

Evaluasi Gangguan Jaringan Telepon Menggunakan Metode FTA dan FMEA

Andung Jati Nugroho^{1*}

Abstract. Evaluation the disruptions of telephone network uses a method fault tree analysis (FTA) and failure mode and effect analysis (FMEA). By using FTA, the fault events are identified, which contribute causing top level event of jarlokaf isolation, jarlokaf isolation, and devices can't function jarlokar. The results of FTA are 8 basic events for jarlokaf isolation, 7 basic events for jarlokaf isolation, and 6 basic events for jarlokar devices can't function, that is smallest events. These basic events are analyzed by FMEA it based on value of the risk priority number by knowing severity from failure effect scale, occurrence from causes scale, and detection from control scale. The result FMEA is priorities problem solving in the following order: the drop wire 1x2 broken, the short circuit of housing wire, the short circuit of distribution point, the trans radio broken, the telephone instrument damaged, the primary wire broken, and the secondary wire broken.

Keywords: basic event, fault tree analysis, failure mode and effect analysis, jarlokaf, jarlokaf, risk priority number

Abstrak. Evaluasi gangguan jaringan telepon ini menggunakan kombinasi fault tree analysis (FTA) dan failure mode and effect analysis (FMEA). Dengan FTA, diidentifikasi fault events yang berkontribusi menyebabkan terjadinya top level event gangguan isolasi jarlokaf, gangguan isolasi jarlokaf, dan gangguan alat tidak berfungsi jarlokar. Hasil dari FTA berupa; 8 basic events gangguan isolasi jarlokaf, 7 basic events gangguan isolasi jarlokaf, dan 6 basic events gangguan alat tidak berfungsi jarlokar yang merupakan events terendah. Basic events tersebut kemudian dianalisis menggunakan FMEA yang didasarkan pada nilai risk priority number dengan mengetahui skala severity dari failure effect, skala occurrence dari causes, dan skala detection dari control. Hasil dari FMEA berupa prioritas penyelesaian permasalahan dengan urutan sebagai berikut: drop wire 1x2 putus, rumah kabel korslet, distribution point korslet, trans radio rusak, pesawat telepon rusak, kabel primer putus, dan kabel sekunder putus.

Kata Kunci: basic event, fault tree analysis, failure mode and effect analysis, jarlokaf, jarlokaf, risk priority number

I. PENDAHULUAN

Di PT. XY dalam sebulan total terjadi 3.528 gangguan dalam satu divisi regional yang mencakup dua belas kabupaten. Gangguan adalah segala sesuatu yang mengakibatkan berubahnya suatu kondisi

tidak stabil atau cacat sehingga tidak berjalan dengan baik.

Fault tree analysis (FTA) adalah metode analisis deduktif dengan menggambarkan grafik enumerasi dan analisis bagaimana suatu kerusakan bisa terjadi dan berapa peluang terjadinya kerusakan (Blanchard, 2004). FTA lebih difokuskan pada kerusakan yang memiliki tingkat kepentingan pada level paling tinggi (*undesired top level event*). FTA menunjukkan hubungan logika (*logical connections*) antara kerusakan dengan kesalahan-kesalahan yang terjadi pada sistem dengan menggunakan simbol *Boolean*.

Failure mode and effect analysis (FMEA) merupakan metode analisis induktif untuk

¹ Prodi Teknik Industri, Universitas Teknologi Yogyakarta, Jl. Siliwangi Ringroad Utara, Jombor, Mlati, Sleman, Yogyakarta 55285.

* email: andung.nugroho@staff.uty.ac.id

mengidentifikasi kerusakan produk dan atau proses yang paling potensial dengan mendeteksi peluang, penyebabnya, efek, dan prioritas perbaikan berdasarkan tingkat kepentingan kerusakan (Blanchard, 2004). Analisis induktif merupakan analisis yang dimulai dari penyebab-penyebab kerusakan dan bagaimana kerusakan bisa terjadi. Metode FMEA akan mendefinisikan segala sesuatu yang rusak dan mengapa kerusakan bisa terjadi (*failure modes*) serta mengetahui efek dari setiap kerusakan pada sistem (*failure effect*). Sedangkan menurut Stamatis (1995), FMEA adalah sebuah cara teknis yang digunakan untuk mendefinisikan, mengidentifikasi, dan menghilangkan potensial kegagalan, masalah, kesalahan dan sebagainya dari suatu sistem, desain, proses dan pelayanan sebelum sampai kepada *customer*. Metode FMEA dapat digunakan untuk mereview desain produk, proses atau sistem dengan mengidentifikasi kelemahan-kelemahan yang ada dan kemudian menghilangkannya (Peratec, 1994).

FMEA adalah metode untuk mengembangkan sistem model dan untuk meningkatkan keandalan pada tahap awal desain konseptual. Modeling dengan memperluas teknik pemodelan perilaku AI yang ada dalam bidang desain sistem mekanik, dan memfasilitasi semi-otomatis mode kegagalan maju dan efek analisis (FMEA). Makalah ini menunjukkan bagaimana metode ini juga dapat menangkap kegagalan biasanya terjawab dengan metode FMEA yang ada dengan mendefinisikan hubungan sebab-akibat antara variabel desain sistem dan langkah-langkah kualitas (Charles, 2016)

Pengendalian kualitas merupakan bagian yang terpenting dalam pengendalian mutu produk. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi gangguan telepon pada jaringan metal, fiber optik, dan radio, dan menentukan langkah-langkah penanganan gangguan telepon yang terjadi. Manfaatnya adalah dapat memberikan mutu layanan

terbaik dengan berkurangnya gangguan yang terjadi yang dapat dilakukan oleh PT. XY, menjelaskan kejadian atau kombinasi kejadian yang dapat menyebabkan terjadinya gangguan telepon, memperoleh masukan mengenai prioritas penyelesaian permasalahan gangguan telepon, mengetahui tindakan pencegahan yang dapat dilakukan agar tidak terjadi gangguan pada setiap jaringan.

