

Fault Tree Analisis (FTA) Kegagalan Transformator Penyulang Kasuari di PLTD Yarmokh

Suparno

Teknik Elektro, Universitas Cendrawasih Papua

Jl. Kamp Wolker, Jl. Kambolker Perumnas III, Yabansai, Heram, Jayapura City, Papua 99224

(0967) 572118

E-mail: suparnonoks@gmail.com

ABSTRAKS

Pendistribusian energi listrik semakin meningkat pemakaiannya sehingga perlu adanya perawatan atau perbaikan pada sistem jaringan listrik untuk mendapatkan keandalannya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat kegagalan suatu komponen Trafo distribusi jaringan listrik khususnya pada penyulang Kasuari. Metode yang digunakan yaitu analisis kuantitatif dan kualitatif mengacu pada laju kegagalan dalam pendistribusian listrik. Harapan dari penelitian ini untuk mengetahui tingkat keandalan transformator pada single line diagram khususnya pada penyulang Kasuari menggunakan metode FTA, dengan maksud sebagai basis data PLN guna melakukan perawatan dan perbaikan pada jaringan listrik diagram segaris khususnya Penyulang Kasuari di PLTD Yarmokh dimasa mendatang (tahun berikutnya). Hasil penelitian menunjukkan tingkat kegagalan trafo dalam operasional memberikan nilai laju kegagalan berkisar 10 s/d 100 jam sedangkan kejadian puncak kegagalan memberikan nilai $1,2544e-10$ yang artinya tingkat kegagalan dalam operasional 1 jam data mengalami 12 kali kegagalan. Agar operasional umur trafo dapat beroperasi maksimal disarankan melakukan perawatan dan perbaikan dengan memfurifikasi minyak trafo setiap operasional 7860 jam.

Kata Kunci: transformator, kegagalan, penyulang kasuari

1. A. PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

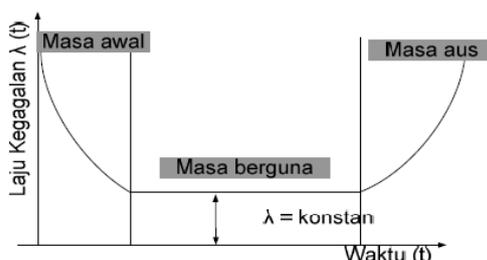
Dimasa ini kebutuhan akan tenaga listrik terus meningkat, semakin banyak masyarakat yang menggunakan peralatan elektronik, dimana peralatan elektronik menghendaki tegangan yang konstan. maka hal tersebut menimbulkan suatu pemikiran yaitu bagaimana Perusahaan Listrik Negara (PLN) sebagai pengelola listrik berusaha memberikan pelayanan tenaga listrik sesuai dengan kebutuhan konsumen dengan cara menyediakan sistem tenaga listrik yang mempunyai mutu, kontinuitas dan keandalan yang tinggi, dimana hal ini dapat dicapai apabila sistem tenaga listrik itu mempunyai tegangan yang stabil dan konstan pada nilai yang sudah ditentukan, bergantung pada keandalan sistem tenaga listrik yang di mulai dari pusat pembangkit sampai ke pusat beban. Dengan pertimbangan tersebut maka transformator daya 70/20 kV pada gardu induk yang merupakan transformator yang letaknya dekat dengan pusat beban harus selalu dapat menyalurkan tenaga listrik dengan suatu nilai tegangan yang dapat diatur konstan pada sisi sekundernya. Untuk mempertahankan nilai tegangan keluaran pada sisi sekunder sebesar 20 kV, maka digunakan pengubah sadapan (tap changer) yang dipasang pada transformator daya 150/20 kV dan bekerja secara otomatis terhadap setiap perubahan

tegangannya yang disebabkan oleh jatuh tegangan karena adanya perubahan beban dan rugi hantaran. Sehingga perlu adanya analisis perhitungan dalam yang menyebabkan terjadinya kegagalan trafo dalam mendistribusikan sumber tegangan listrik pada diagram segaris (single line diagram) dengan tujuan untuk meningkatkan kualitas tegangan diujung penyulang.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kurva laju kegagalan

Alat, komponen, dan sistem dapat dialami penurunan keandalan atau mengalami kegagalan untuk melaksanakan fungsi operasi apabila telah digunakan dalam suatu periode tertentu. Kegagalan tersebut disebabkan oleh beberapa faktor antara lain keausan, korosif, beban yang berlebih. Karakteristik kegagalan atau keandalan dari suatu komponen mengikuti suatu kurva yang disebut "Bathtub curve". Salah satu contoh kurva bathtub diberikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Kurva Laju Kegagalan Ideal

Laju kegagalan suatu produk dapat digambarkan seperti bak mandi. Dari kurva tersebut dapat dibedakan tiga daerah yang sangat penting.

