

ANALISIS DAN SIMULASI TEGANGAN DIP PADA INTERKONEKSI SISTEM KELISTRIKAN 150 KV - PLTMG KASTELA 30 MW

Mochammad Apriyadi Hadi Sirad

Program Studi Teknik Elektro. Universitas Khairun, Ternate, Indonesia

Article history

Received

02-04-2022

Received in revised form

15-04-2022

Accepted

28-04-2022

*Corresponding author
apriyadisirat@unkhair.ac.id

Graphical abstract



Abstract

One of the disturbances that often occurs in the electric power system is the voltage dip (voltage sags) interference. This interference is a transient fault in the electric power system, which is a large drop in the voltage rms instantaneously (for a few seconds) on the network. With such conditions, electricity providers, in this case PLN continues to improve its services, one of which is by maintaining voltage conditions to remain stable to maintain the quality of electrical power that reaches consumers. Interruptions in transmission lines or refiners adjacent to the suppliers supplying industrial installations can result in voltagesagsand phase imbalances in the resource system of industrial installations. As a result of the disruption, sensitive loads in such industrial installations may be automatically detached from the network, caused by the work of existing automatic systems or protection equipment. Voltage sags (considerable variations in source voltage) are one of the parameters of electrical quality that are of great concern to consumers, because they can have a detrimental impact on the operation of their electrical installations. Even for electricity consumers in industrialized countries, voltage sags are also felt by household consumers as something that interferes with their comfort in utilizing electrical energy in their daily lives. This study aims to examine the impact of dip voltage caused by short circuits that occur in the interconnection of the electrical system at the 30 MW Kastela PLTMG using computer simulation modeling so that a pomedelan is obtained that overcomes the stability of the electrical system in the interconnection of the electrical system.

Keywords : voltage sag, power system, simulation model, EMTP/ATP software.

Abstrak

Salah satu gangguan yang sering terjadi pada sistem tenaga listrik adalah gangguan tegangan dip (voltage sags). Gangguan ini merupakan gangguan transien pada sistem tenaga listrik, yaitu penurunan besar tegangan rms sesaat (selama beberapa detik) pada jaringan. Dengan kondisi seperti itu, penyedia kebutuhan listrik, dalam hal ini PLN terus meningkatkan pelayanannya yang salah satunya adalah dengan menjaga kondisi tegangan agar tetap stabil untuk menjaga kualitas daya listrik yang sampai ke konsumen. Gangguan di saluran transmisi atau penyulang yang berdekatan dengan penyulang yang memasok instalasi industri dapat mengakibatkan voltagesagsdan ketidakseimbangan fasepada sistem sumber daya instalasi industri. Akibat gangguan itu, beban - beban sensitif di instalasi industri tersebut boleh jadi secara otomatis terlepas dari jaringan, disebabkan oleh kerja sistem-sistem otomatis atau peralatan proteksi yang ada. Voltage sags (variasi tegangan sumber yang cukup besar) merupakan salah satu parameter mutu listrik yang sangat menjadi perhatian konsumen, karena dapat membawa dampak merugikan pada operasi instalasi listriknya. Bahkan bagi konsumen listrik di negara-negara industri, voltage sags dirasakan pula oleh konsumen rumah tangga sebagai hal yang mengganggu kenyamanan mereka dalam memanfaatkan energi listrik dalam kehidupan sehari-hari. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji dampak tegangan dip yang ditimbulkan akibat hubung singkat yang terjadi dalam interkoneksi sistem kelistrikan pada PLTMG Kastela 30 MW menggunakan pemodelan simulasi komputer sehingga didapatkan suatu pomedelan yang mengatasi stabilitas sistem kelistrikan yang ada di interkoneksi sistem kelistrikan.

Kata kunci : Tegangan Dip, Sistem Kelistrikan, Simulasi model Software EMPT/ATP.