Sumianto dan Suryatin (2012) menjelaskan bahwa faktor utama kegagalan pelayanan perbaikan gangguan adalah faktor mesin atau alat dikarenakan pemeliharaan atau perawatan alat belum dilakukan secara rutin dan perbaikan alat yang mengalami kerusakan belum maksimal. Metode dan hasil penelitian tersebut bersifat umum dan perlu pengembangan yang lebih mendalam untuk mendapatkan hasil yang langsung ke sumber masalah gangguan tersebut.

Ananta Agustianto (2017) menjelaskan bahwa penanganan gangguan menggunakan metode *Network Management System* (NMS) lebih cepat dibandingkan dengan laporan pengaduan pelanggan. Sistem NMS diletakkan pada Sentral Telepon Otomat (STO) dan akan memberikan informasi ketika terjadi gangguan telepon. Metode ini lebih bersifat korektif, dimana tindakan penyebab dan pencegahannya tidak dapat di ketahui dengan pasti.

II. METODOLOGI

Data dan informasi pada saat penelitian diperoleh dari bagian Analisa Performansi dan Pelaporan, Unit Perencanaan dan Pengendalian PT. XY yang mana data tersebut akan diidentifikasi apakah gangguan telepon yang terjadi memiliki letak gangguan, dimana gangguan itu terjadi, serta penyebab gangguan pada jaringan metal, rural atau radio, ataupun fiber optik. Data berasal dari data sekunder gangguan telepon. Data gangguan dikelompokkan menurut letaknya, kemudian data tersebut disortir. Adapun tujuan sortir data adalah memastikan bahwa

data yang diperoleh memiliki informasi letak gangguan, penyebab gangguan, dan jenis gangguan.

Tahap *fault tree analysis* (FTA) dilakukan setelah letak permasalahan gangguan telepon diketahui. Pada penelitian ini, *output* yang diperoleh setelah melakukan tahap FTA adalah mengetahui kejadian terpenting dalam sistem (*top level event*) dan mengetahui kejadian atau kombinasi kejadian yang dapat mengakibatkan munculnya *top level event*. Langkah-langkah *fault tree analysis* sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi *top level event*. *Top level event* merupakan kejadian terpenting dalam sistem, dimana kejadian terpenting yang menjadi permasalahan dalam jaringan telekomunikasi PT. XY. *Output* langkah identifikasi *top level event* adalah memilih *top level event* yang tepat untuk dianalisis.
2. Membuat diagram pohon kesalahan atau *fault tree*. Diagram pohon kesalahan dibuat atas pertimbangan *cause effect diagram* dan harus menggambarkan keseluruhan sistem termasuk semua kejadian-kejadian tersembunyi dalam gangguan. Diagram pohon kesalahan disusun dengan menggunakan simbol *Boolean* yang terdiri atas simbol-simbol kejadian dan simbol-simbol hubungan antar kejadian yang dapat menyebabkan terjadinya gangguan. Diagram pohon kesalahan akan menunjukkan semua urutan sebab dan akibat suatu kejadian yang menimbulkan gangguan. Langkah-langkah membuat diagram pohon kesalahan, yaitu: karakterisasi letak kerusakan gangguan, penyusunan *cause effect diagram* gangguan, dan penyusunan diagram pohon kesalahan gangguan. *Output* langkah pembuatan diagram pohon kesalahan adalah mengetahui keseluruhan kejadian yang dapat menyebabkan munculnya gangguan.
3. Menentukan *minimal cut-set*. Tahap *minimal cut-set* merupakan langkah untuk

memperoleh akar permasalahan yang menyebabkan munculnya *top level event*. *Minimal cut-set* terdiri atas kumpulan kejadian-kejadian dasar (*basic event*) atau kombinasinya yang akan menyebabkan munculnya *top level event* jika terjadi bersama-sama. Pada laporan penelitian ini *top level event* adalah gangguan telepon. *Minimal cut-set* adalah kumpulan kejadian yang dapat menyebabkan munculnya gangguan. Penentuan *minimal cut-set* dimulai dari level paling tinggi menuju level paling bawah (*top down analysis*).

Tahap *failure mode and effect analysis* dilakukan setelah tahap *fault tree analysis* selesai dilakukan. *Input* tahap FMEA adalah kejadian dan kombinasi kejadian yang akan menyebabkan munculnya *top level event* atau disebut sebagai *minimal cut-set*. *Output* yang diperoleh adalah dapat mengetahui tingkat kepentingan setiap permasalahan yang ada dengan mempertimbangkan *severity*, *occurrence*, dan *detection*. Penentuan *severity*, *occurrence*, dan *detection* didasarkan pada angket karyawan bagian *Access Network Maintenance* PT. XY. Langkah-langkah FMEA sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi fungsi jaringan. Jaringan yang diamati adalah jarlokot, jarlokaf, dan jarlokar, dimana tiap jaringan tersebut melaksanakan fungsinya untuk menyampaikan kode telekomunikasi yang berupa suara. Jaringan tersebut tidak akan berfungsi baik, jika *failure mode* muncul.
2. Mengidentifikasi *failure mode* (modus kegagalan) jaringan. Pada langkah ini akan dicari penyebab kegagalan fungsi dari tiap jaringan dalam menyampaikan kode telekomunikasi yang berupa suara. *Failure mode* didapatkan dari penyebab-penyebab kegagalan yang digambarkan pada *cause effect diagram*.
3. Mengidentifikasi *failure effect*. Setelah didapatkan modus kegagalan (*failure mode*) gangguan jaringan telepon, maka diidentifikasi *failure effect*. Dalam hal ini

