

ANALISA RPN TERHADAP KEANDALAN PERALATAN PENGAMAN JARINGAN DISTRIBUSI DENGAN METODE FMEA PLN CABANG PEKANBARU RAYON PANAM

Liliana, Sunari

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Suska Riau

Abstrak

Pemerintah melalui Perusahaan Listrik Negara (PLN) selalu berusaha untuk memenuhi kebutuhan akan energi listrik yang andal dan berkelanjutan. Salah satunya dengan menjaga fungsi peralatan pengaman dalam pendistribusian listrik ke konsumen. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Failure Mode Effect Analysis (FMEA). Metode ini bertujuan mengetahui tingkat resiko peralatan yang mengalami gangguan yang dapat menyebabkan kegagalan pada sistem, metode meliputi parameter severity (keparahan), occurrence (banyaknya kerusakan), dan detection (pendeteksian) yang digunakan untuk menentukan Risk Potential Number (RPN) tiap peralatan pengaman. Hasil dari RPN tersebut dapat membuat urutan prioritas yang memposisikan cut out rusak sebagai resiko tertinggi dengan nilai 162, berikutnya MCB pembatas rusak dengan nilai RPN 112, dan Rele Pelepas Beban Bekerja Karena Gangguan Station Service Pusat memiliki nilai resiko 56. Dengan melakukan prioritas penanganan yang tepat maka akan dapat memperkecil nilai RPN yang berpengaruh terhadap peningkatan keandalan sistem distribusi.

Abstrack

The Government through the State electricity company (PLN) are always trying to meet the needs of electrical energy reliable and sustainable. One of them is by keeping the function of safety equipment in the distribution of electricity to consumers. The methods used in this research is the Failure Mode Effect Analysis (FMEA). This method aims at knowing the level of risk of the equipment experiencing the interference can lead to failures in the system, the method includes parameters of severity (severity), occurrence (number of defects), and detection (detection) that is used to determine Risk Potential Number (RPN) each safety equipment. The result of the RPN can make the order of priority that is positioned to cut out damaged as the highest risk to the value of 162, the next MCB corrupted value delimitter RPN 112, and Disassembly Work Load Because Rele Disturbance Station Service Centre has a value at risk 56. By doing the proper handling and priority will be reducing the value of the RPN effect on improvement of the reliability of the distribution system.

Keyword : Safety Equipment, FMEA, RPN

I. PENDAHULUAN

Keputusan pemerintah memprogramkan ketersediaan energi untuk memenuhi hajat hidup orang banyak telah ditetapkan, maka dari tahun ketahun telah dicanangkan pemerataan energi dengan mutu dan tingkat keandalan yang memadai. Kebutuhan energi khususnya listrik yang dikelola oleh PT. PLN Cabang Pekanbaru Rayon Panam terus melakukan perbaikan untuk melakukan pelayanan yang berkelanjutan dengan tingkat keandalan yang semakin baik. Karena listrik pada masa sekarang merupakan suatu kebutuhan primer bagi masyarakat yang sangat berkaitan erat dengan perekonomian masyarakat.

Keandalan pendistribusian listrik untuk suatu wilayah atau cabang perlu diketahui, agar dapat dilakukan standarisasi peralatan atau instrument yang dipakai. Indeks keandalan yang sering digunakan dalam suatu sistem distribusi adalah *System Average Interruption Frequency Index* (SAIFI) adalah suatu indeks keandalan dimana akan diketahui seberapa

sering terjadinya pemadaman serta pengaruhnya terhadap keandalan suatu system. *System Average Interruption Duration Index* (SAIDI) merupakan standart indeks keandalan yang berdasarkan lamanya terjadi pemadaman. *Customer Average Interruption Frequency Index* (CAIDI) indeks keandalan dengan perbandingan antara total pelanggan padam dengan banyaknya jumlah pelanggan yang mengalami pemadaman. *Average Service Availability Index* (ASAI) indeks keandalan ini menyatakan kemampuan sistem dalam menjaga ketersediaan energi listrik bagi pelanggan.

Indeks keandalan pada dasarnya adalah suatu angka atau parameter yang menunjukkan tingkat pelayanan atau tingkat keandalan dari pada suplai tenaga listrik ke konsumen. Sebagai langkah peningkatan keandalan perlu menekan sekecil mungkin durasi pemadaman serta frekuensi pemadaman. FMEA disini digunakan sebagai analisa dari sub sistem terhadap kegagalan yang ada, FMEA akan memberikan masukan atau saran terhadap prioritas gangguan di

dalam suatu sistem agar perbaikan serta perawatan dapat diprioritaskan terhadap penyumbang gangguan terbesar.

Dengan adanya data keandalan suatu sistem, khususnya disini data kuantitatif berupa perhitungan matematis dengan SAIDI dan SAIFI maka dapat dilihat besarnya gangguan yang terjadi. Setelah diketahui dari data SAIDI dan SAIFI mengenai penyumbang kegagalan maka dapat diklasifikasikan kerusakan itu berdasar penyumbang kegagalan terbesar, lalu akan dianalisa penyebab gangguan terbesar tersebut. Unsur utama dalam pendistribusian arus listrik adalah keandalan peralatan (PT. PLN 2010), terutama pada sistem proteksi. Dalam hal ini difokuskan pada keandalan peralatan pengaman yang sesuai dengan standart Perusahaan Listrik Negara (PLN). Karena peralatan pengaman memiliki persentasi yang cukup besar dalam peningkatan keandalan, maka diperlukan perhatian khusus dalam hal perawatan maupun perbaikan.

