

SISTEM PENGAMANAN PENYALURAN ENERGI LISTRIK SATU FASA TEGANGAN RENDAH DENGAN MENGGUNAKAN *FUSE CUT OUT*

Iman Setiono^{1*} Dery Prasetyo,¹

¹ PSD III Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Diponegoro
Jalan Prof. Soedarto, SH Tembalang Semarang 50275
e-mail : imansetionoms@gmail.com*

Abstrak

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mempelajari kinerja dari sistem pengaman yang digunakan pada jaringan listrik tegangan rendah yang menyalurkan energi dengan menggunakan alat pengaman fuse cut out. Masalah yang sering muncul di lapangan adalah seringnya terjadi gangguan pada sistem penyaluran energi listrik sehingga mengakibatkan pemadaman. Dengan menggunakan sistem pengaman yang handal diharapkan dapat menekan angka saidi dan saifi, sebagai tolok ukur keandalan sistem penyaluran energi listrik. Metode yang digunakan adalah survey lapangan dan simulasi di laboratorium sistem proteksi tenaga listrik. Untuk mengetahui kinerja dari fuse cut out sebagai pengaman jaringan, dilakukan suatu studi kasus dengan membandingkan antara rating arus fuse link dan arus gangguan hubung singkat di Jaringan tegangan rendah. Daerah yang dijadikan sampel penelitian adalah di penyulang 7 Tambaklorok pada rayon Semarang timur. Data diambil dari kasus yang terjadi di jalur Tambak Lorok 7 Rayon Semarang Timur. Kasus yang terjadi adalah hubung singkat fasa-fasa pada Jaringan tegangan rendah. Hasil yang diperoleh adalah besarnya arus gangguan sebesar 4851,3 A. rating arus fuse link terpasang adalah 10 A. Kesimpulannya bahwa besarnya arus gangguan tadi sudah melampaui batas ketahanan trafo yang ada, sehingga trafo menjadi rusak. Saran tembusnya gangguan hubung singkat dapat diatasi oleh fuse cut out sebagai pengaman jaringan sehingga saat kejadian arus hubung singkat tersebut fuse cut out lepas dengan cepat, sehingga arus gangguan tidak tembus ke jaringan utama.

Kata kunci: fuse cut out, gangguan hubung singkat, rating fuse link,

1. PENDAHULUAN

Kebutuhan energi listrik yang semakin meningkat dari hari kehari, menuntut ketersediaan listrik yang semakin baik pula, dalam arti dari segi kualitas maupun kuantitasnya. Kualitas menyangkut mutu dan keandalan, sedangkan kuantitas adalah menyangkut kontinuitas sistem penyalurannya. Untuk lebih meningkatkan keandalan mutu penyaluran dan pelayanan energi listrik kepada konsumen, maka dibutuhkan sistem proteksi yang handal, sehingga keberlangsungan sistem penyaluran energi listrik ke konsumen dapat dijaga semaksimal mungkin, sesuai dengan kebutuhan konsumen. (Reno Martin Agung Pangestu, 2013)

Salah satu cara untuk menjaga keberlangsungan sistem penyaluran energi listrik ke konsumen ini adalah dengan meminimalisir terjadinya gangguan, dengan cara melengkapi sistem jaringan penyaluran energi listrik dengan alat proteksi. Peralatan proteksi yang biasanya ada adalah *fuse cut out* yang dipasang pada 20 KV.

2. LANDASAN TEORI

2.1. Fuse Cut Out

Fuse cut out adalah suatu peralatan proteksi jaringan yang terdapat di jaringan distribusi, *fuse cut out* merupakan pemutus rangkaian berbeban dengan jaringan, caranya dengan meleburkan salah satu bagiannya berupa kawat lebur (*fuse link*), sehingga bila terjadi gangguan arus lebih akibat gangguan hubung singkat yang terjadi, *fuse link* bisa lebur dan segera memutus rangkaian yang terkena gangguan. Perlengkapan *fuse* ini terdiri dari sebuah rumah *fuse* (*fuse support*), pemegang *fuse* (*fuse holder*) dan *fuse link* (Sudirman, Soemarto.et.al: 1985)