- failure effect* didefinisikan sebagai akibat yang ditimbulkan oleh kegagalan (*failure mode*) dalam memberikan kontribusi terhadap gangguan jaringan telepon
4. Menganalisis tingkat keseriusan akibat yang terjadi (*severity*). Skala yang digunakan adalah 1 sampai 5 (Allen, 2010).
 5. Mengidentifikasi sebab-sebab kegagalan (*causes*). Mengidentifikasi sebab-sebab (*causes*) dari modus kegagalan (*failure mode*) yang menyebabkan jaringan telepon tidak berjalan dengan normal atau jaringan mengalami kerusakan.
 6. Menganalisis frekuensi terjadinya kegagalan (*occurrence*). *Occurrence failure mode* menunjukkan seberapa sering suatu *failure mode* muncul dan mengakibatkan terjadinya gangguan pada jaringan dalam kurun waktu tertentu. Menganalisis frekuensi terjadinya kegagalan (*occurrence*) diwakili dengan skala angka yaitu 1 sampai 5 (Allen, 2010).
 7. Mengidentifikasi *control* yang dapat dilakukan berdasarkan penyebab kegagalan. Pada langkah ini diidentifikasi metode pengendalian terhadap modus kegagalan yang mengakibatkan kerusakan jaringan telepon. Adapun langkah pengendalian yang dilakukan harus sesuai dengan kejadian yang diakibatkannya.
 8. Menganalisis kesulitan *control* yang dilakukan (*detection*). Adapun skala *detection* yang digunakan adalah skala 1 sampai 5 (Allen, 2010).
 9. Perhitungan *risk priority number* (RPN). Tujuan langkah ini adalah untuk memperoleh urutan tingkat kepentingan dari *failure mode*. Pada metode FMEA, analisis tingkat kepentingan dihitung dengan menggunakan RPN. Penghitungan RPN akan mempertimbangkan *severity*, *occurrence*, dan *detection*.
 10. Menentukan tingkat kepentingan *failure mode needs most solution*. Tahap ini menentukan tingkat kepentingan yang

perlu sekali pemecahan masalah hasil analisis FMEA. Tahap ini perlu dilakukan karena FMEA hanya memberikan analisis prioritas penyelesaian. Adapun pada tahap ini akan dicari objek yang mendominasi kerusakan. Hal ini dilakukan wawancara dengan *Staff Performance*, *Bagian Business Performance* PT. XY.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian dari metode *fault tree analysis* yang berupa *basic event* dari tiap gangguan jaringan dan metode *failure mode and effect analysis* yang berupa urutan penyelesaian masalah serta usulan perbaikan terhadap gangguan telepon.

Hasil *Fault Tree Analysis* (FTA)

Untuk jaringan metal gangguan isolasi terjadi paling banyak pada 263-drop wire 1x2 yaitu sebanyak 1.128 gangguan isolasi. Begitu juga untuk jaringan fiber optik, yaitu pada 263-drop wire 1x2 sebanyak 88 gangguan isolasi. Untuk jaringan radio paling banyak terjadi pada 297-TOK jaringan, yaitu sebanyak 32 gangguan alat tidak berfungsi.

Berdasarkan hasil *fault tree*, dapat diketahui bahwa setiap *basic event* tersebut tidak memerlukan kombinasi dengan *basic event* lain untuk dapat menyebabkan gangguan jaringan. Jika suatu *basic event* muncul pada struktur jaringan, maka kerusakan komponen pada struktur jaringan dapat terjadi. Kerusakan komponen inilah yang kemudian menimbulkan gangguan.

Dari *cause effect diagram* jarlokot dapat diketahui, misal gangguan di pengkabelan. Gangguan di pengkabelan disebabkan oleh gangguan pada kabel primer, kabel sekunder, kabel penangkal, *drop wire*, instalasi rumah kabel, dan *wireless line*. Gangguan di **drop wire** di sebabkan oleh gangguan pada kerusakan kabel *drop wire* 1x2, dan kerusakan sambungan *drop wire* 1x. Gangguan kerusakan kabel *drop wire* 1x2 disebabkan oleh gangguan alam, gangguan binatang, aktivitas manusia, aktivitas pihak

ketiga, instalasi jelek, dan material jelek. Gangguan terakhir yang mendasar inilah yang di sebut dengan *basic event* jaringan lokal akses kabel tembaga.

Basic event dari hasil minimal *cut set* yang menyebabkan kerusakan komponen jarlokaf antara lain; (1) Adanya tegangan liar, (2) Kualitas instalasi jelek, (3) Kondisi material jelek, (4) Munculnya gangguan alam, (5) Aktivitas pihak ke-3, (6) Aktivitas manusia, (7) Aktivitas binatang, (8) Tes OK (baik sendiri). Jadi macam-macam kejadian dasar gangguan di atas yang menyebabkan gangguan isolasi jaringan metal (*top level event*) baik itu terjadi secara sendiri atau bersama-sama.

Dari *cause effect diagram* jarlokaf dapat diketahui, misalnya; gangguan di pengkabelan. Disebabkan oleh gangguan: kerusakan kabel sekunder, kerusakan kabel RK/FRK, kerusakan kabel penanggal, kerusakan *drop wire*, kerusakan IKR. Kerusakan *drop wire* di sebabkan oleh gangguan; kerusakan kabel *drop wire* 1x2,

dan kerusakan sambungan *drop wire* 1x. Gangguan kerusakan kabel *drop wire* 1x2 disebabkan; gangguan alam, gangguan binatang, aktivitas manusia, instalasi jelek, dan material jelek. Gangguan terakhir yang mendasar inilah yang di sebut dengan *basic event* jaringan lokal akses fiber optik.