Rumusan Masalah

Permasalahan yang akan diambil yaitu mengetahui seberapa besar nilai RPN pada peralatan pengaman pada SUTR (Saluran Udara Tegangan Rendah) dan menengah SUTM (Saluran Udara Tegangan Menengah) menggunakan metoda *Failure Modes And Effects Analysis* (FMEA). Karena seringnya terjadi pemadaman maka perlu dilakukan evaluasi terhadap keandalan pada peralatan pengaman ,yang mana data diambil dari PT. PLN Cabang Pekanbaru Rayon Panam. Maka akan diperoleh nilai RPN terhadap peningkatan keandalan jika kerusakan pada peralatan pengaman dapat diminimalisir.

Tujuan Penelitian

Dalam Tugas Akhir ini memiliki tujuan untuk mengetahui seberapa besar tingkat resiko peralatan gagal yang diketahui dari nilai *Risk Potential Number* (RPN), pada peralatan pengaman menggunakan metode FMEA pada Saluran Udara Tegangan Rendah (SUTR) dan Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM) di PT. PLN Cabang Pekanbaru Rayon Panam yang mempengaruhi keandalan sistem distribusi listrik.

Batasan Masalah

Didalam pembahasannya penelitian ini akan dibatasi kedalam hal yang meliputi :

1. Penelitian ini pada distribusi listrik Saluran Udara Tegangan Rendah (SUTR) dan Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM)
2. Metode kualitatif dan kuantitatif dalam penelitian ini menggunakan *Failure Mode Effect Analisis* (FMEA)
3. Penelitian dilakukan dengan menggunakan data yang diperoleh dari PT. PLN Cabang Pekanbaru Rayon Panam.

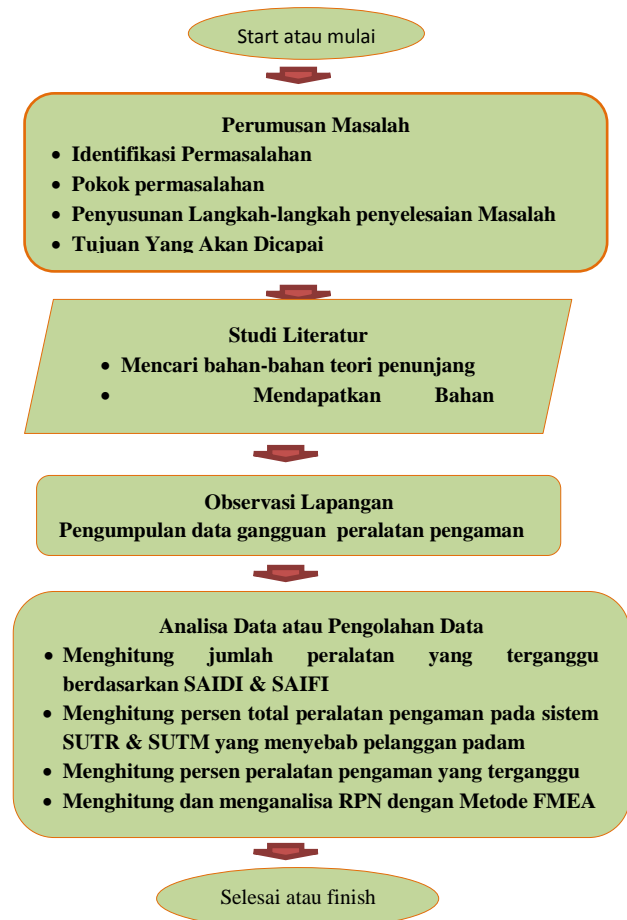
4. Fokus penelitian yaitu pada bagian peralatan pengaman yang merupakan bagian dari sistem distribusi listrik.

5. Data gangguan pada peralatan pengaman berupa rekapitulasi selama tahun 2011.

6. Penelitian ini tidak meningkatkan keandalan secara langsung tetapi berupa rekomendasi atau masukan kepada instansi terkait agar dapat ditindak lanjuti untuk peningkatan keandalan sistem.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian pada skripsi ini menggunakan metoda kualitatif dan kuantitatif, metode kualitatif yaitu berkaitan dengan pengumpulan data yang digunakan analisa tingkat keparahan, jumlah gangguan serta tingkat pendeteksian dari suatu kegagalan. Metode kuantitatif dalam perhitungan nilai Risk Potential Number (RPN) untuk mengetahui tingkat resiko peralatan yang terganggu dengan mengalikan parameter dari metode kualitatif yaitu tingkat keparahan, jumlah gangguan serta tingkat pendeteksian. Dengan metode yang ada akan menjadikan penelitian lebih terstruktur dan terarah, untuk itu dalam proses penelitian skripsi ini memiliki bagan atau tahapan-tahapan sebagai berikut :



BAB III TINJAUAN PUSTAKA

A. Failure Mode Effect Analysis (FMEA)

FMEA adalah merupakan prosedur terstruktur untuk mengetahui dan mencegah bentuk kegagalan. FMEA digunakan untuk mengidentifikasi penyebab dari masalah kualitas, mode kegagalan didalamnya termasuk kegagalan desain.

