

ANALISIS PENYEBAB GANGGUAN JARINGAN PADA DISTRIBUSI LISTRIK MENGUNAKAN METODE *FAULT TREE ANALYSIS* DI PT. PLN (PERSERO) RAYON DAYA MAKASSAR

Rizal A. Duyo

Program Studi Teknik elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar

ABSTRAK

Jaringan distribusi merupakan bagian jaringan listrik yang paling dekat dengan masyarakat, jaringan distribusi dikelompokkan menjadi dua yaitu: jaringan distribusi primer dan sekunder. Tegangan distribusi primer yang dipakai oleh pln adalah 20 kv, 12 kv dan 6 kv. Tegangan distribusi primer yang cenderung dikembangkan oleh pln adalah 20 kv. Penelitian ini bertujuan Untuk menentukan penyebab utama gangguan pada jaringan distribusi listrik pada Rayon Daya Makassar menggunakan FTA (*Fault Tree Analisis*). Hasil dari penelitian ini dapat dilihat dari adanya selisih yang cukup besar antara energi listrik yang dikirimkan dari gardu induk dengan energi listrik yang didapatkan dari konsumsi pelanggan. Penyebab dari gangguan tersebut adalah: Komponen JTM (I1) sebanyak 55 gangguan (12,5%), peralatan JTM (I2) sebanyak 30 gangguan (6,7%), gangguan Trafo (I3) sebanyak 8 gangguan (1,8%), gangguan alam (I4) sebanyak 1 gangguan (0,2%), gangguan eksternal (E1) sebanyak 15 gangguan (3%), bencana alam (E2) sebanyak 61 gangguan (13,7%), pekerjaan pihak lain/binatang (E3) sebanyak 15 gangguan (0,33%), layang-layang, umbul-umbul atau karena kesalahan instalasi jaringan distribusi listrik (E4) sebanyak 258 gangguan (58,2%). Setelah melakukan penelitian terhadap penyebab gangguan jaringan distribusi listrik di UPJ Rayon Daya Makassar dan dianalisis menggunakan *Fault Tree Analysis* (FTA) diketahui bahwa yang menjadi penyebab utama gangguan adalah gangguan manusia, berupa bermain layang-layang, umbul-umbul, dan penggalian saluran PDAM. Hal ini terlihat bahwa selama bulan Mei 2016 sampai Januari 2017 tercatat sebanyak 308 gangguan.

Kata kunci : Penyebab Gangguan, Jaringan Distribusi, Pohon Kesalahan,

ABSTRACT

Distribution network is part of power network closest to society, distribution network is grouped into two namely: primary and secondary distribution network. The primary distribution voltage used by pln is 20 kv, 12 kv and 6 kv. The primary distribution voltage which tends to be developed by pln is 20 kv. This study aims To determine the main cause of disturbance in power distribution network at Rayon Daya Makassar using FTA (*Fault Tree Analisis*). The results of this study can be seen from the considerable difference between the electrical energy delivered from the substation with the electrical energy generated from customer consumption. The cause of the interference is: JTM component (I1) of 55 disruptions (12.5%), JTM equipment (I2) of 30 disruptions (6.7%), disturbances Transformer (I3) as many as 8 interruptions (1.8%) , natural disturbance (I4) as much as 1 interference (0.2%), external disturbance (E1) counted 15 disturbance (3%), natural disaster (E2) counted 61 disturbance (13.7%), work of other party / E3 as many as 15 disruptions (0.33%), kites, banners or due to faulty electrical distribution network installation (E4) as many as 258 interruptions (58.2%). After conducting research on the causes of disruption of power distribution network at UPJ Rayon Daya Makassar and analyzed using *Fault Tree Analyzes* (FTA) it is known that the main cause of disturbance is human disturbance, in the form of playing kites, banners, and excavation of PDAM channel. It can be seen that during May 2016 until January 2017 there were 308 disruptions.

