

Evaluasi Jaringan Tegangan Menengah Pasca Bencana Di Kabupaten Halmahera Selatan

Ramly Rasyid

Program Studi Teknik Elektro
Fakultas Teknik, Universitas Khairun.
ramlyteknik@gmail.com

Abstract

This study looked at the condition of power loss and falling voltage after the evaluation of the medium voltage network 20 kV after the earthquake disaster in South Halmahera district, especially in Labuha extension on Bacan island. The method used in this study is a quantitative research method with data collection done which is then simulated using ETAP 12.6 software. The simulation result obtained total power loss at Labuha extension is 44.3 kW + 66.8 kVAR or 80,154 kVA of 2,445 MVA delivery power, while the presentation of power loss is 3.278%, this is still considered feasible because the power loss on the medium voltage network 20 kV is 10% while in Labuha turtles the power loss is less than 10%. While the large fall in voltage at the largest Labuha extension at the Belang-Belang distribution substation is 3.96% or 792 volts, this is due to the channel length and presentation of the load reaching 83% against the distribution transformer and the fall in the average voltage of Labuha's purgator is 3.025% or 605 volts against the nominal voltage of 20 kV. It is still considered viable for operation due to the permitted voltage fall on the 20 kV medium voltage network which is 5%.

Keywords: Evaluation of 20 kV Distribution Network, Power Loss, Falling Voltage, ETAP 12.6

PENDAHULUAN

Kebutuhan energi listrik sekarang ini sudah merupakan kebutuhan primer, maka kualitas energi listrik harus memperhitungkan energi yang dikirim dari pusat pembangkit ke konsumen sampai dengan baik meliputi: kapasitas daya yang memenuhi kebutuhan dan tegangan yang selalu konstan dan nominal. Tegangan harus selalu dijaga konstan pada batas toleransinya yaitu voltage drop dan over voltage maksimum 5%, terutama rugi tegangan yang terjadi diujung saluran.

Tegangan yang tidak stabil dapat berakibat merusak alat-alat yang peka terhadap perubahan tegangan (khususnya alat-alat elektronik). Demikian juga tegangan yang terlalu rendah akan mengakibatkan alat-alat listrik tidak dapat beroperasi sebagaimana mestinya. Salah satu syarat penyambungan alat-alat listrik, yaitu tegangan sumber

harus sama dengan tegangan yang dibutuhkan oleh peralatan listrik tersebut. Tegangan terlalu tinggi akan dapat merusak alat-alat listrik. Proses pengiriman energi listrik terdiri dari unit pembangkit dan unit penyalur serta perlengkapan yang terpasang. Untuk dioperasikan. Susunan dan pengoperasian jaringan ini disebut sistem tenaga listrik yaitu suatu proses dimana energi listrik diproduksi oleh pusat pembangkit dan disalurkan lewat transmisi tegangan tinggi maupun ekstra tinggi menuju ke gardu induk yang kemudian disalurkan ke konsumen. Secara umum, baik buruknya sistem penyaluran dan distribusi tenaga listrik terutama adalah ditinjau dari kualitas daya yang diterima oleh konsumen.

Pada pasca gempa tanggal 14 Juli 2019 di kabupaten Halmahera Selatan diharapkan dilakukan rehabilitasi jaringan listrik khususnya Jaringan

Tegangan Menengah (JTM) sehingga kualitas listrik bisa menjadi baik kembali.

Berdasarkan latar belakang, maka penulis ingin mengevaluasi JTM 20 kV pada UPT pulau Bacan khususnya penyulang Labuha yang terdampak bencana gempa bumi. Juga kemungkinan isolasi galvanic, dan tegangan output harus selalu lebih tinggi dari nilai input tegangan puncak.

Tujuan dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui kondisi rugi daya yang terjadi pada penyulang Labuha setelah terjadi bencana gempa dan kondisi jatuh tegangan pada penyulang Labuha setelah terjadi bencana gempa.