Langkah-langkah penerapan FMEA metode Kualitatif dan kuantitatif:

1. **Peninjauan Sistem.**
Dari data peralatan pengaman yang telah diketahui dapat diklasifikasikan bagian-bagian sistem yang sering mengalami permasalahan.
2. **Brainstorming** berbagai bentuk kesalahan atau kegagalan proses.
Dalam peninjauan lapangan perlu dilakukan pengumpulan data kesalahan atau kegagalan dan tempat terjadinya kegagalan suatu sistem.
3. **Membuat daftar dampak tiap-tiap kesalahan.**
Setelah didapatkan daftar kegagalan atau kesalahan maka dimulai menyusun dampak yang ditimbulkan dari masing-masing kegagalan tersebut.
4. **Menilai tingkat keparahan (severity) kegagalan.**
Menilai tingkat dampak yang ditimbulkan adalah perkiraan dampak negatif yang disebabkan oleh kegagalan atau kesalahan yang terjadi
5. **Menilai tingkat jumlah terjadinya (occurrence) kegagalan.**
Jika data yang dibutuhkan telah tersedia maka dapat dihitung frekuensi kemungkinan terjadinya kegagalan.
6. **Menilai tingkat kemungkinan deteksi (detection) dari tiap kegagalan dan dampaknya.**
Jika pengendalian indikator terhadap terjadinya kesalahan atau dampak yang ditimbulkan dapat diketahui maka nilainya rendah.
7. **Menghitung prioritas resiko (RPN) dari masing-masing kegagalan dan dampaknya yaitu hasil perkalian dari parameter : S X O X D**
8. **Membuat urutan sebagai prioritas kerusakan untuk penanganan lebih lanjut.**
Apabila nilai RPN telah diketahui, setelah proses perhitungan maka dapat dibuat prioritas untuk masing-masing variable.
9. **Melakukan eksekusi penanganan atau tindakan terhadap kegagalan.**
Penanganan dilakukan untuk memperkecil nilai RPN, serta harus menurunkan dampak kegagalan di tiga aspek.
10. **Menghitung hasil RPN sebagai resiko tertinggi peralatan untuk dapat dikurangi.**
Setelah langkah tindakan diambil untuk memperbaiki atau memperkecil nilai RPN untuk dapat menurunkan dampak kegagalan.

B. Worksheet FMEA

1. **Component and Function.**
Component and Function berisi komponen-komponen dan fungsi dari bagian yang dianalisa untuk memenuhi tujuan dari proses yang dianalisa.
2. **Potential Failure Mode.**
Potential failure mode berisi tentang jenis-jenis potensi kegagalan sebuah sistem dalam prosesnya.
3. **Potential Effect of Failure.**
Potential effect of failure berisi tentang akibat-akibat yang akan ditimbulkan jika komponen tersebut gagal seperti disebutkan dalam failure mode.
4. **Severity (SEV).**
Severity merupakan nilai keparahan dari efek yang ditimbulkan oleh mode kegagalan terhadap keseluruhan sistem. Gunakan skala 1 (kondisi terbaik) sampai 10 (kondisi terburuk).
5. **Potential Causes of Failure.**
Potential causes of failure berisi tentang apa saja yang menyebabkan terjadinya kegagalan pada suatu sistem, penyebab harus spesifik dan tidak terlalu umum.
6. **Occurrence (OCC).**
Occurrence adalah nilai dari frekuensi kejadian, yaitu seberapa sering akibat tersebut muncul oleh karena penyebab tertentu.
7. **Current Control.**
Current control di sini menunjukkan metode kontrol apa yang sudah diterapkan atau dipasang untuk mencegah terjadinya failure mode atau mendeteksi jika terjadi failure mode.
8. **Detection (DET).**
Detection merupakan nilai dari seberapa besar kemungkinan bahwa current controls bisa mendeteksi kegagalan.
9. **Risk Priority Number (RPN).**
RPN adalah hasil perkalian antara Severity, Occurrence, dan Detection, atau dituliskan dengan rumus:
$$RPN = \text{Severity} \times \text{Occurrence} \times \text{Detection}$$

C. Saluran Udara Tegangan Menengah

a. Peralatan pemisah atau penghubung.

Pemutus beban atau pemutus daya (PMT) adalah berfungsi sebagai sarana mempermudah memutus atau menghubungkan saluran dengan sumber baik dalam keadaan normal atau apabila terjadi suatu gangguan. Jenis pemutus yang digunakan pada gardu adalah :

1. *Circuit Breaker* (Pemutus Tenaga).

