Analisis Perbaikan Tegangan Ujung Pada Jaringan Tegangan Menengah 20 KV Express Trienggadeng Daerah Kerja PT PLN (Persero) Area Sigli Rayon Meureudu Dengan Simulasi E-Tap

Edge Tension Repair Analysis on 20 KV Express Voltage Network Trienggadeng Work Area of PT PLN (Persero) Sigli Rayon Meureudu Area With E-Tap Simulation

Siti Anisah¹⁾, Rahmaniar²⁾, Aulia Khaizairani³⁾

^{1,2,3)} Fakultas Sains Dan Teknologi
Universitas Pembangunan Panca Budi, Indonesia

**Corresponding author: sitianisah@dosen.pancabudi.ac.id*

Abstrak

Kondisi jaringan distribusi yang tidak optimal akan mengakibatkan pelayanan yang kurang efektif pula, diantaranya karena akibat adanya jatuh tegangan. Permasalahan yang dihadapi sekarang adalah ketika beban puncak tegangan yang sampai di GH Trienggadeng 17,8kV dengan keadaan SG-06 menyuplai 5 penyulang yaitu Penyulang Ulim, Kota Meureudu, Simpang 4, Jangka Buya dan Peuduk dengan beban puncak 7,4 MW dan memiliki panjang 34,7 kms dari GI Sigli, sedangkan menurut SPLN No.72 Tahun 1987, bahwa jatuh tegangan yang diperbolehkan adalah 5% dari tegangan kerja, dan Surat Edaran Kementerian ESDM DJK No.50K/23/DJL.3/2017 tentang tegangan menengah terendah titik pemakaian dan deklarasinya adalah 18kV. Penambahan Incoming SG-10 dan Pengalihan Beban sehingga Incoming SG-10 mensuplai 3 penyulang yaitu Penyulang Jangka Buya, Kota Meureudu dan Peuduk, sedangkan SG-06 mensuplai 2 penyulang yaitu Penyulang Ulim dan Simpang 4, tegangan terima pada Gardu Hubung Trienggadeng membaik atau menaikkan tegangan dari 17,008kV menjadi 18,583kV pada SG-06 dengan kajian E-tap serta tegangan terima sudah sesuai dengan standard SPLN No.72 Tahun 1987.

Kata Kunci: Express Trienggadeng, Jatuh Tegangan, Tegangan

Abstract

Distribution conditions that are not optimal will result in less effective services, such as due to a voltage drop. The problem faced now is when the peak voltage load that arrived at GH Trienggadeng 17.8kV with the state of SG-06 supplied 5 feeders, Penyulang Ulim, Kota Meureudu, Simpang 4, Jangka Buya and Peuduk with a peak load of 7.4 MW and a length of 34.7 kms from Sigli GI, while according to SPLN No. 72 of 1987, the allowable voltage drop is 5% of the working voltage, and ESDM DJK Circular Letter No.50K / 23 / DJL.3 / 2017 concerning the lowest medium voltage at the point of use and declaration is 18kV. SG-10 Incoming Addition and Expense Transfer so that Incoming SG-10 supplies 3 feeders namely Buya Term Feeder, Meureudu City and Peuduk, while SG-06 supplies 2 feeders namely Penyulang Ulim and Simpang 4, the received stress at Trienggadeng substation improves or increases the voltage from 17,008kV to 18,583kV in SG-06 with an E-tap study and the received stress in accordance with SPLN standard No. 72 of 1987.

Keywords: Express Trienggadeng, Falling Voltage, Voltage

How to Cite : Anisah, S, Rahmania, Khaizairani, A. Analisis Perbaikan Tegangan Ujung Pada Jaringan Tegangan Menengah 20 KV Express Trienggadeng Daerah Kerja PT PLN (Persero) Area Sigli Rayon Meureudu Dengan Simulasi E-Tap, 2(1) : 26-32

PENDAHULUAN

Jaringan distribusi tenaga listrik merupakan komponen sistem tenaga listrik yang berfungsi menyalurkan tenaga listrik dari gardu induk menuju kelokasi pelanggan^[1]. Jaringan distribusi terdiri dari jaringan distribusi primer yang memiliki tegangan kerja 20 kV dan jaringan distribusi sekunder yang memiliki tegangan kerja 400/230 volt^[2].

Jatuh tegangan dapat juga terjadi karena penghantar yang digunakan mempunyai tahanan. Oleh karena itu, penyaluran jarak jauh sangat memungkinkan terjadinya jatuh tegangan, sehingga tegangan dan arus listrik banyak yang hilang. Persyaratan penting dalam merencanakan suatu jaringan harus diperhatikan masalah kualitas saluran, dan kontinuitas pelayanan yang baik terhadap konsumen^[3].

