

ANALISIS PENGARUH PENGGUNAAN TEKEP ISOLATOR SEBAGAI PENGANTI DISTRIBUTION TIE TERHADAP RUGI-RUGI DAYA DI PENYULANG KUBU

I Gusti Ketut Abasana, I Wayan Teresna
Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bali
Bukit Jimbaran, PO Box 1064 Tuban Badung-Bali
Phone (0361) 701981, Fax (0361) 701128

Abstrak : Dewasa ini, perkembangan teknologi menyebabkan kebutuhan akan energi listrik semakin meningkat. Ketersediaan energi listrik dan meningkatkan kehandalan pendistribusian energi tersebut ke pelanggan sudah menjadi kewajiban bagi PT. PLN. Untuk meningkatkan kehandalan, tentunya diperlukan pemikiran dan perhatian yang serius terhadap dampak mekanis dan permasalahan elektris yang ditemui di lapangan terhadap penghantar, komponen jaringan distribusi serta asesorisnya yang digunakan. *Distribution tie* atau *aluminium bending wire* adalah sebuah komponen jaringan distribusi saluran udara tegangan menengah (SUTM) yang berfungsi untuk mengikatkan penghantar A3CS pada isolator tumpu. Dampak mekanis dan elektris penggunaannya mengakibatkan kerusakan pada isolasi penghantar. Terjadinya flashover yang diakibatkan oleh partikel debu yang menempel pada bagian isolator tumpu dan juga menyebabkan terjadinya *partial discharge energy*. Peningkatan panas pada penghantar akibat *flashover* dan *partial discharge energy* akan mengakibatkan tahanan dalam penghantar bertambah besar. Sehingga rugi tegangan akan meningkat, yang berujung pada rugi daya (*losses*) dan energi listrik pada jaringan distribusi. Salah satu upaya yang sudah dilakukan PT. PLN untuk mengurangi *losses* adalah menggunakan tekep isolator sebagai pengganti *distribution tie*. Tekep isolator tidak merusak isolasi kabel. Melindungi kepala isolator dari partikel debu. Tekep Isolator tersebut berbahan dari *hard polyvinyl chloride* dan *soft polyvinyl chloride* sehingga sangat sesuai digunakan dengan penghantar yang memiliki isolasi. Dari upaya tersebut diharapkan *losses* yang terjadi bisa dikurangi.

Kata Kunci : Kehandalan, Distribution Tie, Tekep Isolator, flasover, rugi daya, parsial discharge

Abstract :

Keywords :

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Era globalisasi bercirikan pemanfaatan teknologi dalam menyebarkan kebudayaan/peradaban di masing-masing negara. Sebagian besar barang-barang berteknologi saat ini tidak bisa dilepaskan dari listrik. Ketersediaan energi listrik yang memadai dan handal menjadi sebuah kebutuhan yang penting. Dalam meningkatkan kehandalan energi listrik, tentu mengurangi pemadaman menjadi suatu hal yang sangat penting. Upaya teknis dari PLN untuk mengatasi gangguan pada sistem jaringan tegangan menengah sudah dilakukan dengan mengganti kabel A3C dengan kabel A3CS. Kabel A3CS merupakan penghantar A3C berisolasi dengan ketahanan isolasinya sampai dengan 6 kV. Selanjutnya tidak adanya vaselin pada kabel A3CS akan mengakibatkan terjadinya korosi di dalam kabel. Perlunya penanganan khusus pada saat menempatkan kabel A3CS pada isolator. Salah penanganan akan bisa merusak isolasi kabel A3CS tersebut [5].