Pusat tenaga listrik yang dihasilkan oleh pusat-pusat pembangkit adalah Gardu Induk (GI). Sebelum didistribusikan kepada konsumen di dalam Gardu Induk (GI) terlebih dahulu terjadi hubungan

interkoneksi antara-antara pembangkit melalui sistem transmisi. Saluran transmisi dihubungkan dengan ril (bus) melalui transformator utama (trafo utama), dan disetiap saluran tersebut dilengkapi dengan Circuit Breaker (CB) dan Disconnecting Switch (DS). Circuit Breaker dapat beroperasi secara otomatis atau manual dengan waktu pemutusan dan penyambungan sama. CB dapat dioperasikan untuk memutus atau menghubungkan rangkaian dalam keadaan dilalui arus beban ataupun tidak, dan didalamnya dilengkapi dengan alat pemadam busur api. Busur api yang terjadi pada waktu penghubungan atau pemisahan kontak dapat dipadamkan dengan media isolasi yang dipakai Circuit Breaker tersebut.

Apabila terjadi suatu gangguan Circuit Breaker adalah merupakan saklar otomatis yang dapat memisahkan arus gangguan. Untuk mengoperasikan Circuit Breaker dalam keadaan gangguan pada umumnya digunakan suatu rangkaian trip yang memperoleh signal dari suatu rangkaian rele pengaman. Rele berfungsi sebagai pengaman sistem terhadap gangguan yang berbeda-beda. Signal dari rele bekerja tidak hanya pada keadaan arus nominal saja, tetapi juga tergantung pada keadaan arus maksimum yang terjadi pada saat gangguan atau disebut juga *mementary current*.



Gambar 3.1. Circuit Breaker
(Sumber : <http://www.kahael.com> 2012)

2. Disconnecting switch (saklar pemisah).

Disconnecting switch merupakan suatu alat pemutus rangkaian yang beroperasi secara manual, karena waktu pemutusan terjadi subjektif atau tergantung pada keadaan atau operatornya.



Gambar 3.2. Disconnecting Switch (Saklar Pemisah)
(Sumber : <http://www.indonetwork.co.id> 2012)

3. Peralatan pengaman arus lebih

Berfungsi untuk mengatasi gangguan arus lebih pada sistem distribusi sebelum gangguan meluas kepada sistem yang lainnya. Peralatan yang pada umumnya digunakan adalah :

1. Fuse cut out

Fuse adalah kombinasi alat pelindung dan pemutus rangkaian, yang memiliki prinsip melebur

(expulsion) atau mengamankan gangguan permanen antar fasa ke tanah, atau apabila dilewati arus yang besarnya melebihi nilai batas arus yang diijinkan melaluinya. Jika terjadi gangguan maka elemen pelebur yang terletak pada tabung fiber akan meleleh dan terjadi busur api yang akan mengenai tabung fiber sehingga menghasilkan gas yang akan mematikan busur api.



Gambar 3.3. Fuse Cut Out
(Sumber : <http://www.itrademarket.com> 2012)

2. Rele arus lebih (Over Current Rele)

Rele adalah alat pengaman yang dipasang pada peralatan yang berfungsi melindungi peralatan listrik dari gangguan, pemasangan relai bertujuan :

1. Meminimalisir kerusakan pada alat yang dilalui arus gangguan.
2. Melindungi sistem dari bagian sistem lainnya yang mengalami gangguan atau kerusakan, agar sistem yang tidak terganggu dapat bekerja terus.



Gambar 3.4. Rele Arus Lebih
(Sumber : <http://www.indonetwork.co.id> 2012)

D. Saluran Udara Tegangan Rendah.

Jaringan tegangan rendah merupakan jaringan tenaga listrik dengan tegangan rendah yang mencakup seluruh bagaian jaringan (SPLN 56 1984). Jaringan tegangan rendah adalah jaringan yang berhubungan langsung dengan konsumen tenaga listrik, pada JTR sistem tegangan distribusi primer 20 atau 11 kV diturunkan menjadi tegangan rendah 380 atau 220V. Radius operasi jaringan distribusi tegangan rendah dibatasi oleh :

1. Susut tegangan yang diisyaratkan
2. Luas penghantar jaringan
3. Distribusi pelanggan sepanjang jalur jaringan distribusi
4. Sifat daerah pelayanan (desa, kota, dan lain-lain)
5. Standar di indonesia PT. PLN, susut tegangan yang diijinkan adalah tidak boleh melebihi 5% (PUIL 2000)

E. Gangguan Pada SUTR dan SUTM

Dalam pendistribusian listrik kepada konsumen sering terjadi suatu kendala atau gangguan yang mengakibatkan terjadinya pemadaman gangguan tersebut adalah :

1. Gangguan Hilang Pembangkit

Beroperasinya pembangkit tenaga listrik tidak dapat dipisahkan dari sub sistem tenaga listrik yang lain yaitu penyaluran atau transmisi, distribusi dan pelepasan, karena pembangkit tenaga listrik merupakan salah satu sub sistem dari sistem tenaga listrik. Sistem tenaga listrik yang sangat luas cakupan areanya, menyebabkan timbulnya gangguan yang tidak dapat dihindari, salah satu sub sistem yang kemungkinan mengalami gangguan adalah pembangkit tenaga listrik, gangguan tersebut adalah hilangnya daya atau pasokan daya pada pembangkit. Gangguan hilangnya pembangkit secara garis besar terbagi atas dua yaitu yang bersifat internal dan eksternal (PT. PLN 2010).