KAJIAN LITERATUR

Profil Lokasi Penelitian

Secara astronomi Kabupaten Halmahera Selatan terletak antara 126° 45' BT dan 129° 30' BT dan 0° 30' LU dan 2° 00' LS. Kabupaten merupakan wilayah kepulauan karena sebagian besar wilayahnya berupa pulau yang dikelilingi perairan yaitu Laut Maluku, Laut Halmahera, Laut Seram dan dipisahkan oleh selat. Daratan Kabupaten Halmahera Selatan seluas 8779,32 km² (22%) dan luas lautan sebesar 31.484,40 km² (78%). Labuha adalah ibu kota kabupaten yang terletak di pula Bacan. Penduduk Halmahera Selatan pada tahun 2017 sebesar 227.280 jiwa, yang terdiri atas 115.551 jiwa laki-laki dan 111.729 jiwa perempuan. Dengan luas wilayah Halmahera Selatan sekitar 8.779,32 kilometer persegi, rata-rata tingkat kepadatan penduduk Halmahera Selatan sebesar 26 orang per kilometer persegi. Kecamatan dengan penduduk terpadat adalah Kecamatan Kayoa Selatan yakni sebanyak 242 orang per kilometer persegi sedangkan yang paling rendah adalah Kecamatan Obi Timur dengan kepadatan 6 orang per kilometer persegi.

Banyaknya desa yang sudah menggunakan listrik sebagai sumber penerangan utamanya sebanyak 161 desa dari 250 desa yang ada (64,40 persen). Banyaknya pelanggan Listrik PLN di Kabupaten Halmahera Selatan pada tahun

2017 adalah 21.772 pelanggan. Sedangkan banyaknya unit terpasang, daya terpasang dan daya mampu menurut ranting pln di kabupaten Halmahera selatan 2017 dapat dilihat pada table 1 [3].

Tabel 1 banyaknya unit terpasang, daya terpasang dan daya mampu menurut ranting pln

Ranting Branches	Banyaknya Unit Pembangkit(KW) Number of Installed Units(KW)	Daya Terpasang(KW) Installed Power(KW)	Daya Mampu(KW) Capability According(KW)
(1)	(2)	(3)	(4)
Bacan	13	10 500	5 800
Liwui	10	1 497	960
Saketa	7	1 230	810
Madopolo	7	1 064	750
Jiko	5	650	430
Kayoa	6	1 117	740
Makian	4	1 700	1 230
Halmahera Selatan	52	17 758	10 720

Sumber/Source: PT. PLN Wilayah Maluku dan Maluku Utara/State Electricity Company of Maluku and Maluku Utara

Pada saat terjadi gempa tanggal 14 Juli 2019 dengan magnitudo 7,2 di kabupaten Halmahera Selatan tetapi di pulau Bacan yang berdampak hanya pada desa Labuha Kecamatan Bacan inipun berdampak pada jaringan kelistrikan khususnya Jaringan Tegangan Menengah 20 Kv. Saat ini, PLN telah melakukan pemulihan sistem kelistrikan di lokasi terdampak gempa tersebut.

Jaringan Distribusi Tenaga Listrik

Tenaga listrik yang dihasilkan oleh pembangkit tenaga listrik besar dengan tegangan dari 11 kV sampai 24 kV dinaikkan tegangannya oleh gardu induk dengan transformator penaik tegangan menjadi 70 kV ,154kV, 220kV atau 500kV kemudian disalurkan melalui saluran transmisi. Tujuan menaikkan tegangan ialah untuk memperkecil kerugian daya listrik pada saluran transmisi, dimana dalam hal ini kerugian daya adalah sebanding dengan kuadrat arus yang mengalir.

Dengan daya yang sama bila nilai tegangannya diperbesar, maka arus yang mengalir semakin kecil sehingga kerugian daya juga akan kecil pula. