

ANALISA DISTORSI TEGANGAN PADA SALURAN TRANSMISI 150 KV PT.PLN (PERSERO) GARDU INDUK NAMORAMBE

Oleh:

Jumari ¹⁾

Apri Malau ²⁾

Yahya Tarjan Ginting ³⁾

Universitas Darma Agung, Medan ^{1,2,3)}

E-mail :

jumareska@gmail.com ¹⁾

aprimalau@gmail.com ²⁾

ginting1972@gmail.com ³⁾

ABSTRACT

Power plant centers are generally far from load centers, this result in considerable losses in the distribution of electric power. This loss is caused by a fairly long line, so that the distribution of electric power through transmission and distribution will experience distortion in any high voltage transmission equipment. On the 150 KV transmission network, Namorambe Substation, the fault analysis is calculated as short circuit. The losses incurred by the Namorambe Substation are in the form of leakage voltage (voltage drop), overvoltage causing the circuit breaker to open, service being interrupted (disconnected) and losses incurred on the conductors and the equipment itself due to a short circuit. To overcome the cut off of the current voltage supply to consumers, protection equipment is needed to work normally and voltage distortion that lasts a maximum of 1 second and above 1 second the equipment becomes damaged. In this thesis, the writer will compare the calculation manually with the calculation using the MATLAB method. From the simulation results, the MATLAB method is more accurate than the systematic calculation.

Keywords: *Voltage Distortion, Transmission Line, Voltage Drop*

ABSTRAK

Pusat Pembangkit Tenaga Listrik terletak jauh dari pusat beban, hal ini mengakibatkan kerugian yang cukup besar dalam penyaluran daya listrik. Kerugian tersebut disebabkan oleh saluran yang cukup panjang, sehingga dalam penyaluran daya listrik melalui transmisi maupun distribusi akan mengalami distorsi pada setiap peralatan transmisi tegangan tinggi. Pada Gardu Induk Namorambe analisa gangguan yang dihitung hubung singkat. Kerugian – kerugian yang ditanggung pihak Gardu Induk Namorambe berupa tegangan bocor (drop tegangan), tegangan lebih menyebabkan circuit breaker membuka, pelayanan terganggu (terputus) dan rugi – rugi timbul pada konduktor dan peralatan itu sendiri akibat keadaan hubung singkat (short – circuit). Untuk mengatasi terputusnya suplai tegangan arus ke konsumen, perlu peralatan proteksi bekerja normal dan distorsi tegangan yang berlangsung maksimum 1 detik dan diatas 1 detik peralatan menjadi rusak. Pada Skripsi ini penulis akan membandingkan perhitungan secara manual dengan perhitungan dengan metode MATLAB. Dari hasil simulasi didapat metode MATLAB lebih akurat dibandingkan perhitungan secara sistematis.

Kata Kunci : *Distorsi Tegangan, Saluran Transmisi, Drop Tegangan*

1. PENDAHULUAN

Kebutuhan tenaga listrik di Indonesia terus meningkat sesuai dengan lajunya pertumbuhan ekonomi dan industri serta pertumbuhan penduduk. Dalam menuju era tinggal landas, semua sektor pembangunan diarahkan untuk mampu mempersiapkan diri untuk menghadapi era industrialisasi. Berbagai investasi dalam bidang industri saat ini telah banyak dilakukan oleh pihak swasta baik dalam penanaman modal dalam negeri maupun penanaman modal asing, sedangkan dari pihak pemerintah sendiri sudah cukup banyak yang dikerjakan melalui sektor industri, antara lain melalui kiprah badan usaha milik negara (BUMN) yang tergabung dalam kelompok industri strategis dan juga melalui industri lainnya. Tidak bisa dipungkiri bahwa semua kegiatan industri seperti diatas dapat berjalan apabila tenaga listrik dapat berjalan apabila tenaga listrik yang tersedia cukup memadai. Untuk mengatasi kebutuhan tenaga listrik tersebut, pihak pemerintah juga sudah memikirkannya antara lain melalui pembangunan pembangkit tenaga listrik berskala besar. Oleh sebab itu ketersediaan energi listrik yang cukup dan berkualitas merupakan tuntutan yang dipenuhi oleh PT. PLN (Perusahaan Listrik Negara).