Keywords: *Causes of Interference, Distribution Network, Fault Tree*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Listrik merupakan salah satu komoditi strategis dalam perekonomian Indonesia, karena selain digunakan secara luas oleh masyarakat terutama untuk keperluan penerangan, listrik juga merupakan salah satu sumber energi utama bagi sektor industri. Di dalam penyediaan tenaga listrik, dapat dibedakan secara jelas tiga proses penyampaian tenaga listrik, yaitu pembangkitan, transmisi, dan distribusi yang dapat dianggap sebagai produksi atau pembuatan, pengangkutan, dan penjualan eceran tenaga listrik. Pembangkitan atau produksi tenaga listrik, dilakukan dalam pusat-pusat tenaga listrik dengan menggunakan generator-generator. Transmisi atau penghantaran adalah memindahkan tenaga listrik dari pusat-pusat tenaga listrik secara besar-besaran ke tempat-tempat tertentu yang dinamakan gardu-gardu induk. Dari gardu-gardu induk ini, tenaga listrik di distribusikan ke gardu - gardu distribusi, kemudian ke para pemakai atau konsumen. Perusahaan Listrik Negara (PLN) adalah perusahaan yang bergerak pada bidang ketenagalistrikan. PLN membentuk unit-unit cabang pendistribusian sampai ke pelosok-pelosok desa, agar semua lapisan masyarakat dapat

menikmati tenaga listrik, yang dinamakan Unit Pelayanan Jaringan (UPJ). Secara manajerial, Unit pelayanan jaringan berada dibawah manajemen Area Pelayanan Jaringan (APJ), yang mencakup wilayah tertentu. Pendistribusian listrik di UPJ Rayon Daya Makassar sering mengalami masalah gangguan jaringan distribusi energi listrik, gangguan jaringan distribusi disini diartikan sebagai adanya energi yang hilang baik secara teknis maupun non teknis. Hal ini dapat dilihat dari adanya selisih yang cukup besar antara energi listrik yang dikirimkan dari gardu induk dengan energi listrik yang didapatkan dari konsumsi pelanggan. Persentase standar yang ditetapkan oleh pihak UPJ Rayon Daya Makassar tentang besarnya gangguan jaringan distribusi adalah 7% dari total energi listrik yang dikirimkan dari gardu induk.

Faktor yang diduga sebagai penyebab gangguan jaringan distribusi antara lain disebabkan oleh sentuhan pohon dan untuk daerah di luar kota selain gangguan sentuhan pohon juga sering terjadi gangguan karena petir. Energi listrik yang dikirimkan dari gardu induk tidak akan sampai ke pelanggan karena dalam pendistribusiannya terjadi kerusakan jaringan, sehingga daya listrik tersebut akan berubah menjadi energi panas. Selain hilangnya energi listrik, kerusakan jaringan distribusi juga dapat menyebabkan

pemadaman listrik. Jika terjadi pemadaman listrik, maka potensi pendapatan listrik akan berkurang karena konsumsi listrik oleh pelanggan tidak ada.

Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah diatas, maka perumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

- 1) Apakah penyebab utama gangguan jaringan pada distribusi listrik Rayon Daya Makassar ?
- 2) Bagaimana menentukan penyebab utama gangguan jaringan pada distribusi listrik menggunakan metode FTA (Fault Tree Analysis) sehingga diperoleh suatu usulan perbaikan untuk menekan tingginya gangguan dan meningkatkan mutu pelayanan distribusi listrik?

Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini, yaitu:

- 1) Untuk menentukan penyebab utama gangguan pada jaringan distribusi listrik pada rayon daya makassar.
- 2) Untuk menentukan penyebab utama gangguan jaringan pada distribusi listrik menggunakan metode FTA (*Fault Tree Analysis*).

Manfaat Penelitian

Batasan masalah yang digunakan dalam penelitian ini, sebagai berikut:

Data gangguan jaringan yang dipakai berdasarkan data laporan gangguan jaringan pada distribusi listrik mulai bulan Mei 2016 sampai dengan bulan Januari.