1. Gangguan internal yaitu yang disebabkan oleh pembangkit itu sendiri, contohnya : kerusakan atau gangguan pada penggerak mula (prime over) dan kerusakan atau gangguan pada generator atau komponen yang lain yang ada pada pembangkit.
2. Gangguan eksternal , yaitu gangguan yang disebabkan dari luar pembangkit, misalnya : gangguan hubung singkat pada jaringan. Hal tersebut menyebabkan sistem proteksi (rele atau circuit breaker) bekerja dan memisahkan suatu pembangkit dari sistem yang lainnya. Jika tingkat pembebanan pembangkit yang hilang atau terlepas dari sistem melampaui spinning reserve sistem, maka akan terjadi penurunan frekuensi secara terus-menerus. Hal tersebut harus segera diatasi karena akan mengakibatkan trip pada unit pembangkitan yang lain yang akan berdampak sistem akan mengalami padam total (collapse). (PT. PLN buku 4 2010)

2. Gangguan Beban Lebih

Dalam sistem tenaga listrik gangguan beban lebih adalah pelayanan kepada pelanggan listrik yang melebihi kemampuan sistem tenaga listrik yang ada , misalnya, trafo distribusi dengan kapasitas daya terpasang 100 kVA, akan tetapi melayani pelanggan lebih besar dari kapasitasnya. Beban lebih akan mengakibatkan arus yang mengalir pada jaringan listrik menjadi besar, umur hidup (*lifetime*) peralatan dan material pada jaringan listrik menjadi pendek.

3. Gangguan Hubung Singkat

Gangguan hubung singkat pada jaringan listrik dapat terjadi antara fasa (2 fasa atau 3 fasa) dan gangguan antara fasa ke tanah. Timbulnya gangguan dapat bersifat temporer (non persistent) dan gangguan permanent. Gangguan yang bersifat temporer atau bersifat sementara , tidak memerlukan tindakan. Gangguan tersebut akan hilang dengan sendirinya dan jaringan listrik akan bekerja normal kembali. Jenis gangguan ini adalah timbulnya flashover antar penghantar dan tanah (tiang, traverse atau kawat tanah)

karena sambaran petir, flashover dengan pohon dan lain-lain. (PT. PLN buku 1 2010)

Gangguan yang bersifat permanent (persistent) yaitu gangguan yang bersifat tetap. Agar jaringan dapat berfungsi kembali maka perlu dilakukan perbaikan dengan menghilangkan gangguan tersebut. Gangguan jenis ini akan menyebabkan terjadinya pemadaman tetap pada jaringan listrik dan pada titik gangguan akan terjadi kerusakan permanen. Contohnya adalah menurunnya kemampuan isolasi padat atau minyak trafo, disini akan menyebabkan kerusakan permanen pada trafo, dan untuk dapat beroperasi kembali perlu diadakan perbaikan. Penyebab yang mengakibatkan terjadinya gangguan hubung singkat adalah (Suhadi 2008):

1. Terjadinya angin kencang, dan terjadi gesekan antara pohon dengan jaringan listrik.
 2. Akibat layang-layang dengan menggunakan benang yang dapat dialiri arus listrik.
 3. kualitas peralatan atau material yang kurang baik misalnya.
 4. Pemasangan jaringan yang kurang baik misalnya
 5. Terjadinya hujan dan sambaran petir, karena terkena galian (kabel tanah) sudah melebihi masa pakai.
4. Gangguan Tegangan Lebih
- Gangguan tegangan lebih adalah besarnya tegangan yang terdapat pada jaringan listrik melebihi tegangan nominal yang disebabkan oleh :
- a. Adanya penurunan beban atau hilangnya beban pada jaringan yang disebabkan oleh switching karena gangguan atau manuver.
 - b. Terjadi gangguan pada pengatur tegangan otomatis Automatic Voltage Regulator (AVR) pada generator atau pada on load tap changer transformer.
 - c. Putaran yang sangat cepat (over speed) pada generator yang diakibatkan karena kehilangan beban.
 - d. Terjadi sambaran petir atau surja petir (lighting surge) yang mengakibatkan hubung singkat atau tegangan lebih.
 - e. Terjadinya surja hubung (switch surge) yaitu berupa hubung singkat akibat bekerjanya circuit breaker sehingga menimbulkan tegangan transien yang tinggi.
 - f. Meningkatnya permintaan energi listrik dari pelanggan sehingga memaksa trafo dan saluran dengan beban maksimum.
 - g. Adanya manuver atau perubahan aliran beban di jaringan, setelah adanya gangguan
 - h. Pemakaian energi listrik yang diluar kontrol dan catatan di PLN atau tanpa sepengetahuan PLN, sehingga timbulnya gangguan beban lebih.