2.2. Prinsip Kerja Fuse cut out

Prinsip kerja dari *fuse cut out* adalah dengan merasakan arus yang melewati dirinya, jadi saat terjadi gangguan hubung singkat dan timbul arus lebih, elemen pelebur pada kawat *fuse link* putus, karena arus yang melewati *fuse link* sudah melebihi rating arus pengenal *fuse link*, sehingga elemen kawat lebur putus, maka terjadilah *arcing* pada *holder* sehingga pegas/per yang terdapat pada *line terminal* bekerja dengan menurun kan *lead* konduktor dan menggantung di udara, sehingga tidak ada arus yang mengalir ke sistem. (Irfan Affandi 2010),

2.3. Fungsi fuse cut out pada jaringan distribusi 20 KV

1. Tanggap terhadap arus lebih dari sistem atau peralatan yang dilindunginya, oleh karena melebur.

2. Memutus (memadamkan) arus lebih dan tahan terhadap perubahan tegangan balik yang timbul karena pemutusan tersebut
3. Untuk dapat memberikan pelayanan listrik dengan keandalan yang tinggi kepada konsumen (Azis Nurrochma Wardana 2013).

2.4. Penentuan Rating Arus FCO (Warsito, Adiwardojo et.al.1994)

1. Sebagai pengaman trafo tenaga 20KV/220V, dihitung dengan mengantisipasi *inrush current* trafo

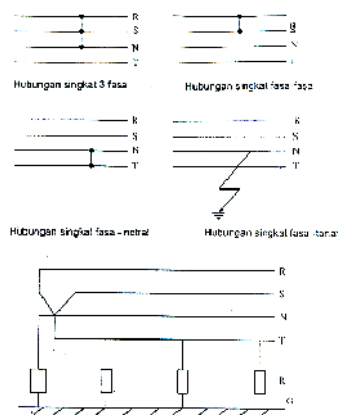
$$I_{fuse} = 1,02 \text{ s/d } 1,3 I_n \text{ trafo (Amp)}$$
 biasanya diambil 1,1 s/d 1,2 x I_n trafo
2. Sebagai pengaman pada jaringan SUTM : dihitung dengan mengantisipasi *inrush current* dari seluruh trafo yang tersambung sesudah pelebur terpasang.

$$I_{fuse} = 1,02 \text{ s/d } 1,3 I_n \text{ trafo (jumlah daya trafo yang terpasang) (Amp)}$$
 Biasanya diambil 1,1 s/d 1,2 x I_n trafo
3. Rumus untuk menghitung I_n pada trafo

$$I_n \text{ trafo} = \frac{KVA \text{ trafo}}{\sqrt{3} \times 20} \text{ Amp}$$

2.5. Gangguan Hubung Singkat JTR

Gangguan listrik (hubung singkat) yang terjadi didalam sistem terdiri dari 2 jenis yaitu gangguan antar fasa dan gangguan antar fasa dengan tanah. Gangguan antar fasa yaitu gangguan yang terjadi antara kabel fasa baik itu antar 3 fasa atau antar 2 fasa yang saling bersinggungan. Sedangkan gangguan antar fasa dengan tanah adalah gangguan yang terjadi antara fasa dengan tanah/ground.



Gambar 1
Gangguan Hubung Singkat JTR (Udiklat Bogor, 1997)

Hubung Singkat 3 fasa

$$I_{hs \ 3f} = \frac{1,1V}{Z}$$

Hubung Singkat fasa-fasa

$$I_{hs \ ff} = \frac{1,1 \sqrt{3} V}{2R}$$

Hubung Singkat fasa-tanah

$$I_{hs \ ft} = \frac{1,1V}{R + R_F + R_G}$$

Hubung Singkat fasa-netral

$$I_{hs \ fn} = \frac{1,1V}{R + R_N}$$

V = Tegangan fasa-netral (220V)

R = Tahanan Jaringan

R_G = Tahanan Gangguan
 R_N = Tahanan Penghantar netral
 R_E = Tahanan Pentanahan titik netral (Udiklat Jakarta,1997:1)

