

Analisis Perbaikan Jatuh Tegangan Akibat Sambungan Rumah Berderet Dengan Penggantian Kabel Berdasarkan Pemetaan Berbasis GPS *Garmin*

Munifa Istiqamah¹⁾, Ahmad Rosyid Idris²⁾, Alamsyah Achmad³⁾

^{1,2,3}Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Ujung Pandang
munifaistiqamah07@gmail.com¹⁾, ahmadrosyid@poliupg.ac.id²⁾, alamsyahachmad@poliupg.ac.id³⁾

Abstrak

Jatuh tegangan terindikasi terjadi di Jalan Gontang Raya dengan gardu distribusi GT.MGT015 dikarenakan panjang jaringan yang cukup jauh serta sambungan rumah berderet. Sehubungan dengan upaya perbaikan jatuh tegangan, penelitian ini bertujuan mengevaluasi penggunaan GPS *Garmin* dalam perencanaan perbaikan jatuh tegangan, membandingkan nilai jatuh tegangan sebelum dan sesudah dilakukan perbaikan menggunakan simulasi *ETAP*, serta mengevaluasi solusi perbaikan jatuh tegangan. Teknik pengumpulan data yang digunakan adalah studi literatur, observasi, wawancara, dan dokumentasi. Data yang dibutuhkan berupa data pengukuran tegangan dan beban transformator serta pelanggan pada waktu beban puncak, juga panjang penghantar yang diperoleh dari hasil penitikan koordinat menggunakan GPS *Garmin*. Adapun rencana perbaikan jatuh tegangan berupa penggantian kabel, penambahan jaringan tegangan rendah, serta penataan sambungan rumah berderet. Rencana perbaikan tersebut disimulasikan menggunakan *software ETAP 12.6.0*. Dari simulasi *ETAP*, diperoleh kenaikan tegangan sebesar 1,32% hingga 3,95%. Pada pelanggan ujung dari tiang T8, nilai tegangan sebelum perbaikan sebesar 199 Volt, setelah perbaikan nilai tegangan naik sebesar 8,2 Volt menjadi 207,2 Volt. Pada pelanggan ujung dari tiang T12, nilai tegangan sebelum perbaikan adalah 202 Volt, setelah dilakukan perbaikan nilai tegangan naik sebesar 4,9 Volt menjadi 206,9 Volt. Hal tersebut menunjukkan bahwa solusi yang digunakan dapat mengurangi nilai jatuh tegangan pada gardu GT.MGT015.

Keywords: Jatuh tegangan, Sambungan Rumah Berderet, GPS *Garmin*, Penggantian Kabel, *Software ETAP 12.6.0*.

I. PENDAHULUAN

Salah satu masalah yang biasa terjadi dalam penyaluran tenaga listrik khususnya pada proses distribusi jaringan tegangan rendah (JTR) adalah jatuh tegangan. Jatuh tegangan merupakan kondisi dimana tegangan yang sampai ke pelanggan mengalami penurunan dari batas standar. Berdasarkan Standar PLN No.1 Tahun 1978, mutu kualitas tegangan disisi konsumen yaitu +5% dan -10% dari tegangan nominal 220/380 Volt.

Penelitian ini akan membahas terkait upaya perbaikan jatuh tegangan sebagai akibat dari sambungan rumah berderet. Berdasarkan hal tersebut, digunakan suatu alat untuk mempermudah proses survey yaitu dengan menggunakan GPS *Garmin*. Dengan GPS *Garmin*, akan dilakukan penitikan lokasi gardu distribusi serta tiang-tiang HUTR sesuai *real* posisi koordinatnya sehingga pelaksanaan pengukuran panjang jaringan jauh lebih akurat. Hasil pengukuran tersebut kemudian dijadikan parameter dalam pembuatan simulasi menggunakan *software ETAP 12.6.0*. Pada *software ETAP* dilakukan simulasi pemodelan jaringan eksisting serta jaringan rencana perbaikan jatuh tegangan dengan penggantian kabel, penambahan jaringan tegangan rendah, serta penataan sambungan rumah berderet.

Budi Hartono, Universitas Pembangunan Panca Budi (2019) sebelumnya telah melakukan penelitian terkait perbaikan jatuh tegangan dengan penggantian kabel TIC yang sebelumnya berukuran 4x10 mm² menjadi kabel 3x70 + 1x50 mm² sepanjang 523 meter. Setelah dilakukan perbaikan, tegangan ujung yang sebelumnya 153,02 Volt saat malam hari meningkat menjadi 172,94 Volt dengan

peningkatan tegangan 19,92 Volt dan delta tegangan 9,40%.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi penggunaan GPS *Garmin* guna mempermudah perencanaan perbaikan jatuh tegangan, membandingkan nilai jatuh tegangan sebelum dan sesudah dilakukan penggantian kabel dengan simulasi *ETAP*, serta mengevaluasi solusi perbaikan jatuh tegangan dengan penggantian kabel guna mengurangi jatuh tegangan disisi pelanggan.