© 2022 Penerbit Fakultas Teknik Unkhair. All rights reserved

1. INTRODUCTION

Belakangan ini, penurunan tegangan telah menjadi salah satu masalah pada kualitas daya, yang paling penting dalam sistem tenaga listrik, terutama karena pertumbuhan perangkat elektronik daya modern yang terus meningkat dan kepekaannya terhadap gangguan tegangan. Fenomena penurunan tegangan dapat menyebabkan trip pada beban sensitif, jika besaran dan durasinya melebihi ambang batas sensitivitas peralatan. Besar tegangan dip adalah salah satu faktor penentu kualitas daya suatu sistem tenaga listrik. Menurut standar IEEE 1159-1995, IEEE Recommended Practice for Monitoring Electric Power Quality, definisi sag/kedip adalah penurunan nilai rms tegangan pada frekuensi daya selama durasi waktu dari 0,5 cycles (0,01detik) sampai 1 menit. Dan rentang perubahan dari 0,1 sampai 0,9 pupada nilai rms besaran tegangan. Hal ini menyebabkan lepasnya (trip) peralatan – peralatan yang peka terhadap perubahan tegangan .

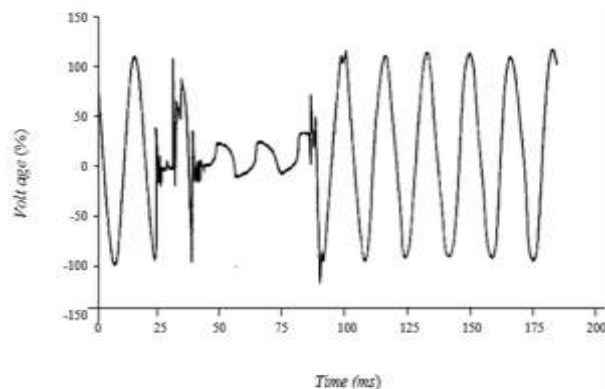
Tegangan dip biasanya disebabkan oleh sumber gangguan, seperti gangguan hubung singkat satu-fasa ke tanah. Kedip tegangan dapat disebabkan oleh dua hal, yaitu : pertama, adanya gangguan hubung singkat pada jaringan tenaga listrik itu sendiri; kedua, adanya perubahan beban secara mendadak (seperti : switching beban dan pengasutan motor induksi). Penurunan tegangan pada sistem ini akan dapat menyebabkan gangguan pada peralatan lain, terutama peralatan-peralatan yang peka terhadap fluktuasi tegangan. Kedip tegangan berbeda dengan tegangan kurang (under voltage). Durasi under voltage lebih dari 1 menit dan dapat dikontrol dengan peralatan regulasi tegangan (voltage regulator). Tegangan dip dapat disebabkan oleh hal-hal sebagai berikut, diantaranya:

1. Secara umum disebabkan oleh gangguan pada sistem, seperti gangguan hubung singkat. Gangguan yang sering terjadi pada sistem adalah gangguan hubung singkat satu fasa ke tanah.
2. Pemikulan beban yang besar atau pengasutan motor berkapasitas besar.
3. Sesuatu yang terjadi pada saluran penyaluran daya, seperti kecelakaan saat perbaikan dalam keadaan bertegangan, sambaran petir (lightning strike) dan benda jatuh yang menyebabkan gangguan ke tanah.
4. Perubahan beban yang berlebihan/di luar batas kemampuan sistem daya Perubahan beban besar secara mendadak atau pengasutan motor (motor starting) juga dapat menyebabkan tegangan dip

Pengaruh voltage sag akibat gangguan hubung singkat adalah sebagai berikut :

1. Komputer dan jenis lain dari komputasi elektronik dapat kehilangan memori dan restart membutuhkan waktu yang lama. Jika voltage sags mencapai kurang dari 50 %.
2. Pada industri, proses produksi akan berhenti untuk Voltage Sags sampai dengan 65 % dan penerangan akan berkedip.
3. Rangkaian relay dan kontaktor akan trip pada tegangan dibawah 70 % dari tegangan nominal.
4. Lampu fluorescent dan lampu discharge intensitas tinggi (HID) akan padam pada tegangan dibawah 80 % dalam waktu beberapa cycle, sedangkan waktu penyalaan kembali akan memerlukan waktu yang cukup lama terutama HID.

Pada gambar dibawah ini diperlihatkan contoh tipikal tegangan dip bila hantaran listrik dengan beban yang besar saat mengalami suatu gangguan hubung singkat.