PT PLN (Persero) Area Sigli menaungi tiga rayon yaitu Rayon Sigli Kota, Rayon Beureunuen, dan Rayon Meureudu. Dengan topologi memiliki saluran distribusi tipe radial, dari Gardu Induk Sigli (GI Sigli) mensuplai 21 penyulang pada daerah kerja Area Sigli, *Outgoing* dari GI Sigli kemudian berhenti pada Gardu Hubung yang kemudian dari *incoming* GH tersebut keluar beberapa penyulang. Area Sigli memiliki 3(tiga) Gardu Hubung yaitu Gardu Hubung Sigli Kota, Gardu Hubung Beureunuen, dan Gardu Hubung Trienggadeng. Khusus dari GI Sigli sampai Gardu Hubung Trienggadeng hanya memiliki 1 *Incoming* yaitu Express Trienggadeng (SG-6) yang menyuplai 5 penyulang yaitu penyulang

Ulim, penyulang Kota Meureudu, penyulang Simpang Empat, Penyulang Peuduk dan penyulang Jangka Buya yang memiliki total beban puncak 7,4 MW. *Incoming* SG-6 memiliki panjang 34,72 kms dari GI Sigli sampai menuju GH Trienggadeng. Permasalahan yang dihadapi sekarang adalah ketika beban puncak tegangan yang sampai di GH Trienggadeng 17,8 kV, sedangkan menurut SPLN No. 72 Tahun 1987, bahwa jatuh tegangan yang diperbolehkan adalah 5 %^[4].

Tegangan kerja bagi sistem yang memanfaatkan sistem radial diatas tanah, tegangan kerja juga sangat berpengaruh terhadap Tingkat Mutu Pelayanan (TMP) terhadap pelanggan berdasarkan Surat Edaran Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Direktorat Jendral Ketenagalistrikan No. 50K/23/DJL.3/2017 terdapat satu point tentang tegangan menengah terendah dititik pemakaian dan deklarasinya adalah 18 kV. Untuk menjaga kualitas pasokan listrik dengan batasan sesuai tegangan yang diizinkan maka perlu perbaikan kedepannya.

Sistem Tenaga Listrik

Sistem Tenaga Listrik dikatakan sebagai kumpulan/gabungan yang terdiri dari komponen-komponen atau alat-alat listrik seperti generator, transformator, saluran transmisi, saluran distribusi dan beban yang saling berhubungan sehingga membentuk suatu sistem yang berfungsi untuk membangkitkan, mentransmisikan dan mendistribusikan energi listrik dari tempat pusat pembangkit hingga sampai dan dapat digunakan konsumen.

Gambar1. Diagram Satu Garis Sistem Tenaga Listrik^[3].

Sistem Jaringan Distribusi Primer *Spindle* , Struktur jaringan *spindle* adalah hasil pengembangan dari struktur jaringan distribusi radial dan distribusi lingkaran.

Gambar 2 Jaringan Distribusi Primer *Spindle*^[8].

Gardu Distribusi

Gardu distribusi tenaga listrik adalah suatu bangunan gardu listrik yang dipasok dengan tegangan menengah 20 kV dari saluran kabel tegangan menengah atau saluran udara tegangan menengah.

Jatuh Tegangan

Jatuh tegangan merupakan besarnya tegangan yang hilang pada suatu penghantar. PT PLN (Persero) mengatur standar *drop* tegangan dalam SPLN No.72 Tahun 1987 yaitu Turun tegangan yang diperbolehkan pada JTM dan JTR^[8], adalah 2 % dari tegangan kerja untuk sistem *Spindle*/gugus dan 5 % dari tegangan kerja untuk sistem Radial diatas tanah dan sistem Simpul tergantung kepadatan beban.

Impedansi masing-masing bagian^[5].

$$Z = R + jX/km$$

$$I = \frac{V_s}{(Z_{sal} + Z_L)} \text{ atau } V_s = I \cdot Z_{sal} + I \cdot Z_L$$

ETAP (Electrical Transient Analysis Program)

Definisi E-tap

ETAP (*Electric Transient and Analysis Program*) merupakan suatu perangkat lunak yang mendukung sistem tenaga listrik. Perangkat ini mampu bekerja dalam keadaan *offline* untuk simulasi tenaga listrik, *online* untuk pengelolaan data *real-time* atau digunakan untuk mengendalikan sistem secara *real-time*^[6]. Fitur yang terdapat di dalamnya pun bermacam-macam antara lain fitur yang digunakan untuk menganalisa pembangkitan tenaga listrik, sistem transmisi maupun sistem distribusi tenaga listrik.