II. KAJIAN LITERATUR

A. Jaringan Tegangan Rendah (JTR)

Jaringan tegangan rendah adalah jaringan distribusi dengan tegangan 380V/220Volt yang bermula dari trafo distribusi melewati penghantar tegangan rendah hingga ke kWh meter konsumen [1].

B. Sambungan Rumah

Sambungan rumah merupakan titik sambung dari jaringan distribusi sampai dengan alat pengukur dan pembatas [2]. Standarisasi dari sambungan rumah yaitu sebagai berikut:

- 1) Dalam satu tiang dapat disambung maksimum 5 sambungan luar pelanggan (SLP).
- 2) Dalam satu sambungan luar pelanggan, dapat disambung seri maksimum 5 pelanggan dengan tetap memperhatikan jatuh tegangan yang diizinkan.
- 3) Pada sambungan satu atap, maksimum dapat disambung 3 SLP.

C. Jatuh Tegangan

Jatuh tegangan adalah perbedaan tegangan kirim dan tegangan terima karena disebabkan oleh beberapa faktor yaitu arus, impedansi saluran dan jarak [3]. Adapun nilai tegangan pada sisi beban dapat dinyatakan dengan rumus (1) sebagai berikut:

$$V_r = V_s - V_d \dots\dots\dots(1)$$

Maka jatuh tegangan dapat didefinisikan:

$$V_d = V_s - V_r \dots\dots\dots(2)$$

Persentase jatuh tegangan dapat dicari dengan menggunakan persamaan (3).

$$\%V_d = \frac{V_d}{V_s} \times 100\% \dots\dots\dots(3)$$

Faktor penyebab jatuh tegangan adalah hambatan dan arus dengan Hukum Ohm yaitu $V = I \times R$, dimana besar hambatan penghantar didefinisikan dengan persamaan:

$$R = \frac{\rho \times L}{A} \dots\dots\dots(4)$$

Sehingga jatuh tegangan dapat pula dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$V = \frac{I \times \rho \times L}{A} \dots\dots\dots(5)$$

Keterangan:

- Vd = jatuh tegangan
- Vs = tegangan dari sisi pengirim
- Vr = tegangan pada sisi penerima (beban)
- V = tegangan (Volt)
- R = hambatan dalam penghantar (Ω)
- ρ = hambatan jenis penghantar
- A = luas penampang penghantar (m^2)
- L = panjang penghantar (m)

D. Jenis-jenis Kabel

Kabel listrik adalah media untuk menyalurkan energi listrik [4]. Sebuah kabel listrik terdiri dari isolator dan konduktor. Kemampuan hantar sebuah kabel listrik ditentukan oleh KHA (Kemampuan Hantar Arus) yang dimilikinya. Kemampuan hantar arus ditentukan oleh luas penampang konduktor yang berada dalam kabel listrik [4]. Adapun jenis-jenis kabel yaitu kabel NYA, NYM, NYY, NYAF, NYMHY, NYYHY, NFA2X, NFA2X-T. Kabel jenis NFA2X sering disebut dengan kabel udara, terbuat dari kawat aluminium yang dipilin dengan isolasi XLPE yang terkstrusi. Kabel ini sering digunakan dalam distribusi listrik tegangan rendah. Tegangan nominalnya berkisar 0,6-1 (1,2) kV.

E. Global Positioning System (GPS) Garmin 62s

GPS adalah sistem navigasi yang menggunakan satelit dan didesain agar dapat menyediakan posisi secara instan, kecepatan dan informasi waktu di hampir semua tempat di muka bumi, setiap saat dan dalam kondisi cuaca apapun [4]. Alat ini mempunyai kemampuan sebagai berikut:

- 1) Dapat menentukan koordinat dalam format geografi (lintang & bujur)
- 2) Dapat menentukan ketinggian suatu tempat
- 3) Dapat menentukan waktu, kecepatan, dan arah