LANDASAN TEORI

Gangguan Jaringan

Jaringan distribusi merupakan bagian dari sistem tenaga listrik yang paling dekat dengan pelanggan/ konsumen. Ditinjau dari volume fisiknya jaringan distribusi pada umumnya lebih panjang dibandingkan dengan jaringan transmisi dan jumlah gangguannya (sekian kali per 100 km pertahun) juga paling tinggi dibandingkan jumlah gangguan pada saluran-saluran transmisi. Jaringan distribusi seperti diketahui terdiri dari jaringan distribusi tegangan menengah (JTM) dan jaringan distribusi tegangan rendah (JTR). Jaringan distribusi tegangan menengah mempunyai tegangan antara 3 kV sampai 20 kV. Pada saat ini PLN hanya mengembangkan jaringan distribusi tegangan menengah 20 kV. Jaringan distribusi tegangan menengah sebagian besar berupa saluran udara tegangan menengah dan kabel tanah. Pada saat ini gangguan pada saluran udara tegangan menengah ada yang mencapai angka 100 kali per 100 km per tahun. Sebagian besar gangguan pada saluran udara tegangan menengah tidak disebabkan oleh petir melainkan oleh sentuhan pohon, apalagi saluran udara tegangan menengah

banyak berada di dalam kota yang memiliki bangunan-bangunan tinggi dan pohon-pohon yang lebih tinggi dari tiang saluran udara tegangan menengah. Hal ini menyebabkan saluran udara tegangan menengah yang ada di dalam kota banyak terlindung terhadap sambaran petir tetapi banyak diganggu oleh sentuhan pohon. Hanya untuk daerah di luar kota selain gangguan sentuhan pohon juga sering terjadi gangguan karena petir. Gangguan karena petir maupun karena sentuhan pohon ini sifatnya temporer (Sementara), oleh karena itu penggunaan penutup balik otomatis (*Recloser*) akan mengurangi waktu pemutusan penyediaan daya (*Supply Interrupting Time*).

Jenis-Jenis Gangguan Pada Sistem Distribusi

1) Gangguan Hubung Singka

Gangguan hubung singkat dapat terjadi antar fase (3 fase atau 2 fase) atau 1 fase ketanah dan sifatnya bisa temporer atau permanen. Gangguan permanen, Hubung singkat pada kabel, belitan trafo, generator, (tembusnya isolasi). Gangguan temporer *Flash Over* karena sambaran petir, *Flash Over* dengan pohon, tertiuip angin.

2) Gangguan Beban Lebih

Gangguan beban lebih terjadi karena pembebanan sistem distribusi yang melebihi

kapasitas sistem terpasang. Gangguan ini sebenarnya bukan gangguan murni, tetapi bila dibiarkan terus-menerus berlangsung dapat merusak peralatan.

3) Gangguan Tegangan Lebih

Gangguan tegangan lebih termasuk gangguan yang sering terjadi pada saluran distribusi.

Penyebab Gangguan

1) Gangguan Internal (dari dalam):

yaitu gangguan yang disebabkan oleh sistem itu sendiri. Misalnya gangguan hubung singkat, kerusakan pada alat, switching kegagalan isolasi, kerusakan pada pembangkit dan lain - lain.

2) Gangguan External (dari luar)

yaitu gangguan yang disebabkan oleh alam atau diluar sistem. Misalnya terputusnya saluran/kabel karena angin, badai, petir, pepohonan, layang - layang dan sebagainya.

3) Gangguan Karena Faktor Manusia

yaitu gangguan yang disebabkan oleh kecerobohan atau kelalaian operator, ketidak telitian, tidak mengindahkan peraturan pengamanan diri, dan lain-lain.

Akibat Gangguan

1) Beban Lebih

Pada saat terjadi gangguan maka sistem akan mengalami keadaan kelebihan beban karena arus gangguan yang masuk ke sistem dan mengakibatkan sistem menjaditidak normal, jika dibiarkan

berlangsung dapat membahayakan peralatan sistem.

2) Hubung Singkat

Pada saat hubung singkat akan menyebabkan gangguan yang bersifat temporer maupun yang bersifat permanen. Gangguan permanen dapat terjadi pada hubung singkat 3 fasa, 2 fasa ketanah, hubung singkat antar fasa maupun hubung singkat 1 fasa ketanah. Sedangkan pada gangguan temporer terjadi karena *flash over* antar penghantar dan tanah, antara penghantar dan tiang, antara penghantar dan kawat tanah dan lain - lain.

3) Tegangan Lebih

Tegangan lebih dengan frekuensi daya, yaitu peristiwa kehilangan atau penurunan beban karena *switching*, gangguan AVR, *over speed* karena kehilangan beban. Selain itu tegangan lebih juga terjadi akibat tegangan lebih *transient* surja petir dan surja hubung / *switching*.