2. TINJAUAN PUSTAKA

Sistem Transmisi Listrik:-

Saluran transmisi adalah suatu sistem penyaluran energi listrik berskala besar dari pembangkit menggunakan kawat-kawat (saluran) transmisi menuju gardu induk yang selanjutnya akan didistribusikan ke pusat-pusat beban (konsumen listrik). Sistem transmisi menyalurkan daya dengan tegangan tinggi yang digunakan untuk mengurangi adanya rugi-rugi transmisi akibat jatuh tegangan.

Konduktor

Konduktor bertegangan tinggi dijumpai pada transmisi, gardu induk dan

panel daya. Konduktor adalah komponen utama transmisi yang berperan untuk menyalurkan energi listrik dari ujung pengirim ke ujung penerima. Pada gardu induk dan panel, konduktor digunakan sebagai sel pembagi daya. Sedang isolator dibutuhkan untuk mengisolir konduktor dengan tanah dan juga mengisolir konduktor dengan konduktor lain yang tegangannya berbeda.

Gardu Induk

Gardu induk merupakan subsystem dari sistem penyaluran (transmisi) tenaga listrik, atau merupakan satu kesatuan dari sistem penyaluran (transmisi). Berarti gardu induk merupakan sub-sub sistem dari sistem tenaga listrik, sebagai subsystem dari sistem penyulang (transmisi) gardu induk mempunyai peran penting dalam pengoperasiannya, tidak dapat dipisahkan dari sistem penyaluran (transmisi) secara keseluruhan. Distorsi tegangan dan harmonisa pada Gardu induk akan mempengaruhi kualitas penyaluran daya listrik [1]

Lightning Arrester (LA)

Lightning Arrester (LA) merupakan alat proteksi bagi peralatan sistem tenaga listrik terhadap arus yang disebabkan oleh sambaran petir atau surja hubung (*switching surge*). Alat ini bersifat sebagai bypass di sekitar isolasi yang membentuk jalan dan mudah dilalui arus kilat ke sistem pentanahan sehingga tidak menimbulkan tegangan lebih yang tinggi dan tidak merusak isolasi peralatan listrik. By pass itu sedemikian rupa sehingga tidak mengganggu aliran arus sistem frekuensi 50 Hz. Jadi dalam keadaan normal arrester berfungsi sebagai isolator dan apabila terjadi tegangan surja maka alat ini akan berfungsi sebagai konduktor yang tahanan relatif rendah sehingga dapat mengalirkan arus yang tinggi menuju ke tanah. Setelah surja hilang, arrester harus dapat dengan cepat kembali menjadi isolasi.

Pemutus Tenaga (PMT)

Pemutus tenaga (PMT) adalah saklar yang dapat digunakan untuk menghubungkan atau memutuskan arus/daya listrik sesuai dengan ratingnya. Pada waktu memutuskan/menghubungkan arus ataupun daya listrik akan terjadi busur api, oleh karena itu

Saklar Pemisah

Pemisah (PMS) adalah alat yang dipergunakan untuk menyatakan secara visual bahwa suatu peralatan listrik sudah bebas dari tegangan kerja. Oleh karena itu pemisah tidak diperbolehkan dimasukkan ataupun dilepaskan dalam keadaan berbeban. Untuk tujuan tertentu pemisah penghantar atau kabel dilengkapi dengan pemisah tanah. Umumnya antara pemisah penghantar atau kabel dilengkapi dengan pemisah tanah. Umumnya antara pemisah penghantar atau kabel dan pemisah tanah terdapat alat yang disebut dengan interlock. Dengan terpasangnya interlock ini kemungkinan kesalahan dapat dihindarkan.