Penggunaan *distribution tie* atau *aluminium bending wire* menyebabkan terjadinya gesekan dengan kabel A3CS. Gesekan yang terlalu lama akan

mengakibatkan kerusakan mekanis pada isolasi penghantar. Dampaknya akan terjadi flashover dari penghantar A3CS terhadap partikel debu yang menempel pada isolator tumpu (pinpost/line post isolator). Flashover ini lebih lanjut akan merusak struktur isolasi A3CS, bahkan dapat mengakibatkan kabel tersebut putus di dalam. Kerusakan isolasi ini juga akan berdampak pada terjadinya efek trafo pada *distribution tie*, sehingga terjadi panas yang berlebihan pada bagian kabel yang ditumpu oleh isolator. Dalam upaya penanggulangan dampak penggunaan *distribution tie*, yaitu dengan mengupas isolasi kabel pada bagian isolator tumpu dengan tujuan untuk menghilangkan kapasitor efek. Kapasitor efek ditimbulkan oleh adanya dielektrik (isolasi dan jarak) antara penghantar dengan isolator yang terkontaminasi partikel debu[4]. Tetapi akibat adanya bagian penghantar yang terbuka menyebabkan menurunnya kehandalan jaringan terhadap gangguan temporer (layang-layang, tertimpa pohon, gangguan binatang). Upaya lain yang dilakukan yaitu mengganti *distribution tie* dengan bahan yang terbuat dari plastik. Upaya ini dapat menghilangkan efek trafo (lilitan pada kabel A3CS oleh *distribution tie*), tetapi tidak

bisa menanggulangi flashover antara penghantar dengan bagian isolator tumpu yang terkontaminasi partikel debu. Bahkan flashover ini membuat bending wire dari plastik tersebut putus. Flashover dan energy partial discharge pada isolator tumpu juga akan menyebabkan kerugian daya/losses. Disebutkan oleh *Muhaimin (1993 : 6)* bahwa pada penghantar yang dilewati arus listrik selalu terjadi kerugian daya[1]. Dimana kerugian daya ini akan diposisikan dalam bentuk energi panas. Panas yang timbul akan mengakibatkan temperatur penghantar meningkat. Peningkatan temperatur akan menyebabkan juga meningkatnya nilai tahanan penghantar, sehingga rugi tegangan akan meningkat yang berujung pada rugi daya dan energi listrik. Partial discharge mengakibatkan terjadinya rugi daya dan energi listrik, karena sebagian energi listrik yang lewat dibuang percuma ke bumi [3].

Dari permasalahan tersebut diatas, PT. PLN dalam upayanya untuk meningkatkan keandalan menggunakan tekep isolator sebagai pengganti distribution tie. Tekep isolator ketika dipasang dalam waktu yang lama tidak akan merusak isolasi penghantar. Disamping sebagai pengikat penghantar terhadap isolator juga berfungsi sebagai pelindung kepala isolator dari partikel debu. Tidak menimbulkan efek trafo pada penghantar. Pemasangan dan pembukaan dapat dilakukan dengan mudah karena pengikatan menggunakan sabuk, sehingga memudahkan di dalam melakukan perawatan. Tekep isolator terbuat dari bahan plastik dengan ketahanan temperatur sampai dengan 160⁰ C, sedangkan sabuknya memiliki ketahanan sampai dengan 200⁰ C. Tekep Isolator tersebut berbahan dari *hard polyvinyl chloride* dan *softpolyvinyl chloride* sehingga sangat sesuai digunakan dengan penghantar yang memiliki isolasi. Dengan memperhatikan kelebihan tekep isolator dibandingkan dengan distribution tie diharapkan rugi-rugi daya dan energi listrik bisa dikurangi serta dampak buruk penggunaan distribution tie bisa diminimalisir.

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka yang menjadi rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

Berapa besar pengaruh penggunaan Tekep Isolator sebagai pengganti distribution tie terhadap perubahan rugi-rugi daya yang terjadi pada sistem penyaluran energi listrik di Penyulang Kubu ?

1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisa dan mengetahui pengaruh rugi-rugi daya yang terjadi pada sistem penyaluran energi listrik dengan digunakannya Tekep Isolator sebagai pengikat penghantar A3CS pada isolator tumpu.

II. METODE PENELITIAN


Metodologi penelitian merupakan suatu tahapan yang dilakukan untuk menyelesaikan suatu permasalahan yang ada. Dalam penelitian ini metodologi yang dikembangkan meliputi spesifikasi komponen, cara pemasangan dari komponen dan pengujian/pengukuran performansi komponen pada kondisi operasi.

2.1. Spesifikasi Komponen

A. Spesifikasi Penghantar A3CS

PT. KABELINDO MURNI Tbk

AAAC - S
All Aluminium Alloy Conductors XLPE Sheathed



1. Conductor : A11 Aluminium Alloy (AAAC)
2. Sheathed : Extruded CrossLinked Polyethylene (XLPE)

BARE CONDUCTOR

TECHNICAL DATA

SPC STD Specification : SPLN 41-10, SPLN 41-8 °C * Ambient temperature : 40 °C
APL Used for overhead transmission & distribution δ Wind velocity : 0.6 msec
ACV - AC Voltage test 13 kV / 5 menit

DIMENSIONAL & ELECTRICAL DATA

| AREA | Number of Core & Dia. Wire | Nominal Thickness Of Sheath | Overall Diameter approx. | Weight | Min. Calculated Breaking Load | Max. DC Resistance at 20°C | Current Carrying Capacity* | Std. Length per reel |
|--------------------|----------------------------|-----------------------------|--------------------------|-----------|-------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------|
| (mm ²) | n / (mm) | (mm) | (mm) | (kg / km) | (kN) | (Ohm/km) | (A) | (M±5%) |
| 35 | 7/2.5 | 3.0 | 13.90 | 204 | 9.62 | 0.958 | 150 | 2.000 |
| 50 | 19/1.75 | | 15.20 | 244 | 12.75 | 0.724 | 180 | |
| 70 | 19/2.25 | | 17.70 | 353 | 21.09 | 0.438 | 246 | |
| 95 | 19/2.5 | | 18.90 | 415 | 26.10 | 0.355 | 282 | |
| 120 | 19/2.75 | | 20.20 | 483 | 31.59 | 0.293 | 319 | |
| 150 | 19/3.25 | | 22.60 | 628 | 44.05 | 0.210 | 378 | 1.000 |
| | 37/2.25 | | 22.20 | 594 | 41.11 | 0.225 | | |
| 185 | 37/2.5 | | 23.90 | 707 | 40.77 | 0.183 | 432 | |
| 240 | 61/2.25 | | 26.70 | 900 | 67.79 | 0.139 | 523 | |

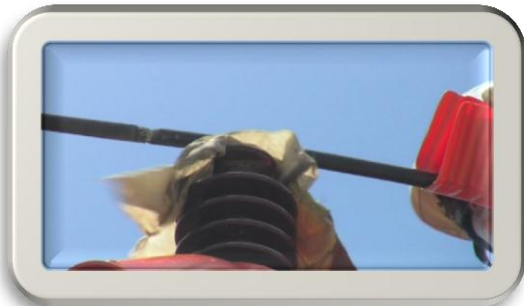
B. Spesifikasi Tekep Isolator

- Nama Barang : TEKEP ISOLATOR
- Type : YS-L150AP
- Fungsi : Jaringan lurus sampai belokan maksimum 5⁰
- Penghantar : A3CS 150 mm²
- Penggunaan : Dapat digunakan pada isolator LINE POST maupun PIN POST
- Bahan Baku : Hard Polyvinyl Cloride dan Soft Polyvinyl Cloride
- Tekanan Cetak : 350 TON
- Temperatur Kerja : TEKEP : MAX 160⁰ C, SABUK : MAX 200⁰ C.
- Tegangan Tembus : 44 KV DC
- Bahan Baku Sabuk : NYLON
- Kekuatan Sabuk : 150 daN
- Berat Bersih/Set : 379 gr ± 5%

13. Lifetime : 5 Tahun
14. Konstruksi : Konstruksi dibuat sedemikian rupa agar dapat mengikatkan kabel dengan isolator tumpu, sekaligus dapat menutupi kemungkinan terjadinya pengotoran pada bagian atas isolator tumpu dan mencegah mengalirnya air dari penghantar ke bagian atas isolator tumpu.