4) Hilangnya Sumber Tenaga

Hilangnya pembangkit biasanya diakibatkan oleh gangguan di unit pembangkit, gangguan hubung singkat jaringan sehingga rele dan MCB (Miniature Circuit Breaker) bekerja dan jaringan terputus dari pembangkit.

Konsep FTA (*Fault Tree Analysis*)

Salah satu *tools* yang digunakan untuk menelusuri kerusakan adalah *Fault Tree Analysis* (FTA). FTA lebih menekankan pada “*Top – Down Approach*”, karena analisa ini barawal dari sistem *top level* dan meneruskannya ke bawah. Metode-metode analisis sistem Digunakan untuk menganalisis adanya kesalahan dalam suatu sistem. Analisis sistem dapat dilakukan secara sederhana maupun secara kompleks, akan tetapi secara umum analisis sistem akan melibatkan dua kategori pertanyaan, sebagai berikut:

1) Pertanyaan Yang Berkaitan Dengan Sebab.

Sebab adalah suatu kondisi yang akan mengakibatkan munculnya kejadian lain dalam sistem. Sebab merupakan kejadian awal yang harus di analisis dengan baik untuk mencegah munculnya kejadian-kejadian berikutnya yang tidak diinginkan. Adapun contoh pertanyaan yang berkaitan dengan sebab misalnya apa penyebab kereta api bisa bertabrakan.

2) Pertanyaan Yang Berkaitan Dengan Akibat.

Akibat adalah suatu kondisi yang akan muncul di dalam sistem karena adanya sebab. Analisis kemudian dilakukan untuk mengetahui akibat apa yang muncul jika

suatu kondisi awal (sebab) terjadi. Adapun contoh pertanyaan berkaitan dengan sebab misalnya apa yang akan terjadi jika sopir pada saat mengemudi dalam kondisi mabuk, sedangkan minimal *Cut Set* yaitu set minimal yang dapat menyebabkan kegagalan pada sistem. FTA menggunakan langkah-langkah terstruktur dalam melakukan analisis pada sistem. Adapun langkah-langkah FTA, yaitu:

1) Mengidentifikasi Kejadian/Peristiwa Terpenting dalam sistem (*Top Level Event*)

Langkah pertama dalam FTA ini merupakan langkah penting karena akan mempengaruhi hasil analisis sistem. Pada tahap ini, dibutuhkan pemahaman tentang sistem dan pengetahuan tentang jenis-jenis kerusakan (*Undesired Event*) untuk mengidentifikasi akar permasalahan sistem. Pemahaman tentang sistem dilakukan dengan mempelajari semua informasi tentang sistem dan ruang lingkungannya.

2) Membuat Pohon Kesalahan.

Setelah permasalahan terpenting teridentifikasi, langkah berikutnya adalah menyusun urutan sebab akibat pohon kesalahan. Pada tahap ini, *Cause And Effect* diagram (Ishikawa) dapat digunakan untuk menganalisis kesalahan dan mengeksplorasi keberadaan kerusakan

kerusakan yang tersembunyi yang dapat menyebabkan terjadinya gangguan

3) Menganalisis Pohon Kesalahan.

Analisis pohon kesalahan diperlukan untuk memperoleh informasi yang jelas dari suatu sistem dan perbaikan-perbaikan apa yang harus dilakukan pada sistem.

METODE PENELITIAN

Pengumpulan Data

1) Metode literatur

Yaitu suatu teknik pengumpulan data dengan jalan membaca dan menelusuri literatur yang berkaitan dengan permasalahan. Seperti buku-buku, beberapa jurnal karya ilmiah maupun situs-situs internet.

2) Metode Observasi

Yaitu suatu teknik pengumpulan data gangguan jaringan distribusi listrik, dengan melakukan pengamatan langsung terhadap gangguan jaringan pada distribusi listrik.

3) Metode Diskusi

Yaitu teknik pengambilan data dengan cara melakukan interview atau wawancara langsung dengan ahli bidang kelistrikan.

