tidak lengkap mengakibatkan alat tidak dapat berfungsi sempurna.
- 7) Temuan inspeksi yang terlambat ditindaklanjuti.

- 8) Tindakan pencurian bagian tower

Gangguan peralatan

- 1) Saklar pemutus tenaga (PMT) tidak terhubung relay. Jika PMT tidak terhubung dengan relay maka perintah yang dikirim oleh relay tidak akan sampai dan dilakukan oleh PMT. Hal ini dapat mengakibatkan kerusakan pada komponen lainnya dan meluasnya daerah yang terkena dampak gangguan.
- 2) Kesalahan Current transformer (CT) dalam membaca arus. Kesalahan CT dalam membaca arus akan menyebabkan relay salah dalam menganalisa keadaan sistem..
- 3) Kesalahan Potential transformer dalam membaca besaran tegangan. Kesalahan PT dalam membaca tegangan akan menyebabkan relay salah dalam menganalisa keadaan sistem.
- 4) Sumber tenaga (DC) putus. Dc merupakan sumber energi bagi relai. Kehilangan pasokan sumber tenaga mengakibatkan relay tidak dapat bekerja.
- 5) Kelainan alat ukur waktu

Material :

- 1) Kualitas alat yang kurang baik. Hal ini akan berakibat putusnya konduktor.

Gangguan lingkungan :

- 1) Arus gangguan lebih besar dari kemampuan alat untuk menetralkan arus gangguan. Hal ini biasanya terjadi karena faktor alam yaitu sambaran petir. Arus yang dapat dihasilkan oleh sambaran petir nilainya bisa jadi sangat besar dan sulit dihitung.
- 2) Tingginya kandungan elektrolit pada tanah. Semakin tinggi kandungan elektrolit pada tanah maka nilai pentanahannya akan semakin besar. Pentanahan yang tinggi akan mempengaruhi proses penyaluran arus gangguan ke tanah.
- 3) Kondisi tanah yang kering. Semakin kering tanah maka nilai pentanahannya akan semakin besar. Pentanahan yang tinggi akan mempengaruhi proses penyaluran arus gangguan ke tanah.
- 4) Kelembababn yang rendah. Semakin lembab tanah maka nilai pentanahannya akan semakin besar.

- 5) Ionisasi akibat tumpukan debu polusi. Debu polusi dapat merusak lapisan insulator. Terutama pada hari berangin dan hujan, akumulasi debu dapat menyebabkan terjadinya flashover.
- 6) Debu polusi dan terpaan iklim yang menyebabkan konduktor mengalami korosi dan akhirnya putus.
- 7) Kurangnya koordinasi dengan masyarakat sekitar.

Usulan Tindakan Korektif

Tahap selanjutnya adalah tahap pencarian tindakan korektif. Tindakan korektif adalah solusi sederhana yang dimaksudkan untuk mengurangi atau menghilangkan masalah yang diidentifikasi. Tindakan korektif dibuat berdasarkan akar penyebab yang ditemukan pada Fault Tree. Tindakan korektif untuk mengurangi terulangnya gangguan saluran transmisi berupa :

- 1) Pertimbangkan untuk mengandakan jumlah TLA yang dipasang di titik rawan sambaran petir.
- 2) Penggantian konduktor aluminium berinti kawat baja (ACSR) yang umumnya digunakan dalam jalur transmisi dengan konduktor Aluminium Conductor Composite Core (ACCC) yang menawarkan kelebihan pengurangan sag termal. ACCC lebih ringan dan lebih kuat dari baja, kemampuan mengurangi losses sistem sekitar 25 sampai 40 % dibandingkan dengan konduktor lain, dan membawa arus hingga dua kali lipat dibandingkan dengan konduktor All Aluminium Conductor (AAC) atau Aluminium Conductor Steel Reinforced (ACSR),
- 3) sosialisasi dengan pihak perhutani dan warga sekitar (pemilik kebun) untuk memotong pohon yang ketinggiannya mendekati ROW menara transmisi,
- 4) Respon yang lebih cepat terhadap hasil temuan inspeksi lapangan
- 5) Peningkatan kompetensi pelaksana pemasangan alat.
- 6) pemeriksaan rutin terhadap komponen
- 7) Lebih teliti saat pemasangan peralatan
- 8) Perlu ketelitian operator dalam mensetting relay.
- 9) Penambahan alat pengawas menara di titik rawan pencurian.