Analisa tenaga listrik yang dapat dilakukan ETAP, ETAP memiliki 2 macam standar yang digunakan untuk melakukan analisa kelistrikan, ANSI dan IEC^[6]. Pada dasarnya perbedaan yang terjadi di antara kedua standar tersebut adalah frekuensi yang digunakan, yang berakibat pada perbedaan spesifikasi peralatan yang sesuai dengan frekuensi tersebut. Simbol elemen listrik yang digunakan dalam analisa dengan menggunakan ETAP pun berbeda.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di wilayah kerja PT PLN (Persero) Area Sigli yang mencakup Gardu Induk Sigli dan Gardu Hubung Trienggadeng di desa Trienggadeng selama 3 bulan. PT PLN (Persero) Area Sigli menaungi tiga rayon yaitu Rayon Sigli Kota, Rayon Beureunuen, dan Rayon Meureudu. Area Sigli memiliki 3 Gardu Hubung yaitu Gardu Hubung Sigli

Kota, Gardu Hubung Beureunuen, dan Gardu Hubung Trienggadeng.

Tabel 1 Transformator Distribusi Penyulang Ulim

Trafo (kVA)	Jumlah Trafo (unit)	Jumlah Total kVA
25	15	375
50	41	2050
100	9	900

Tabel 2. Transformator Distribusi Penyulang Simpang 4

Trafo (kVA)	Jumlah Trafo (unit)	Jumlah Total kVA
25	6	150
50	34	1700
100	32	3200
160	5	800
200	3	600

Tabel 3. Transformator Distribusi Penyulang Peuduk

Trafo (kVA)	Jumlah Trafo (unit)	Jumlah Total kVA
25	3	75
50	17	850
100	10	1000

Tabel 4 Transformator Distribusi Penyulang Kota Meureudu

Trafo (kVA)	Jumlah Trafo (unit)	Jumlah Total kVA
50	6	300
100	19	1900
160	2	320
250	1	250

Tabel 5. Transformator Distribusi Penyulang Jangka Buaya

Trafo (kVA)	Jumlah Trafo (unit)	Jumlah Total kVA
25	2	50
50	12	600
100	28	2500
160	3	480
250	1	200

Gambar 3. Flowchart Sistem Distribusi Express Trienggadeng

Gambar 4 Flowchart Sistem Distribusi Express Trienggadeng

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan Arus Beban Saluran Tegangan Menengah Pada *Outgoing Feeder* GH Trienggadeng

Incoming Express Trienggadeng mensuplai 5 penyulang keluar yaitu Penyulang Ulim, Jangka Buya, Kota Meureudu, Simpang 4 dan Peuduk. Dari Laporan USD-07 (Pembebanan Transformator Distribusi), maka Penulis akan menghitung arus beban salurantegangan menengah pada kelima penyulang keluar dengan menggunakan Persamaan 2.1

Menghitung arus beban saluran tegangan menengah pada Gardu TRG.02 yang disuplai oleh penyulang keluar Kota Meureudu dengan beban Tegangan Rendah yang diambil dari laporan USD-07 sebagai berikut :

Tabel 6. Arus Beban Saluran Tegangan Menengah Setiap Penyulang Keluar

Incoming	Penyulang	Beban (A)			Arus rata-rata
		R	S	T	
SG 6	Simpang 4	71,112	74,416	72,134	72,554
	Ulim	33,14	34,326	26,908	31,458
	Peuduk	23,22	20,3	22,32	21,946
	Jangka Buya	49,52	49,04	46,82	48,46
	Kota Meureudu	35,24	31,96	35,06	34,087
Total		212,232	210,42	203,242	208,505

PERHITUNGAN JATUH TEGANGAN PADA EXPRESS TRIENGGADEN

Jatuh tegangan atau biasa di sebut *voltage drop* merupakan selisih antarategangan tegangan kirim dengan tegangan yang diterima. perhitungan jatuh

tegangan berdasarkan data pengukuran yang dihitung dari titik sumber sampai ke titik yang dihitung (titik beban) sesuai dengan panjang express trienggadeng dengan menggunakan persamaan 2.9 dan menggunakan tahanan (R) dan reaktansi (X_i)

Gambar 5 *Line Diagram* Rayon Meureudu pada program E-tap

Perhitungan Jatuh Tegangan pada Express Trienggadeng (SG-06) :