Pengolahan Data

Pengolahan data yang dilakukan dalam penelitian tugas akhir ini adalah FTA (*Fault Tree Analysis*), Tahap FTA digunakan untuk mengetahui kejadian atau kombinasi kejadian dasar penyebab kerusakan jaringan distribusi. Pada tahap ini akan di analisis lebih lanjut

mengenai akar penyebab masalah yang paling berpengaruh terhadap gangguan jaringan pada distribusi listrik menggunakan FTA (*Fault Tree Analysis*). FTA menggunakan analisis deduktif untuk mencari hubungan sebab dan akibat dari suatu kejadian dalam sistem kemudian secara sistematis akan melibatkan semua kemungkinan kejadian (*Event*) dan kesalahan yang dapat menyebabkan munculnya kerusakan (*Undesired Event*). Adapun tahap-tahap FTA yaitu:

- 1) Identifikasi *Undesired Event* (kesalahan) dalam sistem.

Identifikasi ini dilakukan untuk mengetahui permasalahan yang terjadi dalam sistem distribusi energi listrik yang kemudian dapat dijadikan sebagai *top level event*. *Input* dari tahap ini adalah kejadian-kejadian yang tidak diinginkan dalam sistem distribusi listrik, kemudian dari kejadian-kejadian tersebut akan dipilih satu *Undesired Event*.

- 2) Pembuatan *Fault Tree* (Pohon Kesalahan).

Diagram pohon kesalahan disusun dengan menggunakan simbol boolean yang terdiri atas simbol kejadian dan simbol hubungan antar kejadian yang dapat menyebabkan terjadinya gangguan. Diagram pohon kesalahan akan menunjukkan semua urutan

sebab dan akibat suatu kejadian yang menimbulkan gangguan.

- 3) Penentuan Minimal *Cut Set* (akar permasalahan).

Penentuan minimal *Cut Set* dilakukan setelah menyusun penyebab kerusakan pada level-level kejadian, kemudian dari level-level tersebut dapat ditentukan level paling dasar yang merupakan output dari minimal *Cut Set* yang berupa kejadian atau kombinasi kejadian yang menjadi akar permasalahan dengan menjabarkan seluruh kejadian yang terjadi kemudian melakukan penyederhanaan perulangan kejadian dasar yang sama menjadi satu kejadian dasar.

Hasil Penelitian Dan Pembahasan

Tahap ini adalah tahap pengumpulan dan pengolahan data. Data yang dikumpulkan berasal dari data laporan PLN tiap bulan, sedangkan pengolahan data yang dilakukan, yaitu dengan tahap FTA. *Software* yang dipakai dalam pengolahan data adalah *Software Microsoft Excell*

Tabel 1 Data Gangguan Jaringan Permanen pada Distribusi Listrik

BULAN	GANGGUAN									
	PERMANEN									
	INTERN					EKSTERNAL				
	I-1	I-2	I-3	I-4	JML	E-1	E-2	E-3	E-4	JML
Mei 2016	1	3	-	-	4	-	-	1	3	4
Juni 2016	1	-	1	-	2	-	-	1	3	4
Juli 2016	1	-	-	-	1	-	-	2	-	2
Agustus 2016	6	3	-	-	9	-	1	-	1	2
September 2016	2	-	1	-	3	-	-	-	-	3
Oktober 2016	-	-	-	-	-	-	1	2	4	7
November 2016	-	1	-	-	1	2	-	-	2	4
Desember 2016	1	3	-	-	4	1	9	-	4	14
Januari 2017	9	7	-	-	16	2	27	3	8	40
Jumlah	21	17	2	-	40	5	38	9	24	80

Keterangan:

I-1: Komponen JTM.

I-2: Peralatan JTM.

I-3: Trafo Dan Lainnya.

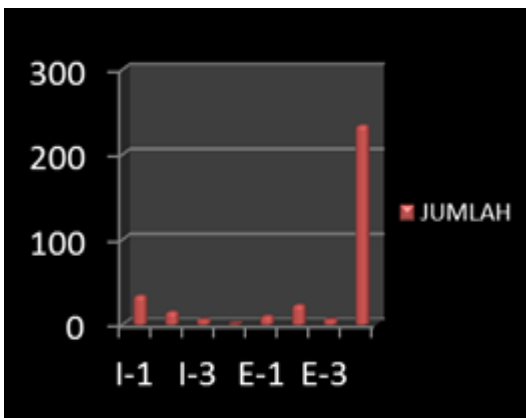
I-4: Tiang.