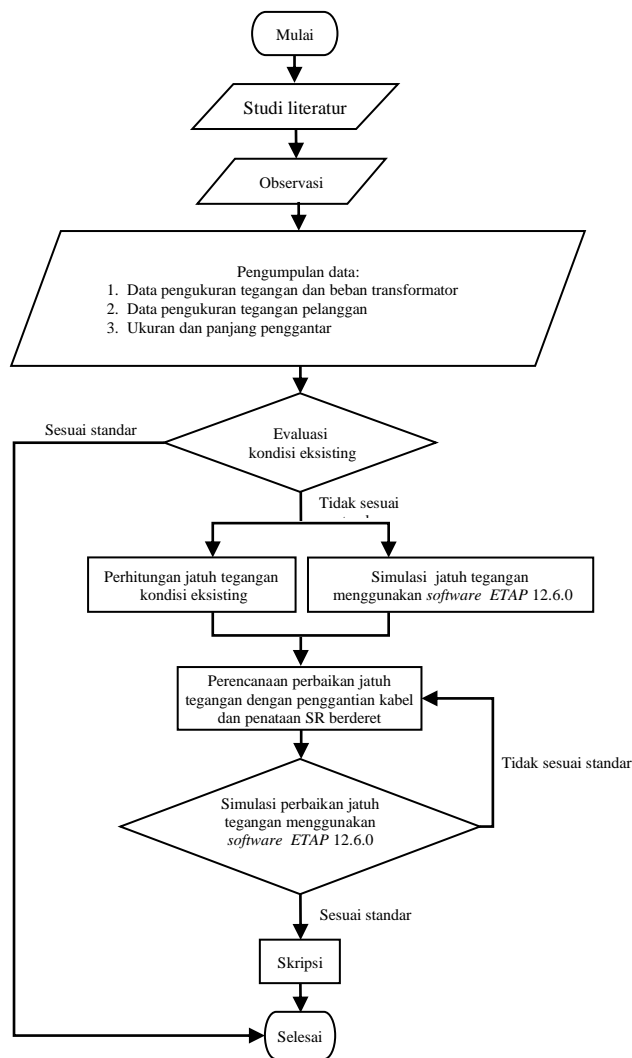
- 4) Dapat menyimpan koordinat sebanyak 3000 titik (*waypoint*)
- 5) Dapat menyimpan koordinat secara otomatis (*track*) sebanyak 10000 titik

F. Electrical Transient Analyzer Program (ETAP) 12.6.0

ETAP merupakan *software* yang digunakan untuk melakukan desain/perencanaan sistem kelistrikan yang ada di suatu industri atau wilayah [5]. Dalam perancangan dan analisa sebuah sistem tenaga listrik, sebuah *software* sangat dibutuhkan untuk merepresentasikan kondisi *real* sebelum sebuah sistem direalisasikan. Fitur yang terdapat di dalam ETAP merupakan fitur yang digunakan untuk menganalisa pembangkitan tenaga listrik, sistem transmisi, maupun sistem distribusi tenaga listrik.

III. METODE PENELITIAN

Penelitian ini difokuskan pada jaringan distribusi PT PLN (Persero) ULP Mattoanging yaitu Penyulang Gontang dengan nomor gardu GT.MGT015 tepatnya di Jl. Gontang Raya. Metode yang digunakan untuk mengumpulkan data adalah studi literatur, observasi, wawancara, serta dokumentasi. Uraian prosedur pelaksanaan penelitian dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Gambaran Umum Lokasi Jatuh Tegangan

Pelanggan yang terindikasi mengalami jatuh tegangan disuplai dari gardu distribusi GT.MGT015 dengan kapasitas transformator 100 kVA bermerek B&D. Transformator tersebut hanya memiliki satu jurusan yang terbentang secara radial. Guna mengetahui kualitas tegangan yang disuplai menuju pelanggan, dilakukan pengukuran tegangan sekaligus arus pada gardu distribusi GT.MGT015 di waktu beban puncak. Hasil pengukuran dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengukuran Arus dan Tegangan Pangkal

Phasa (L-N)	Tegangan (Volt)	Arus (A)
R	229	65.9
S	227.2	93.8
T	228.3	53.4

Hasil pengukuran menunjukkan nilai tegangan pangkal (Phasa-Netral) yang sesuai dengan standar PLN. Sehingga diketahui bahwa tegangan yang disuplai menuju pelanggan memiliki kualitas yang baik.