Daerah yang pertama disebut sebagai daerah periode awal yang dimulai dari penggunaan awal komponen. Laju kegagalan pada periode awal suatu komponen mengikuti distribusi Weibull dengan parameter bentuk $\beta < 1$. Karakteristik laju kegagalan Weibull dinyatakan dengan (Smith, 1976).

$$\lambda(T) = \beta/\eta((T-\gamma)/\eta)^{\beta-1} \quad (1)$$

dengan,

- T adalah waktu operasi (jam)
- β adalah parameter bentuk
- η adalah parameter skala
- γ adalah parameter lokasi

Daerah yang kedua pada kurva disebut sebagai daerah periode operasi. Kegagalan komponen pada daerah ini disebabkan oleh beberapa faktor berikut ini :

- a. Interferensi atau overlap "strength" dan "stress" selama operasi;
- b. Beban yang berlebih;
- c. Kesalahan pemakaian;
- d. Kesalahan manusia.

Pada daerah tersebut laju kegagalan komponen konstan, sehingga distribusi laju kegagalan merupakan bentuk eksponensial. Probabilitas kegagalan diberikan dalam persamaan:

$$P(T) = 1 - e^{-\lambda T} \quad (2)$$

Dengan:

- $P(T)$ adalah probabilitas kegagalan
- λ adalah laju kegagalan
- T adalah waktu operasi (jam)

Daerah yang ketiga dari kurva merupakan daerah yang disebut periode akhir,

penyebab kegagalan dari kondisi ini antara lain :

- a. Faktor penuaan;
- b. Faktor pemakaian yang terus menerus;
- c. Kelelahan;
- d. Korosi;
- e. Kelemahan mekanik, listrik, kimia atau hidraulik;
- f. Kekurangan pada pemeliharaan, perawatan/perbaikan, atau penggantian

a. Keandalan

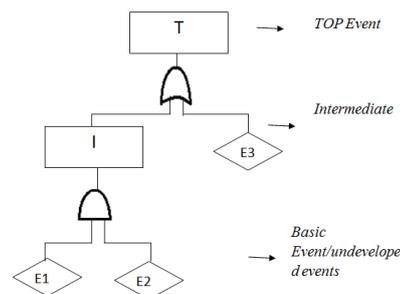
Keandalan merupakan tingkat keberhasilan kinerja suatu sistem atau bagian dari sistem untuk dapat memberikan hasil yang lebih baik pada periode waktu dan dalam kondisi operasi tertentu. Untuk dapat menentukan tingkat keandalan dari suatu sistem, harus diadakan pemeriksaan melalui perhitungan maupun analisis terhadap tingkat keberhasilan kinerja atau operasi dari sistem yang ditinjau pada periode tertentu kemudian membandingkannya dengan standar yang ditetapkan sebelumnya.

Keandalan sistem tenaga listrik merupakan suatu kontinuitas penyaluran distribusi listrik kepada pelanggan. Apabila penyaluran tenaga listrik tersebut putus atau tidak tersalurkan akan mengakibatkan proses produksi dari pelanggan besar tersebut terganggu. Struktur Jaringan Tegangan Menengah (JTM) memegang peranan penting dalam menentukan keandalan penyaluran tenaga listrik, karena JTM memungkinkan dapat melakukan *manuver* tegangan dengan mengalokasikan tempat gangguan dan beban dapat dipindahkan melalui jaringan lainnya

b. Pohon Kegagalan

Fault Tree Analysis (FTA) merupakan rangkaian yang menghubungkan antara komponen yang tersusun secara berhubungan yang membentuk suatu kejadian puncak. Identifikasi kegagalan suatu sistem dapat dilakukan dengan memanfaatkan data kualitatif maupun kuantitatif. FTA berorientasi pada fungsi "TOP DOWN" APPROACH, karena analisa berawal dari sistem *level top* dan meneruskannya ke bawah.

Penyusunan FTA dilakukan setelah ada hasil kajian sistem, komponen dan rangkaian. Bentuk dari penyusunan FTA misalnya :



Gambar 2 *Fault tree* untuk minimal cut set.

Susunan FTA di bentuk dengan menentukan kejadian sistem atau kejadian puncak dan *intermediate event* yang didahului dengan *basic event* atau *undeveloped*.

Perhitungan dimulai dari bawah keatas mengikuti alur diagram segaris, baik berbentuk seri maupun paralel.