Gambar 1. Tegangan Dip [1]

Kedip tegangan merupakan salah satu faktor penyebab berkurangnya kualitas daya listrik, salah satu penyebab terjadinya kedip tegangan karena adanya arus hubung singkat. Oleh sebab itu dilakukan penelitian yang bertujuan untuk mengkaji dampak tegangan dip yang ditimbulkan akibat hubung singkat yang terjadi dalam interkoneksi sistem kelistrikan pada PLTMG Kastela 30 MW menggunakan pemodelan simulasi komputer sehingga didapatkan suatu pemodelan yang mengatasi stabilitas sistem kelistrikan pada saat interkoneksi sistem.

2. METODE PENELITIAN

Perancangan Program Simulasi Perancangan simulasi dampak tegangan dip pada PLTMG Kastela 30 MW adalah dengan mengumpulkan data-data yang dibutuhkan dalam melakukan pemodelan. Data-data yang didapat disesuaikan dengan persamaan matematis yang ada pada komponen pemodelan. Diagram Sistem Kelistrikan 150 KV Ternate yang dimodelkan. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data pembangkit, transformator, pengamanan dan beban. Data tersebut diperoleh pada PT. PLN (Persero) Kalumata Langkah pertama untuk mensimulasikan tegangan dip pada sistem kelistrikan adalah dengan memodelkan. Metodologi yang digunakan pada penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Pengumpulan data dan studi literatur
2. Pemodelan dan simulasi
3. Analisis
4. Kesimpulan

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemodelan Parameter Sistem Sumber Tegangan Sumber ac tiga fase, dimana tegangan input per fase adalah tegangan puncak.



Gambar 2. model dan tampilan data sumber ac 3 fase

Transformator ideal 3 fase sebagai beban dari sistem, input datanya berupa perbandingan antara tegangan primer dan sekunder. Transformator dimodelkan dengan transformator ideal, dengan perbandingan tegangan primer dan tegangan sekunder 150kV/20kV. Dengan titik netral sisi primer dan sekunder langsung di tanahkan.



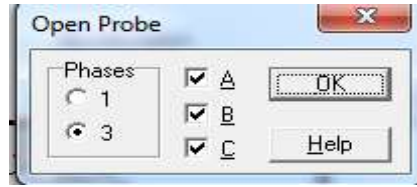
Gambar 3. model dan tampilan data Trafo 150kV/20kV

Switch *Single Phase time Controlled Switch*, yang digunakan sebagai *Single Pole CB*, waktu dalam detik atau second (s).



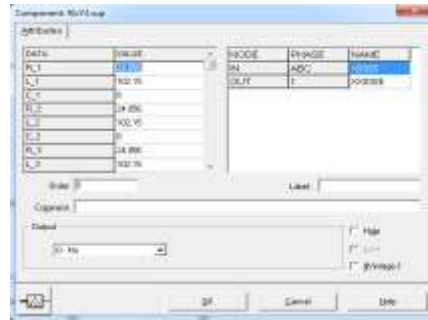
Gambar 4. model dan tampilan data *Single Phase time Controlled Switch*

Probe Volt dan Probe Current untuk membantu membaca gelombang arus dan tegangan pada sistem.



Gambar 5. tampilan data Probe Volt dan current

Beban RLC tiga fase, sebagai impedansi sumber dan impedansi beban 20kV, dalam ohm (Ω), mili Henry (mH), dan mikro farad (μF).



Gambar 6. model dan tampilan data RLC 3 fase

Pada beban 20 kV yang terkoneksi data dengan representase beban pada trafo yang berbeda-beda berdasarkan data tabel diberikan yang diperoleh dari PLN Unit AP2B Sulsel. Jika dianggap *power factor* beban pada saat itu adalah 0,8, maka selanjutnya kita mendapatkan nilai R dan L, yang ada pada tabel dengan persamaan sebagai berikut:

$$R = \sqrt{3} \cdot V^2 / p \dots\dots\dots(1)$$

$$L = \sqrt{3} \cdot V^2 / (2\pi f Q) \dots\dots\dots(2)$$

Dimana:

R = Tahanan dalam Ohm (Ω)

L = Induktansi dalam Henry

V = Tegangan dalam Volt (V)

P = Daya aktif dalam Watt (W)