Pada pelaksanaan survey lokasi jatuh tegangan dilakukan penitikan koordinat mulai dari gardu distribusi hingga tiang-tiang HUTR menggunakan GPS *Garmin*. Dengan bantuan aplikasi *Google Earth*, hasil penitikan koordinat tersebut digunakan untuk melakukan pengukuran panjang penghantar. Data yang diperoleh dijadikan sebagai parameter dalam pembuatan simulasi jaringan menggunakan *software ETAP 12.6.0*. Selain itu, dari data panjang penghantar dapat diketahui kebutuhan material secara *real* perbaikan jatuh tegangan sesuai panjang jaringan di lapangan. Hasil penitikan koordinat dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Penitikan Koordinat Menggunakan GPS *Garmin*

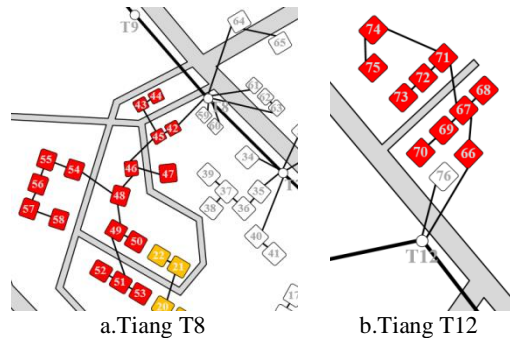
Konstruksi	Titik koordinat	Jumlah Tarikan SLP	Jumlah Pelanggan	Jarak (m)
GT.MGT015	-5.185628, 119.406871	-	-	-
T1	-5.185587, 119.407349	-	-	52,86
T2	-5.185617, 119.407598	-	-	27,78
T3	-5.185325, 119.407815	4	5	40,21
T4	-5.184935, 119.407875	4	6	44,28
T5	-5.184652, 119.408057	5	13	37,42
T6	-5.184398, 119.408236	3	5	34,19
T7	-5.184120, 119.407941	5	12	45,17
T8	-5.183801, 119.407635	6	24	48,90
T9	-5.183446, 119.407360	-	-	50,01
T10	-5.183304, 119.407205	-	-	23,38
T11	-5.183115, 119.407041	-	-	27,78
T12	-5.182898, 119.406883	2	11	29,77
T13	-5.183032, 119.406440	1	4	50,66
Jumlah			80	512,41

Diketahui gardu ditribusi GT.MGT015 memiliki jaringan sepanjang 512,41 meter yang terhubung dengan jaringan tegangan rendah menggunakan penghantar LVTC/NFA2X 3x70 + 70 mm² sepanjang 80,64 m dan LVTC/NFA2X 3x50 + 50 mm² sepanjang 431,77 m yang kemudian disalurkan ke rumah-rumah pelanggan menggunakan penghantar LVTC/NFA2X ukuran 2x16 mm² dan 2x10 mm².

Pada jaringan eksisting terdapat 13 tiang HUTR untuk mendistribusikan tenaga listrik menuju 80 pelanggan dengan daya rata-rata sebesar 900 VA. Sambungan luar pelanggan yang ditarik pada masing-masing tiang

berjumlah 1 hingga 6 tarikan, dengan sambungan rumah pada setiap SLP berjumlah 1 hingga 7 sambungan. Akan tetapi, tiang T8 dan T12 memiliki jumlah sambungan rumah melebihi batas standar yang telah ditetapkan PLN.

Pada tiang T8 terdapat 6 tarikan SLP untuk melayani 24 pelanggan. Pada salah satu tarikan, terdapat 17 sambungan rumah yang terhubung secara seri. Sedangkan pada tiang T12, terdapat 2 tarikan SLP untuk melayani 11 pelanggan, yang mana pada salah satu tarikan tersebut terdapat 10 sambungan rumah yang terhubung secara seri. Jumlah sambungan rumah yang tidak memenuhi standar inilah yang menyebabkan terjadinya jatuh tegangan pada 27 rumah tersebut.



Gambar 2. Kondisi Jaringan Eksisting

Survey tegangan pelanggan dilakukan dengan mengukur tegangan pada rumah ujung dari tiang T8 dan T12 untuk tarikan SLP dengan sambungan rumah berderet pada waktu beban puncak. Hasil pengukuran dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengukuran Tegangan

Tiang	Kode Rumah	Daya (VA)	Panjang Penghantar (m)	Tegangan (V)
T8	58	900	127	193
T12	75	900	85	186

Hasil pengukuran tegangan tersebut menunjukkan nilai tegangan berada di bawah standar penurunan tegangan yang telah ditetapkan oleh PLN. Diketahui standar penurunan tegangan adalah 10% dari tegangan nominal 220 Volt atau sebesar 198 Volt.