Basic event dari hasil minimal *cut set* yang menyebabkan gangguan isolasi jarlokaf antara lain; (1) Kondisi material jelek, (2) Munculnya gangguan alam, (3) Aktivitas binatang, (4) Kualitas instalasi jelek, (5) Aktivitas pihak ke-3, (6) Aktivitas manusia, (7) Tes OK (baik sendiri). Jadi macam-macam kejadian dasar gangguan di atas yang menyebabkan gangguan isolasi jaringan fiber optik (*top level event*) baik itu terjadi secara sendiri atau bersama-sama.

Dari *cause effect diagram* jarlokar dapat diketahui, misalnya; gangguan di *wireless line*. Disebabkan oleh gangguan: kerusakan RNC, kerusakan BTS/DAN/CS, kerusakan DAU, kerusakan PCU/adaptor/PS, kerusakan *link interface*, kerusakan 2WFT, kerusakan

Tabel 1. Data *failure mode* gangguan telepon

No	Kode	Failure mode	Keterangan
1	220,221,222,223,224,225	Kabel primer putus	Kabel primer rusak berat
2	226,227,228,229	Kabel sekunder putus	Kabel sekunder rusak berat
3	241,242,243,244,245,246	Rumah kabel korslet	Rumah kabel rusak
4	251,252,253,254	<i>Distribution point</i> korslet	<i>Distribution point</i> korosi
5	263,264	<i>Drop wire</i> putus	<i>Drop wire</i> putus
6	293,294	Trans radio rusak	IKR/G lebih dari tolok ukur
7	272,276,277,278	Pesawat telepon rusak	Pesawat kena petir

Tabel 2. *Failure effect* dari *failure mode*

No	Failure mode	Failure effect
1	Kabel primer putus	<ul style="list-style-type: none"> o Jaringan telekomunikasi dari MDF ke RK terputus o Jaringan telekomunikasi dari MDF ke DP terputus o Sebanyak maksimal 2400 pelanggan mengalami gangguan telepon
2	Kabel sekunder putus	<ul style="list-style-type: none"> o Jaringan telekomunikasi dari RK ke DP terputus o Sebanyak maksimal 200 pelanggan mengalami gangguan telepon
3	Rumah kabel korslet	<ul style="list-style-type: none"> o Terminal RK terbakar o <i>Jumper</i> RK pecah
4	<i>Distribution point</i> korslet	<ul style="list-style-type: none"> o Terminal DP terbakar
5	<i>Drop wire</i> 1x2 putus	<ul style="list-style-type: none"> o Mengakibatkan saluran telepon terputus terjadi pada satu pelanggan
6	Trans radio rusak	<ul style="list-style-type: none"> o Tidak ada pemancaran gelombang telekomunikasi
7	Pesawat telepon rusak	<ul style="list-style-type: none"> o Pesawat tidak bisa digunakan untuk mengirim atau menerima panggilan

HDSL/*aproach link*, kerusakan antena WLL, dan kerusakan trans radio. Gangguan kerusakan antena WLL disebabkan; material jelek. Gangguan terakhir (material jelek) yang mendasar inilah yang di sebut dengan *basic event* jaringan lokal akses radio.

Basic event dari hasil minimal *cut set* yang menyebabkan kerusakan komponen jarloklor antara lain: (1) Aktivitas pihak ke-3, (2) Kondisi material jelek, (3) *Lost data* WLL, (4) Adanya tegangan liar, (5) Listrik mati, (6) Munculnya gangguan alam. Jadi macam-macam kejadian dasar gangguan diatas yang menyebabkan gangguan alat tidak berfungsi jaringan radio atau rural (*top level event*) baik itu terjadi secara sendiri atau bersama-sama.

Hasil Failure Mode And Effect Analysis (FMEA)

Data sekunder FMEA adalah *resume* data yang menunjukkan *failure mode* dan *failure effect* yang berasal dari data sekunder

gangguan telepon PT. XY. Data tersebut menunjukkan bahwa dari setiap modus kegagalan dapat terjadi pada beberapa bagian penyusun komponen tersebut. Sebagai contoh, rumah kabel korslet dapat terjadi pada terminasi rumah kabel (kode 241) atau *jumper wire* rumah kabel (kode 242). Data hasil *resume* dari data sekunder tersebut seperti dijelaskan pada Tabel 1.

Setelah didapatkan modus kegagalan (*failure mode*) gangguan jaringan telepon, maka diidentifikasi *failure effect*. Dalam hal ini *failure effect* didefinisikan sebagai akibat yang ditimbulkan oleh kegagalan (*failure mode*) dalam memberikan kontribusi terhadap gangguan jaringan telepon. Adapun akibat kegagalan tersebut akan disajikan dalam Tabel 2.

Tiap akibat yang ditimbulkan pada masing-masing kejadian beragam. Hal ini disebabkan oleh adanya komponen penyusun jaringan yang berbeda-beda serta fungsi yang

Tabel 3. Skala *severity failure effect* dan *failure mode*

<i>Failure mode</i>	Skala <i>severity</i>	<i>Failure effect</i>	Skala <i>severity</i>	Keterangan
Kabel primer putus	5	Jaringan telekomunikasi dari MDF ke RK terputus	5	Mengakibatkan saluran telepon terputus maksimal terjadi pada 2400 pelanggan
		Jaringan telekomunikasi dari MDF ke DP terputus	5	Mengakibatkan saluran telepon terputus maksimal terjadi pada 2400 pelanggan
		Sebanyak 2400 pelanggan mengalami gangguan telepon	5	Mengakibatkan saluran telepon terputus maksimal terjadi pada 2400 pelanggan
Kabel sekunder putus	5	Jaringan telekomunikasi dari RK ke DP terputus	5	Mengakibatkan saluran telepon terputus maksimal terjadi pada 200 pelanggan
		Sebanyak 200 pelanggan mengalami gangguan telepon	5	Mengakibatkan saluran telepon terputus maksimal terjadi pada 200 pelanggan
Rumah kabel korslet	4	Terminal RK terbakar	4	Tidak ada penyampaian kode telekomunikasi yang dibawa kabel sekunder
		<i>Jumper</i> RK pecah	3	Korsleting RK menyebabkan <i>jumper</i> RK pecah
<i>Distribution point</i> korslet	4	Terminal DP terbakar	4	Tidak ada penyampaian kode telekomunikasi yang dibawa kabel penanggal
<i>Drop wire</i> 1x2 putus	4	Mengakibatkan saluran telepon terputus	4	Penyampaian kode telekomunikasi terhambat, terjadi pada satu pelanggan
Trans radio rusak	4	Tidak ada pemancaran gelombang telekomunikasi	4	Antena trans radio tidak dapat memancarkan gelombang
Pesawat telepon rusak	3	Pesawat tidak bisa digunakan untuk mengirim atau menerima panggilan	3	Kerusakan pesawat pelanggan