3.METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi Pengamatan

Lokasi pengamatan merupakan lokasi yang digunakan sebagai tempat untuk mengumpulkan data dan melakukan observasi langsung objek yang ada di lapangan. Lokasi yang dimaksud adalah seluruh wilayah Rayon Semarang Timur. Batas wilayah Rayon Semarang Timur adalah :

- a.sebelah timur : Daerah Plamongan indah
- b.sebelah utara : Laut Jawa
- c.sebelah selatan : Kawasan Lapangan Tembak, Rowosari, Bukit Kencana Jaya dan Ungaran Timur
- d.sebelah barat : Kali Banjir Kanal Timur

3.2. Sumber Data

Sumber data dalam penelitian adalah sumber subjek dari mana data dapat diperoleh. sumber data dalam pengamatan kualitatif terbagi menjadi dua yaitu data primer dan data sekunder. Data primer adalah data yang diperoleh peneliti secara langsung (dari tangan pertama), sementara data sekunder adalah data yang diperoleh peneliti dari sumber yang sudah ada.

a. Data Primer

Data primer yang digunakan pada penelitian ini didapat dengan cara melakukan pengamatan langsung ke lapangan dengan melihat dan mencatat konfigurasi jaringan yang ada di *feeder* yang menjadi objek pengamatan. Dalam hal ini adalah mendata setiap peralatan dan pengaman yang terpasang di lokasi terjadinya kecelakaan di jalan Padi Tengah 15 Blok E serta gambar konfigurasi jaringan yang terdapat di sekitar lokasi tersebut.

b. Data Sekunder

Data Sekunder yang digunakan pada penelitian ini adalah dengan menggunakan data-data yang berkaitan dengan *fuse cut out* sebagai pengaman/proteksi trafo distribusi satu fasa di lapangan. Nilai tahanan konduktor jaringan yang didapat dari literatur. Serta literatur-literatur yang membahas tentang *fuse cut out* secara lengkap.

3.3 Alat Pengumpulan Data

Dalam pengumpulan data yang diperlukan, penulis melakukan serangkaian kegiatan di lapangan secara langsung. Diantaranya melakukan *survey* di lokasi terjadinya kecelakaan pada tanggal 14 maret 2014 di jalan Padi Tengah 15 Blok E. Serta mengamati bagaimana kondisi jaringan beserta peralatan dan pengaman yang ada di sekitar lokasi, yaitu trafo dan *fuse cut out* yang ada dilokasi tersebut. Selain itu penulis juga melakukan diskusi kecil dengan setiap pegawai teknik yang terdapat di Rayon Semarang Timur mengenai objek yang diteliti.

Agar proses pengumpulan data dapat berjalan baik diperlukan alat-alat pendukung, berikut adalah alat pendukung yang digunakan penulis sebagai sarana utama dalam pengamatan :

3.3.1.Alat Tulis

Alat tulis adalah alat yang digunakan untuk mencatat setiap catatan yang dicatat dilapangan. Alat tulis yang digunakan berupa pensil standart 2B, penghapus *staedler*, dan pulpen.

3.3.2.Laptop

Laptop digunakan untuk mengolah dan menyimpan data yang diperoleh diantaranya materi-materi dari internet seperti perhitungan peritungan serta data dari rayon Semarang Timur. *Laptop* yang digunakan adalah *laptop Asus A46C*.

3.3.3.Kamera

Kamera berfungsi sebagai alat untuk mengambil gambar secara langsung yang ada di lapangan. Selain itu kamera ini berfungsi untuk mengambil gambar sepsifikasi FCO yang ada di lapangan dan tempat penempatan FCO di jaringan secara *real*. Foto yang diambil dapat menjadi acuan untuk keterangan di tugas akhir ini.

Kamera yang digunakan adalah kamera *handphone* merk *sony xperia z lte*.

3.3.4.Catatan Pengamatan

Catatan pengamatan merupakan catatan yang ditulis untuk mencatat setiap kegiatan yang dilakukan di lapangan. Media catatan pengamatan berupa buku saku kecil yang bisa dibawa kemana-mana. Catatan

pengamatan berisi detail-detail khusus yang ditemui di lapangan, jadi harus dicatat agar bisa digunakan sebagai referensi tambahan lainnya.