ANALISA

Untuk menghitung besar distorsi tegangan pada saluran transmisi perlu diketahui data – data seperti berikut terdapat pada gardu induk Namorambe, yaitu:

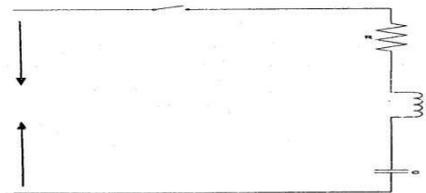
- Tegangan sebesar 150 KV
- Arus 5 KA
- $\text{Cos } \phi = 0,9$

Lightning Arrester

Untuk menentukan besarnya distorsi tegangan/cacat tengangan pada lightning arrester maka harus dipelajari lebih dahulu arus peluahan maksimal (*nominal*), yaitu arus yang diizinkan pada data sebagai petunjuk klasifikasi arrester menurut kemampuannya mengalirkan arus peluahan dengan standar yang dipakai pada gardu induk Namorambe adalah 10 kA.

Distorsi Tegangan pada circuit breaker akibat switching

Proses switching merupakan proses menutup dan membukanya cicuot breaker seperti yang dijumpai pada gardu induk Namorambe. Besaran – besaran distorsi tegangan yang mungkin terjadi diperoleh ; Jika arus maksimum (I_m) sekitar 5 KA, memakai rangkaian ekivalen RLC seri dimana $R = 2 \text{ K}\Omega$ dan $X_c = 2,5 \text{ K}\Omega$ peredam circuit breaker membuka kontak setelah $t = 0,01$ detik dengan kontak arus sebesar 2 KA seperti gambar :



Gambar 1. Rangkaian RLC circuit breaker

Saklar pemisah

Distorsi tegangan (V_d) yang dialami saklar pemisah tergantung pada standar yaitu standar DIN VDE 0670. Pada pembahasan sebelumnya telah dijelaskan mengenai tingkat arus maksimum tertinggi yang dapat dipikul saklar pemisah tiap 1 detik. Jika ternyata arus maksimum yang terjadi melebihi arus standar isolasi saklar pemisah meleleh. Hal ini akan menyebabkan timbulnya efek ,tegangan yang disebut distosi tegangan .

Konduktor

Pada konduktor dan isolator perlu diketahui drop tegangan yang terjadi secara pasti setiap konduktor terpasang pada gardu induk Namorambe. Setelah ditinjau data – data konduktor penghantar transmisi itu akan dihitung secar matematis besar drop tegangan yang memakai standar yang diizinkan. Data – dat peralatan terpasang untuk konduktor dan isolator mengandung konfigurasi yang berbeda – beda .

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Distorsi Tegangan Pada Lighting Arrester:-

Hasil dari program MATLAB 7.10 pada saat keadaan normal atau load flow analisis setelah memasukkan data-data analisa sebelumnya.

Dapat diuraikan bahwa mulai dari bus Namorambe menuju bus Sei Rotan 1 pada fasa R-S-T memiliki tegangan nominal yang sama yaitu berkisar 182 kV, demikian juga pada bus Namorambe menuju bus Sei Rotan 2, pada bus menuju Berastagi 1 dan menuju bus Berastagi memiliki tegangan nominal yang sama yaitu berkisar 150 kV.

Hasil Distorsi Tegangan Pada Pemutus Tenaga

Hasil dari program MATLAB 7.10 pada saat keadan normal dan pada saat proses switching pada circuit breaker setelah memasukkan data – data pada yang sudah digambar sebelumnya.

Dapat diuraikan bahwa pada saluran Namorambe – Sei Rotan 1, Berastagi 1, Berastagi 2 dan Payageli dimana arus yang mengalir pada saluran sebesar 3,150 kA, sedangkan pada saluran Namorambe menuju saluran Sei Rotan 2 dan Titi Kuning arus yang mengalir sebesar 2,0 kA. Saat waktu switching 0,01 detik menghasilkan tegangan kontak.