B. Perhitungan Jatuh Tegangan

Perhitungan jatuh tegangan dilakukan menggunakan persamaan (3) dan (5) sebagai berikut:

a. Persamaan pertama

Untuk T8:

$$V_d = V_s - V_r = 220 - 193 = 27 \text{ Volt}$$

$$\%V_d = \frac{V_d}{V_s} \times 100\% = \frac{27}{220} \times 100\% = 12,27\%$$

Untuk T12:

$$V_d = V_s - V_r = 220 - 186 = 34 \text{ Volt}$$

$$\%V_d = \frac{V_d}{V_s} \times 100\% = \frac{34}{220} \times 100\% = 15,45\%$$

b. Persamaan kedua

$V = \frac{I \times \rho \times L}{A}$, dimana

$$I_{rata-rata} = \frac{I_R + I_S + I_T}{3} = \frac{65,9 + 93,8 + 53,4}{3} = 71,03 \text{ A, dan}$$

$$\rho = 0,029 \Omega \text{ mm}^2/\text{m, sehingga}$$

Untuk T8:

$$V = 71,03 \times 0,029 \times \left(\left(\frac{80,64}{70} \right) + \left(\frac{250,17}{50} \right) + \left(\frac{19}{16} \right) + \left(\frac{108}{10} \right) \right)$$

$$= 2,05 \times (1,15 + 5 + 1,18 + 10,8)$$

$$= 2,05 \times 18,13$$

$$= 37,16 \text{ Volt atau } 16,89\%$$

Untuk T12:

$$V = 71,03 \times 0,029 \times \left(\left(\frac{80,64}{70} \right) + \left(\frac{381,11}{50} \right) + \left(\frac{28}{16} \right) + \left(\frac{57}{10} \right) \right)$$

$$= 2,05 \times (1,15 + 7,62 + 1,75 + 5,7)$$

$$= 2,05 \times 16,22$$

$$= 33,25 \text{ Volt atau } 15,11\%$$

Tabel 4. Hasil Perhitungan Jatuh Tegangan Secara Manual

Kode Rumah	Persamaan I		Persamaan II	
	ΔV	% ΔV	ΔV	% ΔV
58 pada T8	27 V	12,27%	37,16 V	16,89%
75 pada T12	34 V	15,45%	33,25 V	15,11%

Selain melakukan pengukuran langsung dan perhitungan secara manual, juga dilakukan perhitungan jatuh tegangan menggunakan *software ETAP*. Hasil perhitungan pada *software ETAP* ini dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Perhitungan Menggunakan *ETAP 12.6.0*

Tiang	Kode Rumah	Daya (VA)	Panjang Penghantar (m)	Tegangan (Volt)	% ΔV
T8	42	900	19	205,6	6,55%
	43	450	27	205,5	6,59%
	44	900	38	205,3	6,68%
	45	900	28	204,4	7,09%
	46	900	38	203,1	7,68%
	47	900	47	203,0	7,73%
	48	900	55	201,8	8,27%
	49	900	68	200,6	8,82%
	50	1300	77	200,5	8,86%
	51	450	85	200,3	8,95%
	52	450	93	200,2	9,00%
	53	900	94	200,1	9,05%
	54	900	73	200,4	8,91%
	55	450	85	199,9	9,14%
56	900	101	199,4	9,36%	
57	900	113	199,1	9,50%	
58	900	127	199,0	9,55%	
T12	66	450	28	204,7	6,95%
	67	900	45	203,0	7,73%
	68	900	50	202,9	7,77%
	69	900	50	202,9	7,77%
	70	900	57	202,8	7,82%
	71	900	52	202,6	7,91%
	72	900	59	202,5	7,95%
	73	900	69	202,3	8,05%
	74	900	76	202,1	8,14%
75	900	85	202,0	8,18%	

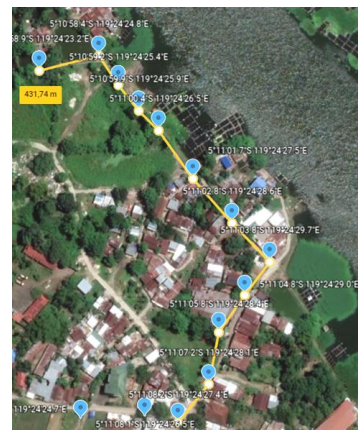
Terdapat perbedaan antara nilai jatuh tegangan yang dihitung secara manual dengan nilai jatuh tegangan yang diperoleh melalui simulasi *ETAP*. Pada simulasi *ETAP*, meskipun tegangan yang menuju beban mengalami penurunan, akan tetapi besar jatuh tegangan masih memenuhi standar PLN. Hal tersebut dikarenakan, selain faktor panjang dan diameter penghantar, serta jumlah sambungan rumah yang tidak sesuai standar, jatuh tegangan juga dapat diakibatkan oleh beberapa faktor lain seperti aktual arus beban yang lebih tinggi dari arus simulasi dikarenakan perilaku beban yang tidak teratur, serta koneksi atau terminasi yang buruk akibat kondisi

konektor yang berkarat ataupun akibat dari cara pemasangan dan jenis konektor yang kurang baik, dimana pada *software ETAP*, faktor tersebut diabaikan.