Gambar 6 *Single Line Diagram* Setelah Penambahan *Incoming*

Tabel 7. Total Arus Beban Saluran Tegangan Menengah pada SG-06 dan SG-10

Incoming	Penyulang	Beban (A)			Arus rata-rata
		R	S	T	
SG 6	Simpang 4	71,112	74,416	72,134	72,554
	Ulim	33,14	34,326	26,908	31,458
Total		104,252	108,742	99,042	104,012
SG 10	Peuduk	23,22	20,3	22,32	21,946
	Jangka Buya	49,52	49,04	46,82	48,46
	Kota Meureudu	35,24	31,96	35,06	34,087
	Total	107,98	101,3	104,2	104,493

Perhitungan Jatuh Tegangan pada Express Trienggadeng Setelah Perbaikan

Gambar 7 Simulasi Load Flow pada Single Line Diagram Rayon Meureudu

Tabel 8. Perbandingan Hasil Tegangan Eksisting dan Setelah Perbaikan

Uraian	Eksisting			Penambahan Incoming		
	Incoming	Perhitungan	E-tap	Incoming	Perhitungan	E-tap
Tegangan Terima (kV)	SG-06	17,485	17,008	SG-06	19,247	18,583
Jatuh Tegangan (V)	SG-06	3515	3233	SG-06	1753	1883
Presentase Jatuh Tegangan (%)	SG-06	16,74	15,97	SG-06	8,34	9,2
				SG-10	8,62	9,14

Perhitungan Jatuh Tegangan pada Express Trienggadeng (SG-10) :

Gambar 9 Single Line Diagram Setelah Penambahan Incoming

Tabel 9. Persentase Tegangan Setelah Perbaikan

Uraian	Incoming	Tegangan terima sebelum perbaikan (kV)	Tegangan terima setelah perbaikan (kV)	Persentase tegangan setelah perbaikan (%)
Perhitungan	SG-06	17,485	19,247	10,07%
E-Tap	SG-06	17,008	18,583	9,26%

SIMPULAN

Setelah menganalisa jatuh tegangan pada Express Trienggadeng ditinjau dari teori dan dengan kajian E-TAP, maka penulis menarik simpulan sebagai berikut:

Tegangan Terima pada Express Trienggadeng (SG-06) berdasarkan perhitungan rumus ialah 17,485 kV, sedangkan dengan kajian E-tap tegangan terima pada Gardu Hubung Trienggadeng adalah 17,008 kV dan presentase jatuh tegangan berdasarkan software ETAP adalah sebesar 15,97% dan secara perhitungan rumus sebesar 16,74%.

Dengan Penambahan Incoming SG-10 dan Pengalihan Beban sehingga Incoming SG-10 mensuplai 3 penyulang yaitu Penyulang Jangka Buya, Kota Meureudu dan Peuduk, sedangkan SG-06 mensuplai 2 penyulang yaitu Penyulang Ulim dan Simpang 4, tegangan terima pada Gardu Hubung Trienggadeng membaik atau menaikkan tegangan dari 17,008 kV menjadi 18,583 kV pada SG-06 dengan kajian E-tap serta tegangan terima sudah sesuai dengan standard SPLN No. 72 Tahun 1987, bahwa jatuh tegangan yang diperbolehkan adalah 5 % dari tegangan kerja bagi sistem yang memanfaatkan sistem radial diatas tanah, dan Tingkat Mutu Pelayanan (TMP) terhadap pelanggan berdasarkan Surat Edaran Kementrian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Direktorat Jendral Ketenagalistrikan No. 50K/23/DJL.3/2017 terdapat satu point

tentang tegangan menengah terendah dititik pemakaian dan deklarasinya adalah 18 kV.

DAFTAR PUSTAKA

- Suswanto, Daman.2009. *Sistem Distribusi Tenaga Listrik*. Padang
- Badan Standarisasi Nasional BSN. 2000. *Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2000*. Jakarta: Yayasan PUIL.
- PT PLN (Persero).2010.*Kriteria Desain Engineering Konstruksi Jaringan Distribusi Tenaga Listrik Buku PLN Edisi 1*. Jakarta
- SPLN 72:1987. *Spesifikasi Desain untuk Jaringan Tegangan Menengah (JTM) dan Jaringan Tegangan Rendah (JTR)*
- Zuhal. 1992. *Dasar Teknik Tenaga Listrik dan Elektronika Daya*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Multa, Lestanto dkk. 2013. *Modul Pelatihan Etap*.Yogyakarta : Universitas Gajah Mada
- SPLN 64:1985. *Petunjuk Pemilihan dan Penggunaan Pelebur Sistem Distribusi Tegangan Menengah*
- Nugroho, Agung dkk. 2015. *Analisa Perbaikan Losses dan Jatuh Tegangan pada Jaringan Sambungan Rumah Tidak Standar dengan Simulasi Software E-tap 7.5.0*. Semarang : Universitas Diponegoro Semarang