berbeda pula.

Menganalisis tingkat keseriusan akibat (*severity*)

Severity failure mode menunjukkan tingkat keseriusan akibat atau efek munculnya suatu *failure mode* dalam jaringan. Seberapa serius dampak yang ditimbulkan dapat ditunjukkan dari skala *severity*-nya. Penentuan skala dilakukan dengan penyebaran kuesioner dari ahli yg kompeten di bidang jaringan tersebut.

Adapun skala *severity* yang digunakan adalah skala 1-5. Dari Tabel 3 dapat diketahui bahwa ketika kabel primer putus maka efek kegagalan yang ditimbulkan memiliki skala 5 yang artinya berdampak besar (contoh, jaringan telepon terputus pada 2400 pelanggan), begitu juga ketika kabel sekunder putus.

Mengidentifikasi sebab-sebab kegagalan (*causes*)

Pada langkah ini diuraikan sebab dari kegagalan yang menyebabkan kerusakan jaringan (*failure mode*). Sebab kegagalan disajikan pada Tabel 4. Dari Tabel 4 dapat diketahui sebab-sebab kegagalan *failure mode*. Sebagai contoh, pada kabel primer putus hal itu terjadi karena disebabkan oleh

adanya aktivitas pekerja PDAM dan PLN. Hal yang sama pada kabel sekunder yang putus, yaitu di sebabkan oleh adanya aktivitas pekerja PDAM, PLN, dan adanya bencana alam.

Menganalisis frekuensi terjadinya kegagalan (*occurrence*)

Occurrence failure mode menunjukkan seberapa sering suatu *failure mode* muncul dan mengakibatkan terjadinya gangguan pada jaringan dalam kurun waktu tertentu.

Dari Tabel 5, dapat diketahui bahwa seberapa sering *failure mode* itu muncul dapat ditunjukkan dari skala yang ada. Sebagai contohnya *Drop wire* 1x2 putus akibat tertimpa pohon memiliki skala 4 (tertinggi) menunjukkan bahwa kejadian ini sering terjadi (yang paling sering atau tinggi).

Mengidentifikasi *control* yang dapat dilakukan berdasarkan penyebab kegagalan.

Pada langkah ini diidentifikasi metode pengendalian terhadap modus kegagalan yang mengakibatkan kerusakan jaringan telepon. Adapun langkah pengendalian yang dilakukan harus sesuai dengan kejadian yang diakibatkannya. Kejadian yang mungkin karena kegagalan tersebut dapat di lihat pada

Tabel 4. *Causes* dari *failure mode*

No	<i>Failure mode</i>	<i>Causses</i>
1	Kabel primer putus	<ul style="list-style-type: none"> ○ Aktivitas pekerja PDAM. ○ Aktivitas pekerja PLN.
2	Kabel sekunder putus	<ul style="list-style-type: none"> ○ Aktivitas pekerja PDAM. ○ Aktivitas pekerja PLN. ○ Gempa bumi atau bencana alam
3	Rumah kabel korslet	<ul style="list-style-type: none"> ○ Rumah kabel kendor ○ Rumah kabel korosi
4	<i>Distribution point</i> korslet	<ul style="list-style-type: none"> ○ Jumper rumah kabel rusak ○ Urat <i>distributionpoint</i> putus ○ <i>Distribution point</i> korosi
5	<i>Drop wire</i> 1x2 putus	<ul style="list-style-type: none"> ○ Tertimpa pohon ○ Tiang penyangga kabel pendistribusian roboh (tiang telepon) ○ Kabel <i>drop wire</i> terkena benang gelas layang-layang
6	Trans radio rusak	<ul style="list-style-type: none"> ○ Korsleting rangkaian PCB ○ Tersambar petir
7	Pesawat telepon rusak	<ul style="list-style-type: none"> ○ Tersambar petir ○ Kabel instalasi dimakan tikus

Tabel 6.

Dari Tabel 6 dapat diketahui pengananan pengendaliannya untuk failure mode itu seperti apa. Sebagai contoh, untuk *Drop wire 1x2* putus, dapat dilakukan dengan memasang kawat baja sebagai penyangga

drop wire 1x2.