2.2. Cara Pemasangan

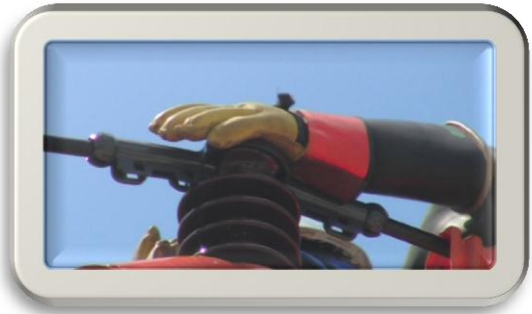
- Bersihkan Penghantar dan Isolator, ini merupakan kunci sukses penggunaan tekep isolator (Gambar 1)
- Potong stoper sesuai dengan ukuran isolator (Gambar 2)
- Renggangkan stoper dan kupingan sehingga mudah dipasang pada penghantar di atas tiang.
- Pasangkan tekep isolator secara sempurna di atas kepala isolator (Gambar 3).
- Ikut tekep isolator dengan bodi isolator dengan sabuk panjang pada arah horisontal. Sedangkan sabuk pendek dipasang secara vertikal. (Gambar 4).
- Setelah selesai pemasangan sabuk, bagian sabuk yang kepanjangan dipotong dengan tujuan mengamankan isolator akibat adanya kotoran, selanjutnya sabuk dikencangkan dengan alat tee gun. (Gambar 5)



Gambar 1



Gambar 2



Gambar 3



Gambar 4



Gambar 5

2.2 Pengukuran Unjuk Kerja Komponen

Pada metodologi ini melaksanakan pengukuran/penelitian untuk mendapatkan kumpulan data dan selanjutnya data tersebut dianalisis sehingga dengan demikian tujuan yang diharapkan bisa tercapai dengan baik

1. Pengumpulan Data

Pengambilan data dilakukan dengan mengukur suhu penghantar yang menggunakan tekep isolator dan data suhu pada penghantar yang masih menggunakan distribution tie sebagai pembanding unjuk kerja tekep isolator. Pengukuran dilaksanakan pada siang hari dengan maksud untuk mendapatkan suhu maksimal yang mungkin terjadi pada penghantar akibat dari arus beban puncak dan pengaruh suhu udara luar.

2. Analisis Data

Data dianalisis dengan menggunakan beberapa rumusan, yaitu :

a. Rumusan untuk menentukan besarnya nilai tahanan akibat dari pengaruh kenaikan suhu yang terjadi pada penghantar

$$R_t = R_0(1 + \alpha_0 t)$$

dimana:

R_t = tahanan konduktor pada $t^{\circ}\text{C}$

R_0 = tahanan konduktor pada 0°C

α_0 = koefisien temperatur tahanan per $^{\circ}\text{C}$ pada 0°C

t = temperatur $^{\circ}\text{C}$

b. Rumus untuk menentukan besarnya rugi-rugi daya dan energi akibat kenaikan suhu penghantar tersebut

$$D_p = 3 \cdot I^2 \cdot R$$

$$D_w = D_p \times 24 \times 30$$

Dimana :

D_p = rugi-rugi daya (watt)

I = arus beban (ampere)

R = tahanan penghantar (ohm)

D_w = Rugi-rugi energi (kWh)

2.3. Tempat dan Waktu Penelitian

Pengembangan jaringan tegangan menengah penyulang Kubu dilakukan di desa Datah, kabupaten