E-1: Pohon.

E-2: Bencana Alam.

E-3: Pekerjaan Pihak lain/Binatang.

E-4: Layang-2 / Umbul-2, Dll.



Gambar 1. Data gangguan temporer (internal dan eksternal)

Table 2. Data gangguan jaringan Temporer pada distribusi listrik

BULAN	GANGGUAN TEMPORER									
	INTERNAL					EKSTERNAL				
	I1	I2	I3	I4	JML	E1	E2	E3	E4	JML
Mei 2016	2	-	4	-	6	-	-	1	44	45
Juni 2016	4	-	-	-	4	-	-	-	35	35
Juli 2016	1	-	-	-	1	-	-	2	26	28
Agustus 2016	5	3	-	-	8	-	-	-	23	23
September 2016	7	3	-	-	10	1	-	-	23	24
Oktober 2016	2	1	-	1	4	4	6	1	33	44
November 2016	5	4	1	-	10	2	2	1	30	35
Desember 2016	5	2	1	-	8	2	8	1	35	46
Januari 2017	3	2	-	-	5	1	7	-	20	28
Jumlah	34	15	6	1	56	10	23	6	234	308

Keterangan:

I-1: Komponen JTM.

I-2: Peralatan JTM.

I-3: Trafo Dan Lainnya.

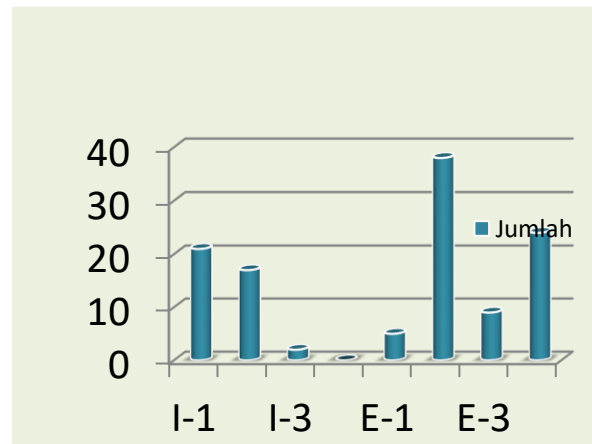
I-4: Tiang.

E-1: Pohon.

E-2: Bencana Alam.

E-3: Pekerjaan Pihak lain/Binatang.

E-4: Layang-2 / Umbul-2, Dll.



Gambar 2. Data gangguan permanen (internal dan eksternal)

Pada tabel 1 dapat diketahui bahwa rata-rata gangguan jaringan yang terjadi secara permanen dalam internal unit pelayanan rayon daya makassar disebabkan oleh komponen JTM yakni sebanyak 21 gangguan sejak mei 2016 sampai Januari 2017. Sedangkan rata-rata gangguan jaringan yang terjadi secara permanen dari eksternal Unit Pelayanan Rayon Daya Makasar disebabkan oleh bencana alam yakni sebanyak 38 gangguan.

Dari tabel 2 menunjukkan bahwa gangguan jaringan temporer dari segi interennya rata-

rata disebabkan oleh komponen JTM yakni sebanyak 34 gangguan yang terjadi sejak bulan Mei 2016 sampai Januari 2017. Terlihat pula bahwa gangguan yang terjadi secara temporer dilihat dari segi eksternal paling banyak disebabkan oleh layang-layang, umbul-umbul dan lain-lain yakni terjadi sebanyak 234 gangguan.

Berdasarkan table 1 dan 2, maka diperoleh data bahwa gangguan jaringan yang paling banyak terjadi sejak bulan Mei 2016 sampai Januari 2017 yaitu pada gangguan temporer khususnya dari segi eksternal sebanyak 308 gangguan.

Pengolahan Data

Pengolahan data yang dilakukan menggunakan metode FTA (*Fault Tree Analysis*). Metode FTA digunakan untuk mengetahui kejadian dasar atau kombinasi kejadian dasar yang menyebabkan gangguan jaringan distribusi listrik.