- 10) Penggunaan fondasi menara yang terbuat dari bahan batu. Fondasi ini lebih tahan terhadap air.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian mengenai gangguan dapat disimpulkan sebagai berikut:

- 1) Kejadian dasar yang menyebabkan gangguan saluran transmisi ada empat, yaitu: gangguan peralatan, gangguan material, gangguan manusia, dan gangguan alam.
- 2) *Basic event* penyebab gangguan saluran transmisi listrik ada dua puluh satu dengan prioritas berdasarkan kejadian yang paling dominan adalah: arus gangguan lebih besar dari kemampuan alat menetralkan, konduktor mengalami korosi yang disebabkan debu polusi dan terpaan iklim, kompetensi pelaksana pemasangan alat kurang, kurangnya koordinasi dengan masyarakat sekitar, dan temuan inspeksi yang terlambat ditindaklanjuti.
- 3) Usulan perbaikan gangguan saluran transmisi berdasarkan akar penyebab yang paling dominan adalah
 - a) Pertimbangkan untuk mengandakan jumlah TLA yang dipasang di titik rawan sambaran petir,
 - b) Penggantian konduktor aluminium berinti kawat baja (ACSR) dengan konduktor Aluminium Conductor Composite Core (ACCC),
 - c) Sosialisasi dengan pihak perhutani dan warga sekitar (pemilik kebun) untuk memotong pohon yang ketinggiannya mendekati ROW menara transmisi,
 - d) Respon yang lebih cepat terhadap hasil temuan inspeksi lapangan, dan
 - e) Peningkatan kompetensi pelaksana pemasangan alat.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian terhadap gangguan sistem transmisi listrik milik PT. PLN (Persero) saran perbaikan yang diperlukan untuk pengembangan dan penelitian lebih lanjut sebagai berikut :

1. Analisis yang dilakukan pada penelitian ini hanya pada faktor gangguan saluran udara tegangan tinggi (SUTT), untuk penelitian selanjutnya dapat dilakukan analisis pada faktor gangguan transformator (Trafo).

2. PT. PLN (Persero) diharapkan dapat menyediakan data frekuensi kegagalan komponen. Data tersebut akan berguna untuk peningkatan kualitas penelitian selanjutnya dan bermanfaat dalam perencanaan tindakan preventif terhadap gangguan sistem transmisi.

I. DAFTAR PUSTAKA

- A. Arismunandar Dr, S. Kuwara Dr, 2004. *Buku Pegangan Teknik Tegangan Listrik Jilid II*. Jakarta; PT. Pradnya Paramita.
- Agus Surasa, Heru. 2007. *Analisis Penyebab Losses Energi Listrik Akibat Gangguan Jaringan Distribusi Menggunakan Metode Fault Tree Analysis dan Failure Mode And Effect Analysis di PT. PLN (PERSERO) Unit Pelayanan Jaringan Sumberlawang*. Tugas Akhir Sarjana, Jurusan Teknik Industri. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- Andersen, B., & Fagerhaug, T. 2009. *Root Cause Analysis: Simplified Tools and Techniques*, Second Edition. Milwaukee: American Society for Quality Press.
- Blanchard, Benjamin S. 2004. *Logistics Engineering And Management sixth edition*. New Jersey; Penerbit Pearson Prentice Hall.
- Beecroft et al., 2003. *The Executive Guide to Improvement and Change*. Milwaukee: American Society for Quality Press.
- Branislav TOMIĆ & Vesna SPASOJEVIĆ BRKIĆ. 2011. *Effective Root Cause Analysis And Corrective Action Process*. Canada; Journal Of Engginering Management And Competitiveness (JEMC) Vol. 1, No. 1/2, 2011, 16-20
- Federal Aviation Administration (FAA). 2000. *System Safety Handbook: Practices and Guidelines for Conducting System Safety Engineering and Management Chapter 9: Analysis Techniques*. Federal Aviation Administration (FAA).
- Lee et al. 2010. *Root Cause Analysis Handbook: A Guide to Efficient and Effective Incident Investigation*, Third Edition. ABS Consulting.
- Performance Review Institute ed. 2006. *Root Cause Corrective Action Booklet*.

Pittsburgh PA: Performance Review Institute.