C. Perencanaan Perbaikan Jatuh Tegangan

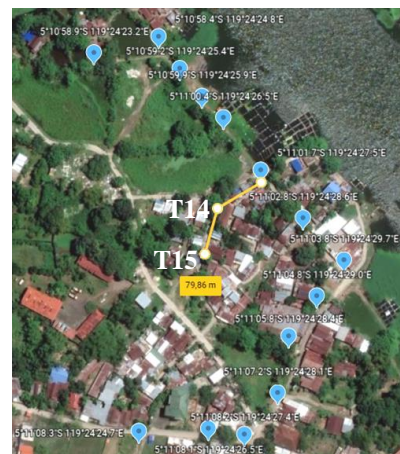
Rencana perbaikan jatuh tegangan dilakukan dengan penggantian kabel sekaligus penambahan jaringan tegangan rendah, serta penataan sambungan rumah berderet. Metode penggantian kabel dipilih karena memiliki waktu penanganan yang cepat.

Proses penggantian kabel direncanakan sepanjang 431,77 meter mulai dari tiang T2 hingga T13. Penghantar LVTC/NFA2X ukuran 3×50 + 50 mm² diganti menjadi penghantar LVTC/NFA2X berukuran 3×70 + 70 mm². Bila diperlukan, proses penggantian kabel tersebut sekaligus dengan pengecekan kondisi ataupun penggantian konektor tipe *tap connector* menjadi *press connector*.



Gambar 3. Panjang Penghantar T2-T13

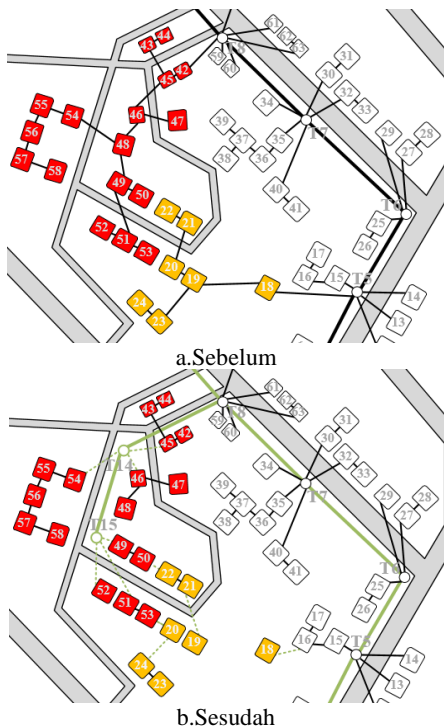
Pada tiang T8, sambungan luar pelanggan “V” dengan penghantar LVTC/NFA2X berukuran 2×16 mm² yang ditarik sepanjang 19 meter dari tiang T8 untuk melayani 17 pelanggan akan diganti dengan penghantar LVTC/NFA2X berukuran 3×70 + 70 mm² sepanjang 80 meter melalui dua tiang tambahan yaitu T14 dan T15 dengan jarak antar tiang adalah 40 meter. Titik lokasi penanaman tiang mengikuti ketentuan pada peta rencana jalur yang dibuat sesuai dengan peraturan pemerintah daerah, dan mengikuti garis sepadan jalan.



Gambar 4. Rencana Penambahan Jaringan Tegangan Rendah

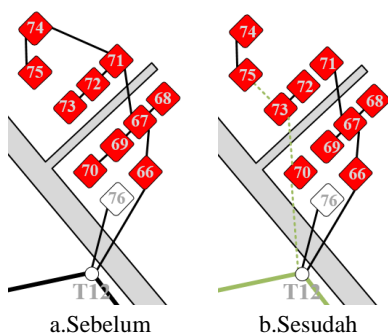
Dengan penambahan jaringan tegangan rendah maka sambungan rumah berderet pada tiang T8 dapat diurai. Pada tiang T14 akan ditarik tiga sambungan luar pelanggan yang melayani 12 pelanggan. Adapun pada pada tiang T15 akan ditarik tiga sambungan luar pelanggan yang melayani 11 pelanggan.