Menganalisis kesulitan control dilakukan (detection)

Pada langkah ini akan dianalisis tingkat

Tabel 5. Skala *occurrence failure effect* dan *failure mode*

<i>Failure mode</i>	Skala <i>occ</i>	<i>Causses</i>	Skala <i>occ</i>	Keterangan
Kabel primer putus	2	Aktivitas pekerja PDAM	2	Adanya aktivitas pihak ke-3 yang tidak sengaja merusak jaringan telepon bawah tanah
		Aktivitas pekerja PLN	2	Adanya aktivitas pihak ke-3 yang tidak sengaja merusak jaringan telepon atas tanah
Kabel sekunder putus	2	Aktivitas pekerja PDAM	2	Adanya aktivitas pihak ke-3 yang tidak sengaja merusak jaringan telepon bawah tanah
		Aktivitas pekerja PDAM	2	Adanya aktivitas pihak ke-3 yang tidak sengaja merusak jaringan telepon atas tanah
		Gempa bumi atau bencana alam	2	Gempa bumi lebih berpotensi merusak kabel sekunder
Rumah kabel korslet	3	Rumah kabel kendor	2	Penyambungan kabel-kabel di RK tidak rapat
		Rumah kabel korosi	3	Terjadinya reaksi oksidasi logam dengan air karena kotak RK tidak rapat
		Jumper rumah kabel rusak	2	Jumper RK sudah lapuk, saatnya untuk diganti
<i>Distribution point</i> korslet	3	Urut <i>distribution point</i> putus	2	Urut-urut DP pada terminal DP putus akibat terbakar
		<i>Distribution point</i> korosi	3	Terjadinya reaksi oksidasi logam dengan air karena kotak DP tidak rapat
<i>Drop wire 1x2</i> putus	4	Tertimpa pohon	4	Adanya dahan yang patah atau pohon yang roboh yang menimpa kabel <i>drop wire</i>
		Tiang penyangga kabel pendistribusian roboh (tiang telepon)	3	Robohnya tiang telepon yang disebabkan adanya bencana alam
		Kabel <i>drop wire</i> terkena benang gelasan layang-layang	3	Benang layang-layang sering memutuskan kabel <i>drop wire</i> atau sambungan <i>drop wire</i>
Trans radio rusak	3	Korsleting rangkaian PCB	2	Korsleting PCB pada trans radio karena hubungan pendek
		Tersambar petir	3	Rangkaian elektro pada trans radio tersambar petir
Pesawat telepon rusak	3	Tersambar petir	3	Rusaknya pesawat telepon yang disebabkan oleh tersambar petir
		Kabel instalasi dimakan tikus	3	Kabel instalasi rumah atau gedung putus dimakan tikus

Tabel 6. Kejadian yang mungkin terjadi karena kegagalan dan metode pengendaliannya

No	<i>Failure mode</i>	<i>Control</i>
1	Kabel primer putus	o Memasang tanda peringatan di daerah galian TELKOM
2	Kabel sekunder putus	o Memberitahu jalur jaringan TELKOM
		o Memasang tanda peringatan di daerah galian TELKOM
3	Rumah kabel korslet	o Memberitahu jalur jaringan TELKOM
		o Memasang isolasi yang bagus pada sambungan kabel RK
4	<i>Distribution point</i> korslet	o Pengecakan secara rutin
		o Memasang isolasi yang bagus pada sambungan kabel DP
5	<i>Drop wire 1x2</i> putus	o Pengecakan secara rutin
		o Memasang kawat baja sebagai penyangga <i>drop wire 1x2</i>
6	Trans radio rusak	o Memasang penangkal petir
		o Memasang tahanan pengaman pada rangkaian elektronika
7	Pesawat telepon rusak	o Memasang penangkal petir di atap rumah

kesulitan *control* untuk dilakukan. Adapun skala *detection* yang digunakan adalah skala 1 sampai 5.

Dari Tabel 7, dapat diketahui tingkat kesulitan kontrol seperti apa yang dapat ditunjukkan skala yang ada. Sebagai contoh, untuk *drop wire* 1x2 putus, dengan memasang kawat baja sebagai penyangga *drop wire* 1x2, memiliki skala 4 yang artinya hal ini terjadi dan tidak bisa dikontrol dengan mudah, sehingga pencegahan yang dapat

dilakukan adalah dengan menopang kawat baja.

Perhitungan *risk priority number*

Tujuan langkah ini adalah untuk memperoleh urutan tingkat kepentingan dari *failure mode*. Pada metode FMEA, analisis tingkat kepentingan dihitung dengan menggunakan *risk priority number* (RPN). Penghitungan RPN akan mempertimbangkan

Tabel 7. Nilai *detection control* dan *failure mode*

<i>Failure mode</i>	Skala <i>Det</i>	<i>Control</i>	<i>Det</i>	Keterangan
Kabel primer putus	2	Memasang tanda peringatan di daerah galian TELKOM	2	Memberikan penerangan bahwa ada galian telkom
		Memberitahu jalur jaringan TELKOM	2	Memberitahu jalur jaringan TELKOM kepada pihak ke-3 supaya mereka berhati-hati
Kabel sekunder putus	2	Memasang tanda peringatan di daerah galian TELKOM	2	Memberikan penerangan bahwa ada galian telkom
		Memberitahu jalur jaringan TELKOM	2	Memberitahu jalur jaringan TELKOM kepada pihak ke-3
Rumah kabel korslet	3	Memasang isolasi yang bagus pada sambungan kabel RK	3	Pada tiap kabel yang masuk RK atau sambungan kabel di RK diberi isolasi
		Pengecekan secara rutin	2	Dilakukan pengecekan secara rutin sehingga segera diketahui bila ada kerusakan
<i>Distribution point</i> korslet	3	Memasang isolasi yang bagus pada sambungan kabel DP	3	Pada tiap kabel yang masuk DP atau sambungan kabel di DP diberi isolasi
		Pengecekan secara rutin	2	Dilakukan pengecekan secara rutin sehingga segera diketahui bila ada kerusakan
<i>Drop wire</i> 1x2 putus	4	Memasang kawat baja sebagai penyangga <i>drop wire</i> 1x2	4	Diharapkan beban pada kabel <i>drop wire</i> 1x2 ditopang kawat baja
Trans radio rusak	3	Memasang penangkal petir	3	Untuk meredam petir supaya tidak menyambar trans radio
		Memasang tahanan pengaman pada rangkaian elektronika	3	Dengan memasang tahanan pengaman diharapkan tidak terjadi korsleting
Pesawat telepon rusak	3	Memasang penangkal petir di atap rumah	3	Untuk meredam petir supaya tidak menyambar trans radio