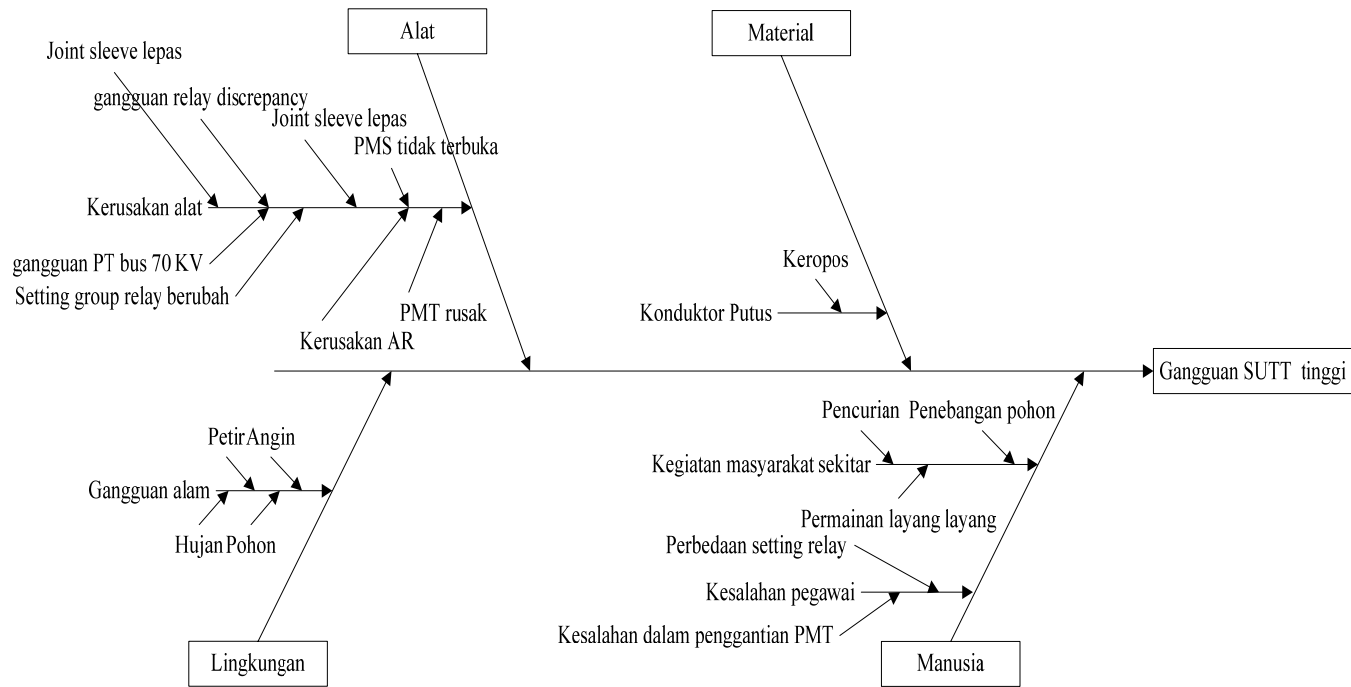
- Rooney, J., & Heuvel, N. 2004. *Root Cause Analysis For Beginners*. Quality Progress. 45-53.

http://anak-elektro.ustj.blogspot.com/2012/03/sistem-tenaga-listrik-pusat_pembangkit.html
diakses 14 february 2014

<http://www.pln.co.id/p3bjawabali> diakses 18 february 2014

Appendix 1

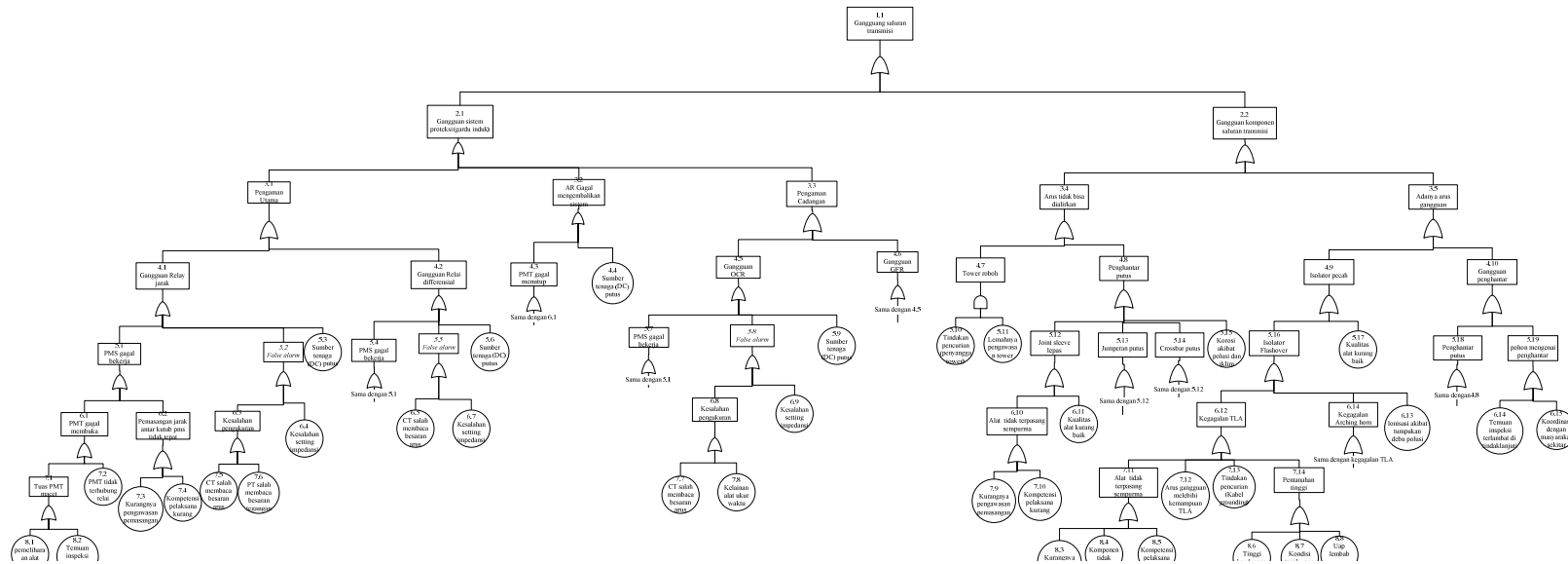
Fishbone diagram



Gambar 2. Fishbone diagram gangguan SUTT

Appendix 2

Fault tree



Gambar 3. Pohon Kesalahan (Fault Tree)