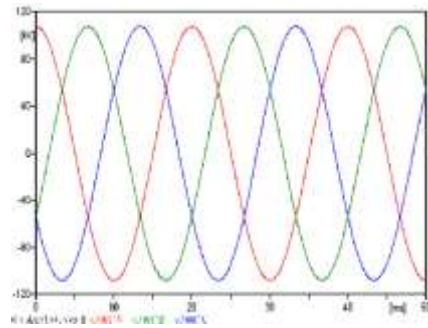
Q = Daya reaktif dalam VAR

4.1 Simulasi Dan Analisa

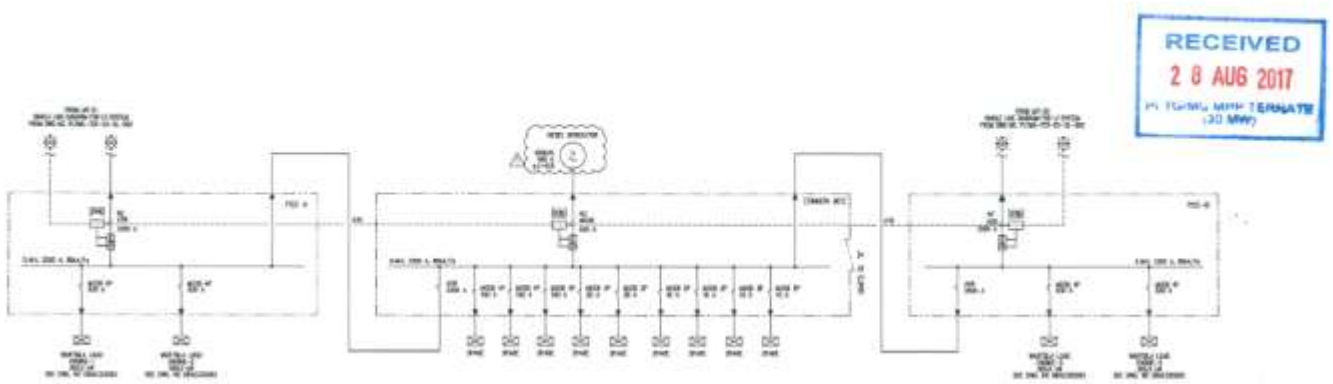
Software ATP menggunakan model AC3ph (sumber 3 fasa) puncak amplitudo sistem tegangan untuk proses simulasi. Pemodelan sumber AC dapat dilakukan dengan merubah sistem tegangan 150 kVL-L (RMS) ke puncak tegangan, melalui persamaan berikut:

$$V_{peak} = \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}} \times L - L \text{ (RMS)} \dots\dots\dots(3)$$

$$V_{peak} = \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}} \times 150 = 122474,4 \text{ V}$$

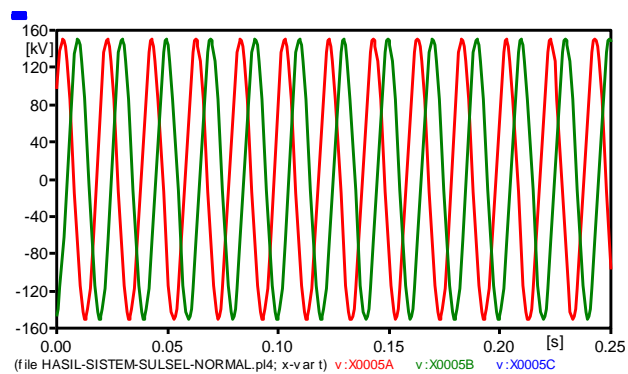


Gambar 7.. Sumber tegangan AC3 Fasa dalam software ATPDraw



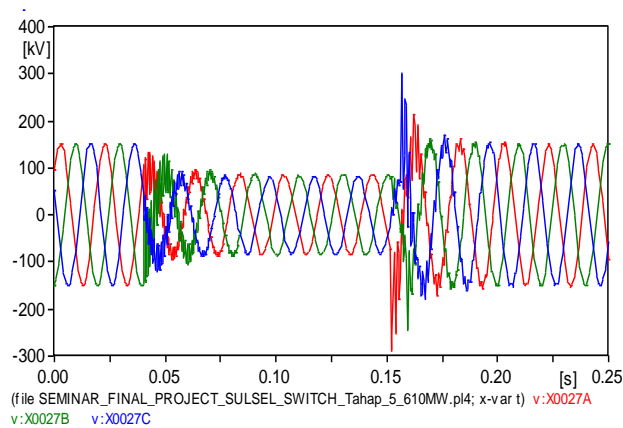
Gambar 8. Model ATP Interkoneksi sistem Kelistrikan 150 kV setelah dengan masuknya PLTMG Kasletla 30 MW

4.2 Pembahasan



Gambar 9. kondisi normal pada sistem kelistrikan

Pada hasil simulasi gambar4.11 menunjukkan bahwa tegangan transmisi pada interkoneksi sistem kelistrikan berada pada kondisi yang normal 150 kV, hal ini ditunjukkan oleh gelombang warna merah “fasa A” $v:(X0005A)$ $v:(X0023A)$, “fasa B” $v:(X0005B)$ $v:(X0023B)$, “fasa C” $v:(X0005C)$ $v:(X0023C)$.