Tabel 8. *Risk priority number* (RPN)

<i>Failure mode</i>	<i>Severity</i>	<i>Occurence</i>	<i>Detection</i>	RPN	Prioritas
<i>Drop wire</i> 1x2 putus	4	4	4	64	1
Rumah kabel korslet	4	3	3	36	2
<i>Distributionpoint</i> korslet	4	3	3	36	3
Trans radio rusak	4	3	3	36	4
Pesawat telepon rusak	3	3	3	27	5
Kabel primer putus	5	2	2	20	6
Kabel sekunder putus	5	2	2	20	7

severity failure mode, *occurrence failure mode* dan kemungkinan pengendalian *failure mode* atau *detection*. RPN dihitung dengan rumus matematis sebagai berikut:

$$\text{RPN} = \text{Severity} \times \text{Occurrence} \times \text{Detection}$$

Adapun contoh perhitungan RPN adalah sebagai berikut:

Failure mode adalah kabel primer putus, dengan:

$$\text{Severity} = 5;$$

$$\text{Occurrence} = 2;$$

$$\text{Detection} = 2$$

$$\text{RPN kabel primer putus} = 5 \times 2 \times 2 = 20.$$

RPN masing-masing *failure mode* dari yang tertinggi sampai yang terendah dapat dilihat pada Tabel 8.

Nilai tingkat kepentingan yang tinggi menunjukkan bahwa suatu *failure mode* semakin penting untuk segera diatasi, sedangkan tingkat kepentingan yang kecil menunjukkan bahwa suatu *failure mode* tidak menjadi prioritas penyelesaian masalah. Dalam penelitian ini terdapat nilai RPN yang sama untuk rumah kabel korslet, *distribution point* korslet, dan trans radio rusak. Karena memiliki nilai yang sama maka akan dipertimbangkan jumlah pelanggan yang mengalami gangguan apabila komponen itu mengalami kegagalan. Sehingga dapat diurutkan sebagai berikut: pertama, rumah kabel korslet (maksimum terjadi gangguan pada 2400 pelanggan); kedua, *distribution point* korslet (maksimum terjadi gangguan pada 200 pelanggan); ketiga, trans radio rusak (maksimum terjadi gangguan pada 100 pelanggan). Demikian juga terhadap: pertama, kabel primer putus (maksimum terjadi gangguan pada 2400 pelanggan), dan kedua, kabel sekunder putus (maksimum terjadi gangguan pada 200 pelanggan).

Failure mode and effect analysis memiliki tujuan akhir menentukan prioritas penyelesaian dan perbaikan berdasarkan tingkat kepentingan yaitu dengan mempertimbangkan tingkat keseriusan efek *failure mode* yang ditimbulkan (*severity*), frekuensi terjadinya *failure mode* (*occurrence*)

dan kemungkinan kendali terhadap *failure mode* (*detection*) yang tercermin pada nilai *risk priority number* (RPN). Berikut prioritas penyelesaian masalah gangguan jaringan dimulai dari prioritas pertama sampai prioritas paling akhir berdasarkan nilai RPN yang dihasilkan.

Drop wire 1x2 putus merupakan masalah dengan prioritas pertama yang harus diatasi. *Failure mode* ini memiliki nilai RPN paling tinggi yaitu sebesar 64. *Drop wire* 1x2 putus memiliki tingkat keseriusan efek atau *severity* yang cukup tinggi dengan skala 4 (serius). Efek *drop wire* 1x2 putus tergolong cukup tinggi karena memberikan pengaruh terhadap output sistem yang menyebabkan gangguan telepon yang terjadi pada satu pelanggan. atau lebih. *Failure mode* ini terjadi dengan *occurrence* yang tergolong cukup tinggi dengan skala 4 (sangat sering terjadi) dan *detection* dengan skala 4 (cukup sulit). *Drop wire* 1x2 putus dapat dideteksi pada saat pelanggan tidak dapat menggunakan pesawat teleponnya untuk melakukan atau menerima panggilan. Kemudian dirunut bagian mana yang mengalami gangguan.

Rumah kabel korslet merupakan masalah dengan prioritas kedua harus diatasi. *Failure mode* ini memiliki nilai RPN sebesar 36. Rumah kabel korslet memiliki tingkat keseriusan efek atau *severity* dengan skala 4 (serius). *Failure mode* ini terjadi dengan skala *occurrence* sebesar 3 (sering terjadi) dan *detection* dengan skala 3 (sedang). Rumah kabel korslet dapat dideteksi pada saat pelanggan tidak dapat menggunakan pesawat teleponnya yang terjadi secara massal atau lebih dari satu pelanggan.

Distribution point korslet merupakan masalah dengan prioritas ketiga yang harus diatasi. *Failure mode* ini memiliki nilai RPN sebesar 36. *Distribution point* korslet memiliki tingkat keseriusan efek atau *severity* dengan skala 4 (serius). *Failure mode* ini terjadi dengan skala *occurrence* sebesar 3 (sering terjadi) dan *detection* dengan skala 3 (sedang). *Distribution point* korslet dapat

dideteksi pada saat pelanggan tidak dapat menggunakan pesawat teleponnya yang terjadi secara massal atau lebih dari satu pelanggan.

Trans radio rusak merupakan masalah dengan prioritas keempat yang harus diatasi. *Failure mode* ini memiliki nilai RPN sebesar 36. Trans radio rusak memiliki tingkat keseriusan efek atau *severity* dengan skala 4 (serius). *Failure mode* ini terjadi dengan skala *occurrence* sebesar 3 (sering terjadi) dan *detection* dengan skala 3 (sedang). Trans radio rusak dapat dideteksi pada saat pelanggan tidak dapat menggunakan pesawat teleponnya yang terjadi secara massal atau lebih dari satu pelanggan. Hal ini karena tidak adanya pemancaran gelombang telekomunikasi.