3.3.5. Bahan Pengamatan

Bahan pengamatan merupakan komponen yang digunakan untuk memperoleh perhitungan guna mencapai hasil yang diinginkan, bahan pengamatan yang diambil oleh penulis adalah sebagai berikut :

3.3.6. Lokasi pengamatan

Pada pembahasan kali ini diambil suatu studi kasus yang terjadi langsung di lapangan. Kejadian tersebut terjadi di jalur Tambak Lorok 7 Rayon Semarang Timur, kejadian tersebut terjadi pada tanggal 14 Maret 2014 di Jalan Padi Tengah 15 Blok E. Pada saat itu terjadi kecelakaan kerja oleh PT.Telkom yang tidak hati-hati dalam menancapkan tiang telpon, sehingga tiang tersebut menyentuh kabel jaringan JTR milik PT.PLN (persero) sehingga terjadi hubung singkat antar fasa-fasa sehingga membuat *fuse cut out* pengaman trafo satu fasa yang ada di jaringan bekerja dan meleburkan *fuse link* nya. Lokasi kejadian merupakan tapangan 1 fasa dengan *fuse cut out* yang ada di jaringan sebagai pengaman trafo dan jaringan. Trafo yang terpasang sebelumnya adalah EBT 50 KVA dan diganti langsung dengan trafo SINTRA 50 KVA.



Gambar 2

Foto Kabel JTR yang Terkena Tiang

3.3.7. Cara Pengamatan

Metode penelitian merupakan cara ilmiah untuk mendapatkan data dengan tujuan dan kebutuhan tertentu. Untuk mendapatkan data yang dibutuhkan dalam tugas akhir ini diperoleh dari studi kasus yang terjadi langsung di lapangan pada tanggal 14 Maret 2014, data-data pendukung didapat dari buku referensi dan literatur yang digunakan oleh penulis.

3.4. Analisis Data

Analisis data dilakukan secara deskriptif kuantitatif. Data-data yang telah didapatkan digunakan sebagai bahan perhitungan terhadap besar arus hubung singkat yang nantinya akan dibandingkan dengan *rating* arus *fuse cut out* sehingga dapat ditemukan penjelasan bagaimana *fuse cut out* bisa bekerja sebagai pengaman trafo distribusi satu fasa. Selanjutnya hasil perhitungan yang mengacu pada tujuan penelitian disimpulkan, yaitu untuk mendapatkan hasil yang menunjukkan bagaimana *fuse cut out* bekerja sebagai peralatan pengaman/proteksi trafo distribusi satu fasa., sehingga arus gangguan yang muncul bisa diputus secara tuntas dan tidak menyebabkan gangguan kepada jaringan lainnya.

4. HASIL PENGAMATAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Menghitung In (Arus Pengenal) Pada kedua sisi Trafo

Perhitungan pertama adalah menghitung besarnya In pada kedua sisi trafo. Perhitungan bertujuan untuk mengetahui berapa rating arus yang dimiliki oleh trafo pada sisi primer dan sekunder. Menghitung In pada trafo adalah menggunakan rumus sebagai berikut

$$I_n = \frac{P}{V} \text{ A}$$

In = Arus pengenal pada sisi primer atau sekunder (A)

P = Daya pengenal Trafo (KVA)

V = Tegangan pengenal pada sisi primer atau sekunder (V)

Maka arus pengenal pada sisi primer :

P = Trafo EBT 50 KVA

V = 11600 V (1 fasa)

$$I_n \text{ primer} = \frac{50\text{KVA}}{11600\text{V}} = 4,3 \text{ A}$$

Maka arus pengenal pada sisi sekunder :

P = Trafo EBT 50 KVA

V = 220 V (fasa-netral)

$$I_n \text{ sekunder} = \frac{50\text{KVA}}{220\text{V}} = 227 \text{ A}$$

Jadi nilai I_n primer = 4,3 A dan I_n sekunder = 227 A

4.2.Perhitungan I_n (Arus Pengenal) Trafo Dalam Satu Jaringan

Menurut persamaan

$$I_n \text{ trafo} = \frac{\text{KVA trafo}}{\sqrt{3} \times 20} \text{ Amp}$$

Pada persamaan diatas dasarnya adalah menggunakan persamaan daya biasa yaitu sebagai berikut

$$I = \frac{P}{V}$$

menghitung I_n trafo sisi primer pada jaringan satu fasa untuk trafo satu fasa adalah sebagai berikut