5. Gangguan Instabilitas

Gangguan Instabilitas adalah gangguan ketidaksetabilan pada sistem (jaringan) listrik. Gangguan yang disebabkan adanya hubungan singkat dan kehilangan pembangkit yang berdampak timbulnya ayunan daya (power swing). Efek yang lebih besar akibat adanya ayunan daya adalah mengganggu sistem interkoneksi jaringan dan menyebabkan unit-unit pembangkit lepas sinkron (out of synchronism), sehingga rele pengaman salah kerja dan menyebabkan gangguan yang lebih luas. Untuk mengantisipasinya yaitu dengan konstruksi jaringan harus baik, sistem proteksi harus andal, pengoperasian dan pemeliharaan harus baik dan benar (PLN P3B 2004)

6. Gangguan Karena Konstruksi Jaringan Yang Kurang Baik.

Sistem jaringan yang dimaksud disini adalah, mulai dari pembangkit, penyaluran, distribusi sampai dengan instalasi listrik pelanggan. Dan gangguan konstruksi jaringan adalah, gangguan yang terjadi akibat kondisi jaringan yang tidak memenuhi ketentuan dan standard teknik.

BAB IV HASIL PENELITIAN

A. Peralatan Pengaman Sistem Distribusi Listrik

Peralatan pengaman atau proteksi berfungsi melindungi sistem distribusi listrik dengan membatasi tegangan lebih (over voltage) atau arus lebih (over current). Dan jenis peralatan pengaman tersebut adalah :

1. MCB pembatas
2. Pelebur Tegangan Rendah putus
3. Pelebur Tegangan Menengah
4. Pemutus tegangan menengah terbuka, pelebur tegangan menengah putus karena pohon/dahan .
5. Rele bekerja tanpa penyebab jelas, PMT dapat masuk kembali
6. *Cut out* rusak : terjadi pemutusan distribusi listrik.
7. Rele pelepas beban bekerja karena gangguan *Station Service* Pusat .

Dampak yang ditimbulkan dari gangguan masing-masing peralatan pengaman untuk dapat bekerja sebagaimana mestinya adalah mulai dampak minimum yaitu gangguan sementara atau temporer hingga dampak terburuk yaitu gangguan permanen (PT. PLN P3B 2006). Efek dari masing-masing kerusakan atau gangguan dari masing-masing peralatan tersebut diatas adalah :

1. MCB pembatas rusak maka terputusnya aliran listrik untuk satu pelanggan atau konsumen.
2. Pelebur TR putus maka suplai listrik akan terhenti untuk puluhan pelanggan.
3. Pelebur tegangan menengah maka akan terputusnya pendistribusian arus listrik untuk ratusan pelanggan.
4. Pemutus tegangan menengah terbuka, pelebur tegangan menengah putus karena pohon/dahan mak

akan terhenti pendistribusian listrik untuk ribuan konsumen.

5. Rele bekerja tanpa penyebab jelas, PMT dapat masuk kembali maka pendistribusian listrik akan terhenti beberapa saat.
6. *Cut out* rusak akan memutuskan aliran listrik untuk beberapa bagian konsumen .
7. Rele pelepas beban bekerja karena gangguan *Station Service* Pusat Pembangkit akan mengakibatkan putusnya distribusi listrik, karena rele bekerja melepaskan beban distribusi, listrik tidak akan dapat tersalurkan dan dampaknya puluhan ribu pelanggan akan mengalami pemadaman.

B. Tabel Data Gangguan

Tabel 4.1. Tabel data gangguan selama tahun 2011

A.PEMADAMAN KARENA GANGGUAN		
NO	Jenis Gangguan	Jumlah gangguan/tahun
1	MCB Pembatas Rusak	161
2	Kerusakan / Gangguan Sambungan Masuk Pelayanan	556
3	Gangguan KWH Meter	87
4	Lain-lain	19
5	Pelebur Tegangan Rendah Putus	64
6	Kerusakan Papan Hubung Bagi TR (al.digardu) Karena Beban Lebih, Mutu Yang Jelek	3
7	Pengantar Tegangan Rendah Putus	45
8	Kerusakan Konektor	337
9	Jumper SUTR Rusak	1
10	Lain-lain	4
11	Pelebur Tegangan Menengah Putus	51
12	Transformator Rusak	9
13	Kabel Sekunder Trafo Rusak	1
14	Tiang Listrik Roboh Dilanggar Kendaraan	1
15	Tiang Listrik Roboh Karena Tua	1
16	Pemutus Tegangan Menengah Terbuka, Pelebur Tegangan Menengah Putus Karena Pohon/Dahan	54
17	Rele Bekerja Tanpa Penyebab Yang Jelas, PMT Dapat Masuk Kembali	45
18	Jumper SUTM Rusak	3
19	Cut Out Rusak	33
20	Pemadaman Karena Trafo GI Mengalami Beban Lebih (<i>overload</i>)	13
21	Lain-lain	1
22	Rele Pelepas Beban Bekerja Karena Gangguan <i>Station Service</i> Pusat Pembangkit	23
B.PEMADAMAN TERENCANA		
23	Karena Pemeliharaan	29
24	Karena a Pemeliharaan	7
25	Pemadaman Bergilir Karena Daya Kurang	135
26	Pemadaman Bergilir Karena Daya Kurang	1
JUMLAH FAULT		1684