Pesawat telepon rusak merupakan masalah dengan prioritas kelima yang harus diatasi. *Failure mode* ini memiliki nilai RPN sebesar 27. Pesawat telepon rusak memiliki tingkat keseriusan efek atau *severity* dengan skala 3 (cukup serius). *Failure mode* ini terjadi dengan skala *occurrence* sebesar 3 (sering terjadi) dan *detection* dengan skala 3 (sedang). Pesawat telepon rusak dapat dideteksi pada saat pelanggan tidak dapat menggunakan pesawat teleponnya, terjadi pada satu pelanggan.

Kabel primer putus merupakan masalah dengan prioritas keenam yang harus diatasi. *Failure mode* ini memiliki nilai RPN sebesar 20. Kabel primer putus memiliki tingkat keseriusan efek atau *severity* paling tinggi dengan skala 5 (sangat serius). Hal ini karena apabila kabel primer mengalami kerusakan maka banyak sekali (lebih dari 2400) pelanggan yang teleponnya mengalami gangguan. *Failure mode* ini terjadi dengan skala *occurrence* sebesar 2 (jarang terjadi) dan *detection* dengan skala 2 (cukup mudah). Skala *detection* 2 (cukup mudah) berarti dapat dengan mudah untuk dikontrol. Sebagian contoh memasang tanda peringatan di daerah galian instalasi jaringan dan memberi tahu jalur jaringan kepada pihak

ketiga. Kabel primer putus dapat dideteksi pada saat pelanggan tidak dapat menggunakan pesawat teleponnya, terjadi secara massal.

Kabel sekunder putus merupakan masalah dengan prioritas ketujuh yang harus diatasi. *Failure mode* ini memiliki nilai RPN sebesar 20. Kabel sekunder putus memiliki tingkat keseriusan efek atau *severity* paling tinggi dengan skala 5 (sangat serius). Hal ini karena apabila kabel sekunder mengalami kerusakan maka banyak sekali (lebih dari 200) pelanggan yang teleponnya mengalami gangguan. *Failure mode* ini terjadi dengan skala *occurrence* sebesar 2 (jarang terjadi) dan *detection* dengan skala 2 (cukup mudah). Skala *detection* 2 (cukup mudah) berarti dapat dengan mudah untuk di kontrol. Sebagian contoh memasang tanda peringatan di daerah galian instalasi jaringan dan memberi tahu jalur jaringan kepada pihak ketiga. Kabel sekunder putus dapat dideteksi pada saat pelanggan tidak dapat menggunakan pesawat teleponnya, terjadi secara massal.

IV. SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian mengenai gangguan telepon pada jaringan metal, fiber optik dan radio dapat disimpulkan sebagai berikut: (1) Berdasarkan hasil metode FTA pada jarlokat, ada delapan gangguan terdiri dari tegangan liar, instalasi jelek, material jelek, gangguan alam, aktivitas pihak ketiga, aktivitas manusia, gangguan binatang, dan tes ok (baik sendiri). Jaringan lokal akses kabel fiber optik, ada tujuh gangguan terdiri dari material jelek, gangguan alam, gangguan binatang, instalasi jelek, aktivitas pihak ketiga, aktivitas manusia, dan tes ok (baik sendiri). Jaringan lokal akses radio, ada enam gangguan terdiri dari aktivitas pihak ketiga, material jelek, *lost data* WLL, tegangan liar, listrik mati, dan gangguan alam. (2) Hasil yang didapat dari metode FMEA memberikan nilai RPN sebagai berikut; prioritas pertama, *drop wire* 1x2 putus yang

memiliki nilai RPN paling tinggi sebesar 64; prioritas kedua, rumah kabel korslet dengan nilai RPN sebesar 36; prioritas ketiga, *distribution point* korslet dengan nilai RPN sebesar 36; prioritas keempat, trans radio rusak dengan nilai RPN sebesar 36; prioritas kelima, pesawat telepon rusak dengan nilai RPN sebesar 27; prioritas keenam, kabel primer putus dengan nilai RPN sebesar 20; dan prioritas ketujuh, kabel sekunder putus dengan nilai RPN sebesar 20.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustianto, A.; Triawati, E. (2007). *Pemantauan dan Penanggulangan Gangguan Telepon pada Jaringan Akses Fiber Optik di STO Kelapa Gading*. Skripsi. Jakarta: Fakultas Teknologi Industri, Universitas Gunadarma.
- Allen, T.T. (2010). *Introduction to Engineering Statistics and Six Sigma*. US: The Ohio State University.
- Blanchard, B.S. (2004). *Logistics Engineering And Management*. Sixth edition. New Jersey: Pearson Prentice Hall.
- Eubank, C.F.; Kmenta, S.; Ishii, K. (1996). *System Behavior Modeling As A Basis For Advanced Failure Modes And Effects Analysis*. Proceedings of ASME Design Engineering Technical Conferences and Computers in Engineering Conference. California: Stanford University,.
- Juran, J.M.; Gryna, F.M. (1993). *Quality Planning and Analysis 3rd edition*. Singapore: McGraw Hill International Editions, Industrial Engineering Series.
- Peratec, Ltd. (1994). *Total Quality Management: The Key to Business Improvement, A Peratec Executive Briefing*. 2nd edition. London: Chapman & Hall.
- Sumianto, S.; Suryatin, S. (2012). "Analisis Peningkatan Kualitas Layanan Penyelesaian Gangguan PSTN dengan Metode Six Sigma". *Jurnal Sainstech*, Vol. 22 (1), pp.: 76 – 85.
- Stamatis, D.H. (1995). *Failure Mode and Effect Analysis FMEA From Theory to Execution*. Wisconsin : ASQC Quality Press.
- Walpole, R.E. (1997). *Pengantar Statistika*. Edisi ke-3. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.