Berikut langkah-langkah yang digunakan dalam FTA, seperti dijelaskan dibawah ini:

- 1) Identifikasi *Undisired Event* (kesalahan) dalam sistem.

Tahap identifikasi kesalahan dalam sistem dimulai dengan mengetahui kondisi awal sistem jaringan distribusi listrik. Sistem jaringan distribusi listrik dimulai dari gardu induk yang merupakan pusat beban untuk suatu daerah pelanggan tertentu,

dimana bebannya berubah-ubah sepanjang waktu. Setelah dari gardu induk, kemudian arus listrik masuk ke jaringan tegangan menengah dengan terlebih dahulu diturunkan tegangannya menggunakan transformator distribusi, kemudian masuk ke jaringan tegangan rendah dan akhirnya sampai ke pelanggan.

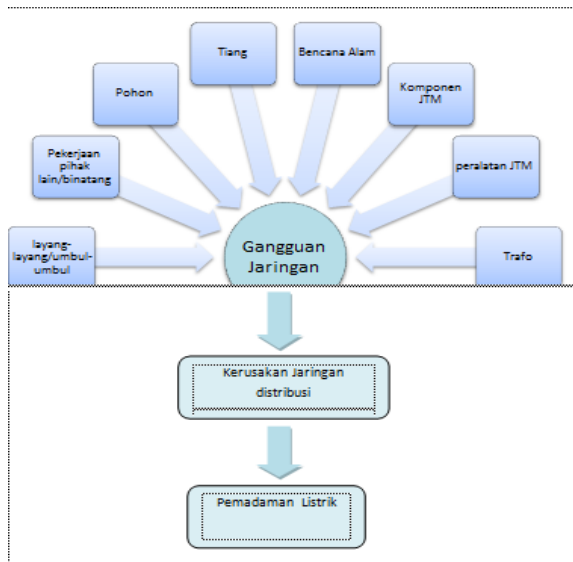
Pembuatan *Fault Tree* (pohon kesalahan)

Diagram kesalahan disusun berdasarkan letak gangguan dalam sistem jaringan distribusi dengan menggambarkan komponen-komponen yang ada dalam sistem jaringan distribusi yang berupa: gardu induk, jaringan tegangan menengah, transformator distribusi, dan jaringan tegangan rendah. Langkah-langkah penyusunan diagram kesalahan sebagai berikut:

- 1) Identifikasi letak gangguan sistem jaringan distribusi listrik.

langkah awal dalam penyusunan diagram kesalahan adalah identifikasi letak gangguan pada sistem jaringan distribusi dengan melibatkan semua komponen dalam sistem distribusi listrik, dimulai dari gardu induk sampai ke jaringan tegangan rendah untuk mencari kemungkinan penyebab permasalahan, secara umum, penyebab kerusakan jaringan distribusi listrik disebabkan karena kerusakan peralatan yang dipakai dalam menyalurkan distribusi

listrik, sedangkan kerusakan peralatan distribusi dapat disebabkan karena gangguan alam, gangguan binatang, gangguan manusia, gangguan material yang dipakai, atau kesalahan instalasi jaringan distribusi. Hubungan tersebut dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 3. Penyebab terjadinya gangguan

2) Menggambar Pohon Kesalahan Berdasarkan Identifikasi Sistem Jaringan Distribusi.

Gambar pohon kesalahan dibuat setelah mengidentifikasi semua kerusakan yang terjadi pada sistem jaringan distribusi listrik. Pembuatan pohon kesalahan (*fault tree*) dilakukan dengan menggunakan simbol-simbol Boolean. Standarisasi simbol-simbol tersebut diperlukan untuk komunikasi dan konsistensi pohon

kesalahan (*Fault Tree*). Logika yang dipakai dalam gambar pohon kesalahan adalah logika “OR”, menggambarkan satu kondisi *Input* dapat menyebabkan kondisi *Output* muncul. Jadi *Output* dapat muncul jika salah satu, beberapa atau semua kondisi *Input* terjadi. Berikut gambar pohon kesalahan yang dapat dilihat pada gambar 4.3 dibawah ini.

Penentuan Minimal Cut Set.