(Sumber : PT. PLN 2011)

Jumlah total gangguan selama satu tahun baik pemadaman karena gangguan atau gangguan suatu peralatan untuk dapat menjalankan fungsinya maupun gangguan yang telah direncanakan. Jumlah keseluruhan gangguan termasuk pemadaman terencana pada tahun 2011 sebanyak 1.684 gangguan dan untuk khusus peralatan pengaman menyumbang 431 dari 1512 gangguan dan jika dipersenkan

$$431/1512 \times 100 = 28,50\%$$

Akan tetapi jika dilihat dari angka jumlah pelanggan yang padam diakibatkan gangguan peralatan pengaman yaitu

1. Jumlah pelanggan padam selama 1 tahun akibat gangguan sebanyak 267.647 pelanggan.
2. Jumlah pelanggan padam selama 2011 (1tahun) disebabkan gangguan peralatan pengaman sebanyak 194.702 pelanggan.

3. Jika dirata-ratakan selama 1 tahun $267.647/12=22.303$ pelanggan padam tiap bulannya.
4. Jika dipersenkan peralatan pengaman menyumbang pelanggan padam sebanyak $194.702/267.647 \times 100=72,74 \%$.

C. Tabel Hasil.

Tabel 4.2. perbandingan gangguan peralatan dengan pelanggan padam pada tahun 2011

Bulan	Jumlah pelanggan	Persen pengaman terhadap pelanggan padam	Jumlah gangguan peralatan pengaman	Jumlah pelanggan padam pada SAIDI & SAIFI
januari	53.938	38,64%	34	20.843
februari	54.183	98,79%	35	53.528
Maret	56.989	13,73%	37	7.828
april	62.238	26,09%	47	16.240
mei	63.736	71,55%	46	45.606
Juni	64.295	27,72%	30	17.826
juli	64.393	19,29%	35	12.424
agustus	64.393	16,47%	32	10.608
september	66.524	3,90%	40	2.595
Oktober	67.080	3,41%	25	2.288
november	67.288	4,50%	45	3.029
desember	67.599	2,72%	25	1.843

Jumlah angka gangguan suatu peralatan pengaman untuk bekerja tidak berbanding lurus dengan jumlah pelanggan padam yang terdapat pada data SAIDI & SAIFI. Berdasarkan data peralatan pengaman yang terganggu belum pasti menyebabkan pelanggan padam, data SAIDI & SAIFI hanya menganalisa dampak terparah dari gangguan yaitu terjadinya pemadaman. Sedangkan gangguan peralatan yang tidak sampai menyebabkan pelanggan padam tidak ada pada metode SAIDI & SAIFI, untuk itu dengan adanya metoda FMEA akan melengkapi kelemahan atau kekurangan dari metode yang telah ada yaitu SAIDI & SAIFI. FMEA mampu menganalisa peralatan yang terganggu, khususnya peralatan pengaman dalam penelitian ini yang menyebabkan pelanggan padam ataupun tidak. Peralatan yang mengalami gangguan walau tidak sampai menyebabkan pelanggan padam dapat dianalisa dengan metode FMEA ini.

Dengan penggunaan metode Failure Mode Effect Analysis (FMEA) akan membantu melengkapi metode yang telah digunakan, juga dapat diketahui potensi resiko yang terbesar dari masing-masing peralatan pengaman. Pihak PT. PLN Cabang Pekanbaru Rayon Panam akan mengetahui Peralatan pengaman yang memiliki potensi resiko tertinggi agar dapat diprioritaskan penanganannya baik dalam perawatan berkala atau penggantian alat.

Tabel 4.3. nilai RPN dari resiko tertinggi.

Component and Function	Severity	Occurence	Detection	Risk Priority Number
Cut out rusak	9	2	9	162
MCB pembatas rusak	4	7	4	112
Rele Pelepas Beban Bekerja Karena Gangguan Station Service Pusat Pembangkit	7	2	4	56
pelebur tegangan menengah putus	4	3	4	48
rele bekerja tanpa penyebab jelas, PMT dapat masuk kembali.	3	3	5	45
pelebur Tegangan Rendah putus	3	3	5	45
pemutus tegangan menengah terbuka, pelebur tegangan menengah putus karena pohon/dahan	7	3	2	42

Dengan hasil nilai tersebut di dalam tabel 4.3 maka peralatan pengaman masih dalam batas normal, karena nilai kritis dari RPN yaitu pada angka 200 (George E, Dieter.2000). Akan tetapi walau dikatakan masih dalam ambang batas aman, perlu dilakukan langkah prioritas penanganan. Jika nilai RPN dapat ditekan secara otomatis kontinuitas pelayanan akan lebih baik.