Contoh:

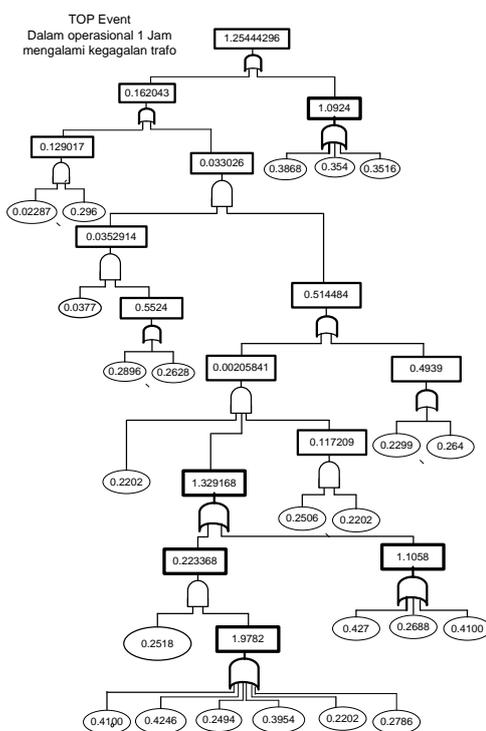
Nilai kuantitatif trafo, yang seri dijumlahkan:

Dalam perhitungan pohon kegagalan menggunakan gerbang OR (+)

$$0.4100 + 0.4246 + 0.2494 + 0.3954 + 0.2202 + 0.2786 = 2.2302$$

Paralel dengan

$$= 0.2518$$



Gambar 4. TOP Even Dalam Operasional Single Line Diagram Penyulang Kasuari
Penjelasan:

- Operasional trafo perawatan menunjukkan keandalan terkecil yaitu 0,02287 yang artinya operasional umur trafo sisa 100 jam akan mengalami kegagalan sebesar 2 kali.
- Operasional umur trafo berkisar tersisa perawatan menunjukkan keandalan terbesar yaitu 0,41 yang artinya operasional dalam umur trafo sisa 10 jam akan mengalami kegagalan sebesar 41 kali.
- Kejadian puncak kegagalan dalam operasional sebesar 1,2544 yang artinya dalam operasional 1 jam akan mengalami kegagalan sebanyak 113 kali kegagalan.

Kesimpulan

Dari hasil analisis perhitungan data disimpulkan sebagai berikut:

- Kejadian puncak kegagalan dalam operasional sebesar 1,2544 yang artinya dalam operasional 1 jam akan mengalami kegagalan sebanyak 113 kali kegagalan.
- Operasional umur trafo berkisar 10 s/d 100 jam yang artinya akan mengalami kegagalan dalam operasional 41 kali

Saran

Untuk meningkatkan umur trafo, agar lebih lama dalam operasional perlu adanya perawatan dan perbaikan atau furifikasi minyak trafo secara berkala sehingga mendapatkan hasil yang maksimal, keandalan pada suatu jaringan listrik masing-masing trafo dianjurkan dapat memberikan nilai 10 e-5, artinya operasional dalam 100.000 jam baru mengalami kegagalan dalam pendistribusian listrik.

DAFTAR PUSTAKA

2004, Pedoman Efisiensi untuk industri di asia, sumber

Artono.A Teknik Tegangan Tinggi, Cetakan Kedelapan, Penerbit Padnya Paramita, Jakarta 2007

German, I.D and Blackman S., 2009.,” *Human Reliability an Safety analisys Hand Book*”, Jhon Willey & Sons, Inc., New York.

Hoang Pham, Ph.D., 2003.,” *hand Book reliability Engineering*”Rutgers University, New Jersey, USA

IEEE Gudie for Safety In AC Substion Grounding., 2002.,The Institut Elektical Engineers. Inc. New York 10016-5997., USA

J Smith. D., 2001.,” *Reliability, Maintanability And Risk.*” Six Edition., British Library cataloguing in Publication Data.

John, H Bickel, Dana, L Kelly, and Tim, J. Leahy, 1994.” *Draft Off Fundamental of Probabilistic Risk Assessment (PRA)*”, EG & G., Inc., Idho.

Jatmiko dan Hasym, (2003),”Perbaikan Tegangan untuk Konsumen”, Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Surakarta

K. Abdul, Distribusi dan Utilisasi Tenaga Listrik, Penerbit Universitas Indonesia (uI-Press), Jakarta 2000.

Marsudi,”Operasi Sistem Tenaga listrik”, Balai Penerbit dan Humas ISTN, Jakarta 1990

O’Connor Patrick D.T, 2006.,” *Practical Reliability Engineering.*”, Second Edition., John Willy & Sons., New York.

- Simhombing. J., "Pusdiklat Energi dan Ketenagalistrikan PLN", Jakarta 200. SNI 04-6954.2-2004." Transformator Tenaga-Bagian 2 : Kenaikan Suhu", Badan Standar Nasional
- Tobing N.L., 2003., "Peralatan Tegangan Tinggi.", "Cetakan pertama., Gramedia Jakarta
- Priyatana Dwi, 2000., "Keandalan dan Perawatan", Jurusan Teknik Perkapalan ITS-Surabaya.
- www.energyefficiencyasia.org: @UNEP, diakses bulan april 2008
- www.copper.org.sg. Email: Info@copper.org.sg.
- 2008, Weibull Database Component, sumber www.weibull.com. Diakses bulan april 2008.

Halaman ini sengaja dikosongkan