Pada tiang T5, rumah dengan kode 18 memiliki jarak sambungan sepanjang 37 meter atau 7 meter lebih panjang dari batas maksimum panjang sambungan rumah yaitu 30 meter. Untuk mengatasi hal tersebut, maka rumah dengan kode 18 akan disambungkan ke rumah 16. Sedangkan rumah dengan kode 19, 20, 21, 22, 23, dan 24 akan disambungkan ke tiang T15 melalui dua sambungan luar pelanggan yang berbeda.



Gambar 5. Rencana Perbaikan Pada Tiang T8

Pada tiang T12 akan dilakukan penguraian sambungan rumah untuk mengatasi SR berderet dengan menarik SLP baru dari tiang T12. SLP tersebut akan ditarik sepanjang 30 meter menuju rumah dengan kode 70 yang tersambung dengan rumah 72, 73, 74, dan 75. Sedangkan rumah dengan kode 66, 67, 68, 69, dan 71 tetap pada sambungan luar pelanggan “b”.



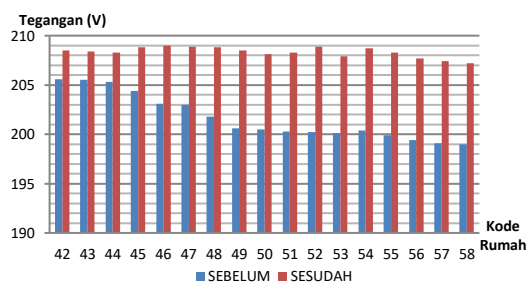
Gambar 6 Rencana Perbaikan Pada Tiang T12

Perbaikan jatuh tegangan disimulasikan menggunakan *software ETAP 12.6.0* dengan pemodelan sesuai perencanaan perbaikan jatuh tegangan yang telah dibuat. Adapun perbandingan nilai tegangan sebelum dan sesudah dilakukannya perbaikan menggunakan *software ETAP 12.6.0* dapat dilihat pada Tabel 6.

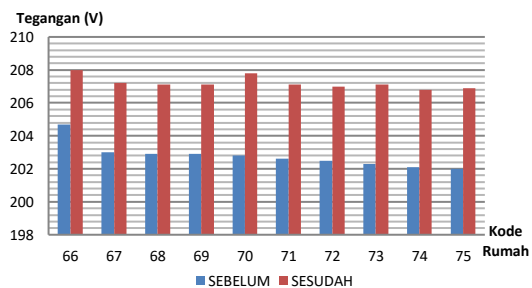
Tabel 6. Perbandingan Tegangan Sebelum dan Sesudah Perbaikan

Kode Rumah	Daya (VA)	Tegangan (Volt)		%ΔV		Selisih
		Sebelum	Sesudah	Sebelum	Sesudah	
42	900	205,6	208,5	6,55%	5,23%	1,32%
43	450	205,5	208,4	6,59%	5,27%	1,32%
44	900	205,3	208,3	6,68%	5,32%	1,36%
45	900	204,4	208,8	7,09%	5,09%	2,00%
46	900	203,1	209,0	7,68%	5,00%	2,68%
47	900	203,0	208,9	7,73%	5,05%	2,68%
48	900	201,8	208,8	8,27%	5,09%	3,18%
49	900	200,6	208,5	8,82%	5,23%	3,59%
50	1300	200,5	208,1	8,86%	5,41%	3,45%
51	450	200,3	208,3	8,95%	5,32%	3,63%
52	450	200,2	208,9	9,00%	5,05%	3,95%
53	900	200,1	207,9	9,05%	5,50%	3,55%
54	900	200,4	208,7	8,91%	5,14%	3,77%
55	450	199,9	208,3	9,14%	5,32%	3,82%
56	900	199,4	207,7	9,36%	5,59%	3,77%
57	900	199,1	207,4	9,50%	5,73%	3,77%
58	900	199,0	207,2	9,55%	5,82%	3,73%
66	450	204,7	208,0	6,95%	5,45%	1,50%
67	900	203,0	207,2	7,73%	5,82%	1,91%
68	900	202,9	207,1	7,77%	5,86%	1,91%
69	900	202,9	207,1	7,77%	5,86%	1,91%
70	900	202,8	207,8	7,82%	5,55%	2,27%
71	900	202,6	207,1	7,91%	5,86%	2,05%
72	900	202,5	207,0	7,95%	5,91%	2,04%
73	900	202,3	207,1	8,05%	5,86%	2,19%
74	900	202,1	206,8	8,14%	6,00%	2,14%
75	900	202,0	206,9	8,18%	5,95%	2,23%

Berdasarkan tabel di atas, tampak bahwa setelah dilakukan perbaikan jatuh tegangan diperoleh kenaikan tegangan pelanggan sebesar 1,32% hingga 3,95%. Adapun perbandingan nilai tegangan sebelum dan sesudah perbaikan jatuh tegangan pada tiang T8 dan T12 menggunakan *software ETAP* disajikan dalam Gambar 7 dan Gambar 8.