V untuk 3 = 20 kv

$$V \text{ untuk 1} = \frac{20 \text{ kv}}{\sqrt{3}} = 11600 \text{ V}$$

Maka bila dimasukkan pada persamaan (3.5) menjadi

P = 2 X 50 KVA = 100 KVA

V = 11600 V

$$I_n = \frac{P}{V} = \frac{100000}{11600} = 8,62 \text{ A}$$

Jadi I_n keseluruhan trafo dalam satu jaringan adalah 8,62 A

4.3.Perhitungan Rating Arus Fuse link pada Fuse Cut Out

Besar I_n trafo yang sudah dihitung adalah 8,62 A, besarnya *rating* arus *fuse link* yang bisa digunakan sebagai pengaman jaring dan trafo biasanya sekitar 1,1 s/d 1,2 x I_n trafo (Sarimun,2012:218). Maka besar *rating* arus *fuse link* adalah sebagai berikut

$I_n = 8,62 \text{ A}$

Rating arus = 1,1 x I_n

$$= 1,1 \times 8,62$$

$$= 9,02 \text{ A}$$

Maka yang dipakai adalah 10 A karena di pasaran yang dijual 10 A.

4.4.Perhitungan Tahanan Jaringan

Titik kasus yang digunakan sebagai dasar perhitungan berada pada jarak 80 m dari trafo, maka bila dikonversikan kesatuan km menjadi

$$\text{Jarak} = \frac{80}{1000} = 0,08 \text{ km}$$

Maka harga tahanan jaring pada jarak 0,08 km adalah

R = 0,08 x 0,54 (nilai tahanan kawat jaringan)

$$= 0,0432$$

4.5.Perhitungan Batas Ketahanan Trafo

Nilai I_n trafo (sisi sekunder trafo), pada studi kasus diambil trafo yang terkena gangguan adalah trafo dengan daya 50 KVA, maka harga I_n (sisi sekunder) nya adalah

Sesuai persamaan (5.2)

V = 220 V

$$I = \frac{P}{V}$$

$$I = \frac{50000}{220} = 227 \text{ A}$$

Jadi I_n (sisi sekunder) untuk satu trafo dengan daya 50 KVA adalah sebesar 227 A

Lalu dimasukkan dalam ketentuan diatas

1. $2 \times 227 = 454 \text{ A}$ 300 detik
2. $4,75 \times 227 = 1079,54 \text{ A}$ 60 detik
3. $6,7 \times 227 = 1520,9 \text{ A}$ 30 detik
4. $11,3 \times 227 = 2,565,1 \text{ A}$ 10 detik
5. $25 \times 227 = 5500 \text{ A}$ 2 detik

4.6.Perhitungan Arus Gangguan Hubung Singkat

Perhitungan gangguan hubung singkat yang akan dihitung adalah gangguan hubung singkat fasa-fasa pada jarak 80 meter dari trafo.

Rumus hubung singkat fasa-fasa

$$I_{hs\ ff} = \frac{1,1\sqrt{3} V}{2R}$$

besar hubung singkat yang terjadi pada jarak 80 m

$$R = 0,0432$$

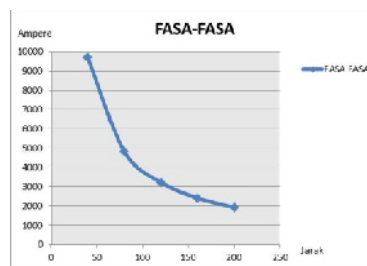
$$I_{hs\ ff} = \frac{1,1\sqrt{3} 220}{2 \cdot 0,0432} = \frac{419,15}{0,0864}$$

$$= 4851,273 \text{ A}$$

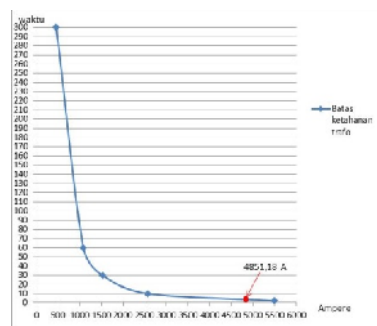
4.7. Membandingkan Besarnya Arus Gangguan Hubung Singkat JTR dengan Batas ketahanan Trafo

Setelah mendapatkan nilai perhitungan-perhitungan diatas, maka selanjutnya adalah membandingkan antara besarnya arus gangguan hubung singkat yang terjadi dengan batas ketahanan trafo yang sudah dihitung.