Minimal *Cut Set* merupakan kumpulan dari basic event atau kombinasinya. Jika event terjadi secara bersama-sama maka secara pasti Top Level Event akan terjadi. Penentuan minimal Cut Set didasarkan pada gambar pohon kesalahan. Berikut penjabaran seluruh kejadian yang terjadi berdasarkan pohon kesalahan, yaitu:

Top level event

$$T = 1$$

$$T = 2$$

$$T = 3 + 4 + (12 + 13 + 14 + 15) + 5 + 6 + 7 + 8 + 9 + 10 + 11$$

setelah semua kejadian dijabarkan, maka didapatkan minimal cut set sebagai berikut:

$$3 + 4 + 5 + 6 + 7 + 8 + 9 + 10 + 11$$

keterangan:

- 1) kerusakan tiang (kode 3).
- 2) kerusakan kabel (kode 4).
- 3) kerusakan isolator (kode 5).
- 4) Gangguan pelebur (kode 6).
- 5) Gangguan penangkal petir (kode 7).
- 6) Kerusakan jumper (kode 8).

- 7) kerusakan relay (kode 9).
- 8) kerusakan konektor (kode 10).
- 9) kerusakan pemutus saklar (kode 11).
- 10) Kerusakan arrester (kode 12)

PENUTUP

Kesimpulan

- 1) Dari data yang telah diperoleh, gangguan jaringan distribusi listrik pada UPT Rayon Daya Makassar tercatat ada 443 gangguan jaringan yang terjadi baik gangguan permanen maupun temporer.
- 2) Penyebab utama dari gangguan jaringan distribusi tegangan menengah adalah : kerusakan pada trafo, robohnya tiang, factor manusia dan kerusakan peralatan tegangan menengah.

Saran

- 1) Analisis yang dilakukan pada penelitian ini hanya pada faktor kerusakan jaringan distribusi, untuk selanjutnya dapat dilakukan analisis mengenai penyebab gangguan jaringan distribusi.
- 2) Dibutuhkan studi yang lebih lanjut demi kesempurnaan isi penulisan ini, khususnya dalam upaya peningkatan pelayanan tenaga listrik kepada masyarakat dimasa sekarang dan masa yang akan datang.

DAFTAR PUSTAKA

A.SPabla dan Hadi Abdul, Ir.1986. *Sistem Distribusi Daya Listrik*. Jakarta:

Erlangga.

Arsip dan Dokumentasi PT. PLN (Persero) Wilayah SULSELTRABAR Area Makassar Rayon Makassar Timur B.M. Weedy,"*Sistem Tenaga Listrik*",

3rd Edition, Aksara Persada Indonesia, Southanmton, 1978.

Arismunandar,A,(1979), Teknik Tenaga Listrik, Jilid II Cetakan kelima, penerbit PT. Pradnya Paramita, Jakarta.

Anonym. 2017. Jaringan Distribusi Listrik. <http://www.duniapembangkitlistrik.blogspot.com/>. Jaringan-distribusi-listrik Diakses pada tanggal 6 September2017

Blancard. 2004. Simbol gerbang logika dasar.

Duda, H.W.,” *Cement Data Book*”, International Process Engineering in TheCement Industry, 2nd Edition, Bonverlag Gmbh Weis Baden and Berun, Mc Donald and Even London, 1973.

HarSuhardi, bandung t, Teknik Distribusi Tenaga Listrik jilid I, drektorat pembinaan sekolah menengah kejuruan. Depdiknas, 2008.

Marsudi, Djiteng.(2006). Operasi Sistem Tenaga Listrik, ITB : Bandung. Pabla, AS, (1994), Sistem Distribusi Daya Listrik, Penerbit Erlangga, Jakarta.

Pabla, A.S., Abdul hadi. Ir, 1991, Sistem Distribusi Daya Listrik, Jakarta, cetakan kedua, penerbit erlangga.

Stevenson, William D, (1990), Analisis Sistem Tenaga Listrik, Edisi Keempat, Penerbit Erlangga, Jakarta.

Weedy, B.M, 1978 Sistem Tenaga Listrik,
edisi ketiga, penerbit aksara persada
Indonesia

W. Anonym. 2017. Jaringan Distribusi Listrik.