Karangasem dilaksanakan pada tanggal 24 Juni 2013, dengan panjang jaringan JTM = 2,854 km. Pada perluasan jaringan JTM tersebut digunakan 60 tiang beton berukuran 11 m. Isolator tumpu sebanyak 172 buah dan 66 buah isolator tarik. Menggunakan Tekep Isolator sebanyak 136 buah sebagai komponen pengikat antara penghantar dengan isolator sedangkan Distributor Tie digunakan sebanyak 44 buah. Penggunaan distribution tie masih diperlukan dilapangan karena topografi daerah tersebut banyak belokan dengan sudut lebih besar dari 5 derajat. Hal ini tidak memungkinkan untuk memasang tekep isolator pada tiang sudut/belokan. Perluasan jaringan ini melayani 2 buah trafo distribusi dengan daya total sebesar 150 kVA. Duabuaah trafo distribusi tersebut berkapasitas 100 kVA bernomor AB00087 berlokasi di banjar Kedampal dan berkapasitas 50 kVA bernomor KU0106 lokasinya di banjar Bidong. Adapun waktu penelitian dilaksanakan dari tanggal 23 juni sampai dengan tanggal 30 juli 2014.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Data Hasil Pengukuran

Tabel 3.1 Temperatur Kerja Rata-rata dari Tekep Isolator dan Distribution Tie

| No | Lokasi | Suhu Pengukuran | | | |
|----|--------------|-----------------|--------------------------|-------------|--------------------------|
| | | Nomor Tiang | Distribution Tie | Nomor Tiang | Tekep Isolator |
| 1 | Br. Kedampal | AB87A7 | 85,9 $^{\circ}\text{C}$ | AB87A5 | 24,1 $^{\circ}\text{C}$ |
| 2 | | AB87A8 | 89,3 $^{\circ}\text{C}$ | AB87A4 | 24,8 $^{\circ}\text{C}$ |
| 3 | | AB87A9 | 87,1 $^{\circ}\text{C}$ | AB87A3 | 25,0 $^{\circ}\text{C}$ |
| 4 | | AB87A11 | 95,8 $^{\circ}\text{C}$ | AB87A2 | 24,4 $^{\circ}\text{C}$ |
| 5 | | AB87C1 | 89,6 $^{\circ}\text{C}$ | AB87C2 | 24,6 $^{\circ}\text{C}$ |
| 6 | Br. Bidong | KU106D13C6 | 90,8 $^{\circ}\text{C}$ | KU106D13C5 | 26,3 $^{\circ}\text{C}$ |
| 7 | | KU106D13C2 | 87,4 $^{\circ}\text{C}$ | KU106D13C4 | 26,7 $^{\circ}\text{C}$ |
| 8 | | KU106D11 | 86,0 $^{\circ}\text{C}$ | KU106D13C3 | 25,1 $^{\circ}\text{C}$ |
| 9 | | KU10610 | 91,8 $^{\circ}\text{C}$ | KU106D6 | 23,3 $^{\circ}\text{C}$ |
| 10 | | KU106D2 | 83,9 $^{\circ}\text{C}$ | KU106D5 | 25,5 $^{\circ}\text{C}$ |
| | | Rata-rata | 88,76 $^{\circ}\text{C}$ | | 24,98 $^{\circ}\text{C}$ |

Data pada masing-masing nomor tiang tersebut diatas adalah merupakan data rata-rata suhu isolator dari 10 kali pengukuran yang dilakukan. Pengukuran dilakukan pada 20 buah tiang dengan rincian 10 buah tiang dengan menggunakan tekep isolator dan 10 tiang menggunakan distribution tie yang berlokasi di banjar Kedampal dan Bidong.

3.2. Analisis Permasalahan

Dari data di lapangan bahwa rata-rata temperatur pada penggunaan distribution tie adalah 88,76 $^{\circ}\text{C}$. Ambien temperatur kabel atas adalah 40 $^{\circ}\text{C}$. Terjadi kelebihan temperatur kerja kabel lebih dari 200 % dari temperatur yang diijinkan kabel. Dampak dari hal tersebut akan menyebabkan terjadinya peningkatan rugi daya. Jika arus beban yang mengalir pada penghantar adalah sebesar 7,5 ampere, dengan

temperatur kerja 88,67 $^{\circ}\text{C}$, maka akan terjadi peningkatan rugi daya sebagai berikut :