Gambar 7. Perbandingan Tegangan Pada T8



Gambar 8. Perbandingan Tegangan Pada T12

Kenaikan tegangan pelanggan pada tiang T8 berkisar antara 1,32% hingga 3,95%. Kenaikan signifikan tegangan terjadi pada rumah ujung dengan kode 58. Sebelum dilakukan perbaikan, nilai tegangan pada rumah tersebut adalah 199 Volt, setelah dilakukan perbaikan maka nilai tegangan naik sebesar 8,2 Volt menjadi 207,2 Volt.

Kenaikan tegangan berkisar antara 1,50% hingga 2,27%. Sebelum dilakukan perbaikan, nilai tegangan pada rumah ujung dengan kode 75 adalah 202 Volt, setelah dilakukan perbaikan maka nilai tegangan naik sebesar 4,9 Volt menjadi 206,9 Volt.

V. KESIMPULAN

Penggunaan GPS *Garmin* terbilang mempermudah perencanaan perbaikan jatuh tegangan. Dengan GPS *Garmin*, dilakukan penitikan koordinat mulai dari trafo distribusi hingga tiang hantaran udara tegangan rendah. Dengan bantuan aplikasi *Google Earth*, hasil penitikan koordinat tersebut digunakan untuk melakukan pengukuran panjang penghantar sekaligus pemetaan guna merencanakan perbaikan jatuh tegangan. Data panjang penghantar yang diperoleh dijadikan sebagai parameter dalam pembuatan simulasi menggunakan *software ETAP* 12.6.0. Selain itu, dari data panjang penghantar dapat diketahui kebutuhan material secara *real* perbaikan jatuh tegangan sesuai panjang jaringan di lapangan.

Dari simulasi *ETAP*, diperoleh kenaikan tegangan sebesar 1,32% hingga 3,95%. Pada pelanggan ujung dari tiang T8, nilai tegangan sebelum perbaikan sebesar 199 Volt, setelah perbaikan nilai tegangan naik 8,2 Volt menjadi 207,2 Volt. Pada pelanggan ujung dari tiang T12, nilai tegangan sebelum perbaikan adalah 202 Volt, setelah perbaikan nilai tegangan naik 4,9 Volt menjadi 206,9 Volt.

Solusi penggantian kabel sekaligus penambahan jaringan tegangan rendah, serta penataan sambungan rumah berderet dapat mengurangi nilai jatuh tegangan pada pelanggan asuhan gardu distribusi GT.MGT015.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada H.Syamsuddin selaku Manager ULP Mattoanging, dan Fadli Hasbi selaku Supervisor Teknik serta seluruh staff ULP Mattoanging yang telah meluangkan waktu sekaligus memberikan arahan kepada penulis dalam proses penelitian ini.

REFERENSI

- [1] Ariwibowo, C. 2009. Jaringan Tegangan Menengah 20 kV di PT PLN (Persero) UPJ Semarang Selatan. (*Online*), (<https://publikasi.dinus.ac.id>), diakses 13 Januari 2022.
- [2] Ardiansyah, R. 2017. Perbandingan Penggunaan *Compression Connector* (CCO) dan *Tap Connector* Pada Sambungan Rumah Terhadap Besarnya Losses Energi. Skripsi. Semarang: Universitas Negeri Semarang.
- [3] Abdullah, D. 2020. Analisa Perbaikan Penampang Penghantar Guna Mengurangi Drop Tegangan dan Simulasi *ETAP* 16.0 Pada JTR GD KRDB Di

Wilayah Kerja PT . PLN (Persero) ULP Serang Kota. (*Online*), 11 (1): 24–31, (<https://eprints.ums.ac.id>), diakses 13 Januari 2022.

- [4] Hartono, B., Tharo, Z., & Tarigan, A. D. 2020. Analisis Perbaikan *Drop* Tegangan Akibat Pemetaan Berbasis GPS *Garmin* (Studi Kasus PT PLN (Persero) ULP Aek Kota Batu). Skripsi. Medan: Universitas Pembangunan Panca Budi.
- [5] Multa, L., & Aridani, R. P. 2018. Modul Pelatihan *ETAP*.