Hasil Distorsi Tegangan pada Saklar Pemisah

Hasil dari program MATLAB 7.10, setelah memasukan data – data hasil perhitungan manual sebelumnya dapat diuraikan bahwa besar arus maksimum akibat hubung – singkat pada keseluruhan saluran sebesar 5 kA, dengan arus nominal

yang berbeda – beda pada saluran tertentu. Pada bus Namorambe menuju bus Sei Rotan 1 sebesar 2 kA, pada bus Namorambe menuju bus Sei Rotan 2, Berastagi 2 dan Payageli sebesar 1,25 kA, pada bus Namorambe menuju bus Berastagi 1 sebesar 0,8 kA sedangkan pada bus Namorambe menuju bus Titi Kuning sebesar 0,6 kA.

Hasil Distorsi Tegangan pada Konduktor

Hasil dari program MATLAB 7.10 pada saluran transmisi Namorambe dengan saluran transmisi lain adalah Asimetris, dengan demikian diketahui panjang saluran transmisi pada bus Sei Rotan 1 dan 2 berjarak 17,200 km, bus Namorambe menuju bus Berastagi 1 dan 2 berjarak 52,32 km, bus Namorambe menuju bus Titi Kuning berjarak 12,435 km dan bus Namorambe menuju bus Payageli berjarak 40,43 km.

4. SIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan:-

Dari hasil analisa dan pembahasan tentang distorsi tegangan pada saluran transmisi tegangan tinggi sisi primer pada gardu induk Namorambe menunjukkan bahwa:

1. Distorsi tegangan berlangsung maksimum 1,0 detik dan jika diatas 1,0 detik peralatan akan mengalami kerusakan.
2. Setiap peralatan yang dibahas ditemukan besaran – besaran distorsi tegangan (Vd) yang bervariasi sesuai jenis peralatan yang mengalami gangguan seperti tabel dibawah:

No	Jenis peralatan	Vd(kV)	Jenis gangguan	Variasi (Vd)
1	Lighting Arrester (LA)	Tidak tentu	Tegangan lebih	Tegangan turun
2	Pemutus Tenaga (PMT)	Tidak tentu	Tegangan lebih	Tegangan naik
3	Saklar Pemisah (PMS)	Tidak tentu	Tegangan lebih	Tegangan naik, hubung singkat
4	Konduktor dan Isolator	Tidak tentu	Tegangan jatuh	Tegangan turun

Saran:-

1. Untuk penelitian berikutnya perlu adanya kesatuan pendapat untuk menyatakan standart distorsi tegangan setiap peralatan dan lamanya distorsi tegangan terjadi dalam waktu (t).
2. Karena peralatan saluran transmisi tegangan mempunyai kedudukan yang sangat penting pada gardu induk Namorambe, maka sangat penting untuk menjaga kondisi fisik baik secara kerja maupun kemampuan tripnya.

5. DAFTAR PUSTAKA

1. J.Napitupulu, Studi Harmonisa Pada gardu Induk, Jurnal Teknologi Energi UDA: Jurnal Teknik Elektro 8(01), 1-8
2. Arismunandar, A. “Teknik Tegangan Tinggi”. Pradnya Paramita, Jakarta, 1984.
3. Hutauruk, T. S. Ir. MSC. “Transmisi Daya Listrik”. Institut Teknologi Bandung dan Universitas Trisakti, erlangga, 1998.
4. L. Tobing, Bonggas. “Peralatan Tegangan Tinggi”. Universitas Sumatera Utara, 2003.
5. William D. Stevenson, Ir. Alih Bahasa Ir. Kamal Idris, “Analisa Sistem Tenaga Listrik”, Electical Engineering Emeritus North Carolina State University, Erlangga, 1990.
6. Sulasno, 1993, “Analisa Sistem Tenaga Listrik”. Semarang, Satwa Wacana.
7. PT.PLN (Persero), “Himpunan Buku Petunjuk Operasi dan Pemeliharaan Peralatan Penyaluran Tenaga Listrik”, Jakarta, 1994.
8. PT.PLN (Persero), “Buku Petunjuk Batasan Operasi dan Pemeliharaan Peralatan Penyaluran Tenaga Listrik”, Jakarta, 2009.
9. Wahyu C.dkk, “Panduan Belajar Mandiri Matlab”, Elex Media Komputindo, 2011.