a. Perhitungan Nilai Tahanan Penghantar

$$R_t = R_0(1 + \alpha_0 t)$$

$$\alpha_0 = 0,0039/^{\circ}\text{C}$$

$$R_{20^{\circ}\text{C}} = 0,225 \Omega/\text{Km}$$

$$R_{88,76^{\circ}\text{C}} = 0,225(1 + 0,0039(88,67 - 20))$$

$$= 0,225(1 + (0,0039 \times 68,67))$$

$$= 0,225(1 + 0,268164)$$

$$= 0,225 \times 1,268164 = 0,285337$$

b. Rugi Daya dan Energi pada Temperatur 20 $^{\circ}\text{C}$

$$D_p = 3 \times I^2 \times R$$

$$= 3 \times (7,5^2 \times 0,225)$$

$$= 3 \times 16,65625$$

$$= 37,96875 \text{ watt}$$

$$D_w = 37,96875 \times 24 \times 30$$

$$= 27337,500 = 27,337500 \text{ kWh}$$

c. Rugi Daya dan Energi pada Temperatur 88,76⁰C

$$D_p = 3 \times (7,5^2 \times 0,285337)$$

$$= 3 \times 16,050206$$

$$= 48,150618 \text{ watt}$$

$$D_w = 48,150618 \times 24 \times 30$$

$$= 34.668,4455 = 34,668446 \text{ kWh}$$

Dari hasil perhitungan dapat dilihat bahwa dengan meningkatnya temperatur yang terjadi pada penghantar menyebabkan meningkatnya rugi daya dan energi dengan selisih sebesar 34,668446 kWh – 27,337500 kWh = 7,330946 kWh.

Dengan demikian bahwa dengan penggunaan tekep isolator rugi daya dan energi pada sistem distribusi bisa diturunkan.

IV. SIMPULAN DAN SARAN

4.1. Simpulan

Dari pembahasan di atas maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Tekep isolator dengan konstruksi yang dibuat sedemikian rupa agar dapat mengikatkan kabel dengan isolator tumpu, sekaligus dapat menutupi kemungkinan terjadinya pengotoran debu/uap air laut pada bagian atas isolator tumpu yang menjadi salah satu penyebab meningkatnya temperatur penghantar.
2. Tekep isolator disamping berfungsi sebagai payung isolator tumpu dari kontak langsung dengan sinar matahari juga dapat menghalangi kenaikan temperatur penghantar dari pengaruh suhu udara luar.

3. Dengan menggunakan tekep isolator maka rugi-rugi daya dan energi pada jaringan tegangan menengah sepanjang 2,854 Km bisa diturunkan sebesar 7,331 kWh per bulan.

4.2. Saran

Untuk mendapatkan unjuk kerja tekep isolator terhadap penurunan rugi-rugi daya dan energi perlu dilakukan penelitian lebih ke hulu lagi, dengan kapasitas beban yang lebih besar sehingga arus yang mengalir pada penghantar juga lebih besar. Tentu saja diperlukan kritik membangun untuk meningkatkan hasil penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Muhaimin, *Instalasi Listrik 1*, Bandung : Penerbit Pusat Pengembangan Pendidikan Politeknik, 1995
- [2] Kelompok Kerja Standar Konstruksi Jaringan Distribusi Tenaga Listrik Dan Pusat Penelitian Sains Dan Teknologi Universitas Indonesia, *Buku 5 Standar Konstruksi Jaringan Tegangan Menengah Tenaga Listrik*, Jakarta Selatan: PT. PLN (Persero), 2010.
- [3] Tobing, Bonggas L, *Peralatan Tegangan Tinggi*, Jakarta : Penerbit PT Gramedia Pustaka Utama, 2003.
- [4] A S Pabla, Ir. Abdul Hadi, *Sistem Distribusi Daya Listrik*, Jakarta, Penerbit Erlangga, 1994.
- [5] Jondra, I Wayan, *Analisis Gangguan Tekep Isolator Pada JTM AACS*, Denpasar: PJT PT. Adi Putra, 2012