Tabel 4.4. tindakan atau kontrol penanganan terhadap gangguan (fault)

No	Component and Function	Current Controls
1	MCB pembatas rusak	Pengecekan dan perawatan berkala
2	pelebur Tegangan Rendah putus	Kualitas peralatan listrik yang diinstalasi
3	pelebur tegangan menengah putus	Pengecekan peralatan pengaman atau proteksi
4	pemutus tegangan menengah terbuka, pelebur tegangan menengah putus karena pohon/dahan	Pengontrolan jalur yang dilalui jaringan distribusi atau pemotongan dahan atau pohon.
5	rele bekerja tanpa penyebab jelas, PMT dapat masuk kembali.	Uji batas sensitifitas rele respon kerja rele
6	cut out rusak	Perawatan serta pengecekan
7	Rele Pelepas Beban Bekerja Karena Gangguan Station Service Pusat Pembangkit	Pengecekan pembagian beban pada masing-masing pembangkit.

Dampak dari gangguan peralatan pengaman dengan terputusnya pasokan distribusi listrik, semakin sering dan lama durasi pemadaman maka keandalan buruk, untuk itu keandalan didistribusi listrik dilihat dari kontinuitas dalam penyaluran energi listrik. semakin sedikit terjadi pemadaman tingkat keandalan semakin baik.

V. PENUTUP

A. Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan baik pengumpulan data dari lapangan maupun berdasarkan teori dari berbagai literatur maka diperoleh antara lain :

1. Jumlah penyumbang kegagalan dari peralatan pengaman sebesar 28.50%.
2. Jumlah gangguan yang berdasarkan penyebab pelanggan padam berjumlah sebesar 70%.

3. Banyaknya jumlah kegagalan peralatan pengaman tidak berbanding lurus dengan jumlah pelanggan yang padam.
4. Nilai RPN tertinggi yaitu pada kerusakan peralatan pengaman cut out yaitu sebesar 162 , kemudian Magnetic Circuit Break (MCB) pembatas rusak sebesar 112 .

B. Saran

Butuh banyak penyempurnaan dari penelitian ini, maka untuk penelitian selanjutnya dan kepada instansi terkait dapat diberikan saran antara lain :

1. Metode pembandingan untuk melengkapi metoda FMEA yang dipakai dalam penelitian ini.
2. Hasil penelitian ini dapat ditindak lanjuti untuk peningkatan keandalan distribusi listrik serta ketersediaan pasokan listrik yang berkelanjutan.
3. Perlu perhatian khusus terhadap kualitas peralatan pengaman yang dipasang.
4. Terhadap peralatan yang nilai Risk Potential Number (RPN) nya tinggi serta peralatan yang memiliki dampak pemadaman yang cukup besar harus diprioritaskan dan untuk perawatan frekuensinya diperbanyak.

Robin E. McDermott, Raymond J. Mikulak, Michael R. Bearegard, The Basic Of FMEA, 2nd Ed.

Standar SPLN 59:1985. Keandalan Pada Sistem Distribusi 20 Kv dan 6kV. Departemen Pertambangan Dan Energi Perusahaan Umum Listrik Negara.

Standar Operasi Prosedur, 2012 . Penyulang Pulukan Gardu Induk Negara, Operasi Jaringan Distribusi. 20 kV Penyulang Pulukan

Standar SPLN 68-2:1986. Tingkat Jaminan Sistem Tenaga Listrik, Bagian Dua: Sistem Distribusi.

Setyana. Iva, 2008 , Implementation of RCM II (Reliability Centered Maintenance) and RPN (Risk Priority Number) in Risk Assessment and Scheduling Maintenance Task at HPB (High Pressure Boiler) Base On JSA (Job Safety Analysis) (Case study at PT. SMART Tbk. Surabaya).

Suhadi, 2008, Teknik Distribusi Tenaga Listrik, jilid 2, Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan

Tihendra, Eki. 2012. Analisis Keandalan Instrumentasi PLTG Menggunakan Metode Failure Modes And Effect Analysis (FMEA) DI PT. PLN PLTD/G Teluk Lembu

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional. Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2000
- Chapel S, 2000. Reliability of Electric Utility Distribution Systems, Santa Clara University
- David J Smith .2005. Reliability Maintainability And Risk, Seventh Ed.
- Febriani, Noni.2007. Analisis reliabiliy pada pumping unit dengan menggunakan metode Failure Mode And Effect Analysis (FMEA) di PT. Chevron Pasific Indonesia. Surabaya.
- George E, Dieter.2000. Engginering Design, A Materials and Processing Approach, Third edition.
- Priambudhi, setyo 2007, Evaluasi Keandalan Jaringan Distribusi 20 KV Dengan Penentuan Lokasi Sectionalizer. Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya.
- Sumardjati, Prih 2008, Teknik Pemanfaatan Tenaga Listrik. Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan
- Priyanta Dwi, 2000, Keandalan dan Perawatan, Teknik Sistem Perkapalan Fakultas Teknologi Kelautan Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya
- PT PLN (Persero), 2010, Kriteria Desain Enjiniring Konstruksi Jaringan Distribusi Tenaga Listrik, PT PLN (PERSERO).
- PT PLN (Persero), 2010 , Standar Konstruksi Gardu Distribusi Dan Gardu Hubung Tenaga Listrik.
- PT PLN (Persero) P3B, 2006. Sistem Proteksi Jaringan