Pembandingan ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui apa yang menyebabkan trafo yang ada di lokasi menjadi rusak dan tidak bisa digunakan lagi



Gambar 3. Grafik hubung Singkat Antar Fasa



Gambar 4 Grafik batas ketahanan trafo

Dapat dilihat dari perbandingan kedua grafik diatas bahwa Arus gangguan yang terjadi pada jarak 80 m menghasilkan arus gangguan/ arus lebih yang sangat besar sekali. Besar dari arus gangguan tersebut adalah 4851,273 A. Dengan dibandingkan dengan batas ketahanan trafo yang ada, besarnya arus gangguan ini tidak mustahil jika membuat trafo yang mengalami gangguan hubung singkat tersebut langsung mengalami kerusakan dalam waktu yang sangat cepat sekali sehingga trafo tersebut tidak bisa digunakan lagi.

Dapat dilihat bahwa saat terjadi gangguan dengan besar arus gangguan mencapai 4851,273, Nampak pada grafik jika batas ketahanan trafo hanya mampu menahan gangguan tersebut selama hampir mendekati nol. Itu

artinya saat terjadi kejadian pada saat itu trafo dengan waktu yang cepat sekali sudah tidak mampu menahan besarnya arus gangguan yang ada.

I Gangguan > Batas Ketahanan Trafo = Trafo Rusak

4.8. Besarnya Arus Gangguan Hubung Singkat JTR dengan Rating Arus Fuse link

. Berdasarkan data-data yang sudah didapat diatas, kali ini pembahasan akan membahas data tersebut dengan membandingkan besarnya arus hubung singkat dengan rating arus fuse link terpasang pada fuse cut out yang terpasang.

Data-data untuk perbandingan adalah sebagai berikut:

1. I gangguan hubung singkat jarak 80 m = 4851,273 A
2. Besarnya rating arus pada jaringan tersebut
 - a. Didapat dari total In trafo total (sisi primer) = 8,62 A
 - b. Besar rating arus fuse link berdasarkan perhitungan = 9,02 A
 - c. Rating fuse link terpasang di fuse cut out = 10 A

Setelah mendapatkan data-data diatas maka selanjutnya dalah membandingkan data tersebut menggunakan grafik

Dengan melihat perbandingan melalui gambar grafik diatas. Dapat kita lihat bahwa gangguan sebesar 4851,273 A yang ditunjukkan dengan panah berwarna hitam menunjukan pada posisi waktu busur pelebur fuse link 10 A. Posisi tersebut ditandai oleh tanda titik berwarna merah yang tepat berada di posisi busur tersebut. Dan posisi titik merah tersebut sejajar dengan kurva waktu nya selama dibawah 0,1 detik. Itu berarti bahwa arus gangguan sebesar 4851,273 A berhasil diputus maksimum dengan tuntas dengan putusnya fuse link dengan kapasitas 10 A dalam waktu pemutusan selama 0,1 detik.

Ini berarti menandakan bahwa saat terjadinya gangguan pada tanggal 14 Maret 2014 tersebut fuse cut out bekerja dengan baik dengan ditandai oleh bekerjanya fuse link dengan memutus dengan sempurna arus lebih akibat gangguan hubung singkat yang terjadi di jaringan tegangan rendah dalam waktu yang cepat yaitu selama dibawah 0,1 detik.