Gambar 10. Gelombang Tegangan Dip Setelah masuknya PLTMG Kasletla 30 MW

Gambar 10 menunjukkan pada titik ini terjadi penurunan tegangan pada tiap fasa yaitu, fasa R sebesar $150 - 86 = 64$ kV atau 42,6%, fasa S sebesar 58kV atau 41,33%, dan fasa T sebesar 62kV atau 44,6%. Gambar 10 menampilkan kondisi tegangan mengalami dip pada ketiga fasanya dengan penurunan tegangan yang berbeda-beda. Nilai tegangan yang paling rendah terjadi di fasa T yakni 36 kV (36000 Volt) atau mengalami penurunan sebesar 114 kV atau sebesar 76% dengan durasi 5 cycles. Gambar 10 juga menunjukkan adanya fenomena tegangan swell yang terjadi namun berlangsung sangat singkat dengan transient terbesar terjadi pada fasa T dengan besar tegangan 265kV (265000 Volt) dengan voltage magnitudenya 1,7 pu

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil simulasi dapat disimpulkan bahwa tegangan dip yang muncul paling besar akibat terjadinya lonjakan beban pada saat interkoneksi awal sistem kelistrikan 150 kV PLTMG Kastela 30 MW. Tetap tidak berlangsung lama karena dilihat dari hasil simulasi akan kembali normal setelah sistem mulai stabil kembali.

References

- [1] D. V. Tien, R. Gono, and Z. Leonowicz, "Analysis and simulation of causes of voltage sags using EMTP," *Conf. Proc. - 2017 17th IEEE Int. Conf. Environ. Electr. Eng. 2017 1st IEEE Ind. Commer. Power Syst. Eur. IEEEIC / I CPS Eur. 2017*, no. 4, pp. 7–11, 2017.
- [2] X. Y. Xiao, Y. Z. Chen, Y. Wang, and Y. Q. Ma, "Multi-attribute analysis on voltage sag insurance mechanisms and their feasibility for sensitive customers," *IET Gener. Transm. Distrib.*, vol. 12, no. 16, pp. 3892–3899, 2018.
- [3] Sirad, M. A. H., Rais, M., Djalal, M. R., & Putri, A. N. (2018, March). Optimization of grounding resistance to minimize transient currents at 150 kV SULSELBAR system. In 2018 International Conference on Information and Communications Technology (ICOIACT) (pp. 572-578). IEEE.
- [4] N. R. Patne and K. L. Thakre, "Factor affecting characteristic of voltage sag due to fault in the power system," *Serbian J. Electr. Eng.*, vol. 5, no. 1, pp. 171–182, 2008.
- [5] N. Muluk, A. Warsito, and I. Setiawan, "Voltage sag mitigation due to short circuit current using dynamic voltage restorer based on hysteresis controller," in *2017 4th International Conference on Information Technology, Computer, and Electrical Engineering (ICITACEE)*, 2017, pp. 108–112
- [6] Apriyadi, Mochammad. "Analisis Karakteristik Arrester Pada Jaringan Transmisi 150kV Akibat Sambaran Petir Berbasis Perangkat Lunak EMTP." *Patria Artha Technological Journal* 4.1 (2020): 54-57
- [7] S. Biswas, S. K. Goswami, and A. Chatterjee, "Optimum distributed generation placement with voltage sag effect minimization," *Energy Convers. Manag.*, vol. 53, no. 1, pp. 163–174, 2012.
- [8] Sirad, M. A. H. (2017). Keandalan Jaringan Distribusi Primer 20KV Pada PT. PLN (Persero) Wilayah Maluku Dan Maluku Utara Cabang Ternate. *Patria Artha Technol. J*, 1(1), 37-42