6.KESIMPULAN

1. Besar rating arus fuse link yang terpasang adalah 10 A
2. Besarnya arus gangguan hubung singkat pada jarak 80 m adalah 4851,273 A dan pada jarak terjauh 200 m adalah 1940,5 A
3. Semakin dekat jarak gangguannya maka semakin besar arus gangguannya dan jika semakin jauh jarak gangguannya maka semakin kecil arus gangguannya.
4. Trafo mampu menahan arus gangguan sesuai dengan ketentuan batas ketahanan trafo yang sudah ditetapkan. Semakin besar arus gangguan yang dirasakan maka waktu yang digunakan trafo untuk bertahan akan semakin cepat dan singkat.
5. Rating arus fuse link sebesar 10 A mampu memutus arus gangguan hubung singkat dengan besar 4851,18 A dalam waktu kurang dari 0,1 detik dengan cepat dan tuntas.
6. Fuse cut out bekerja dengan baik sebagai pengamanan jaringan distribusi satu fasa.

7.SARAN

Saran yang diberikan oleh penulis sebagai bahan evaluasi kedepan adalah sebagai berikut :

1. Pemeliharaan jaringan dengan terus melakukan inspeksi penyulang secara berkala, rabas-rabas pohon, dan terus melakukan inspeksi beban trafo agar beban trafo selalu terupdate secara berkala sehingga keadaan trafo dapat terpantau pembebanannya
2. Lebih selektif dalam menerima permintaan tambah daya, pasang baru, dan permintaan khusus dari pelanggan untuk loos stroom karena harus disesuaikan dengan keadaan trafo yang ada di lapangan, agar trafo yang ada tidak mengalami pembebanan yang berlebihan.
3. Untuk fuse cut out yang sudah ada disarankan untuk dilakukan sebuah inovasi dalam hal komponen yang terdapat pada bagian fuse cut out. Inovasi yang dapat disarankan adalah dengan melakukan penambahan kotak peredam busur api pada bagian line terminal fuse cut out, sehingga saat ujung holder fuse cut out lepas dari line terminal fuse cut out maka busur api yang tercipta dapat diredam oleh kotak peredam tersebut. Sehingga loncatan bunga api dan lidah api tidak mengenai jaringan yang ada di sekitar fuse cut out. Karena pada fuse cut out yang ada sekarang, pada

ujung *line terminal* langsung terhubung dengan ujung *holder fuse cut out*, sehingga bunga api dan lidah api yang tercipta tidak dapat diredam.

DAFTAR PUSTAKA

- Affandi,Irfan.2010.*Analisa Keandalan Koordinasi Relay PMT dan Recloser Jaring Distribusi 20 KV Penyulang SPL3.On The Job Training*.PT PLN (Persero) : APJ Semarang
- Pangestu, Reno Martin Agung .2013. *Analisa PMT Trip pada Penyulang Tambak Lorok 7 yang Disebabkan oleh Putusnya Fuse Cut Out Pengaman Trafo 3 Fasa di Tiang U7-72*.Tugas akhir (tidak diterbitkan) Program Studi Diploma III.Universitas Diponegoro : Semarang
- Sudirman, Soemarto dkk.1985.*SPLN 64 : 1985 Petunjuk Pemilihan dan Penggunaan Pelebur Pada Sistem Distribusi Tegangan Menengah*.Perusahaan Umum Listrik Negara : Jakarta
- Udiklat Bogor .1997. *Pemeliharaan Jaringan Distribusi – TR dan Teknologi peralatan*.Bogor : PT. PLN (Persero)
- Udiklat Jakarta.1997.*Operasi dan Pemeliharaan Distribusi TR – 04 Pengaman Jaringan Distribusi TR*.Bogor : PT. PLN (Persero)
- Wahyudi Sarimun.2012.*Proteksi Sistem Distribusi Tenaga Listrik*.Cibening-Bekasi Barat : Garamond
- Wardana,Azis Nurrochma.2013.*Perbandingan Pengaruh Penempatan Arrester Sebelum dan Sesudah FCO sebagai Pengaman Transformator 3 Fasa Terhadap Gangguan Surja Petir di Penyulang Pandean Lamper 5*.Tugas akhir (tidak diterbitkan) Program Studi Diploma III.Universitas Diponegoro : Semarang
- Warsito, Adiwardojo dkk.1994.*SPLN 95: 1985 Transformator Dengan Pengamn Sendiri Fasa Tunggal Untuk Jaringan Sistem Fase-Tiga 4-Kawat* .Perusahaan Umum Listrik Negara : Jakarta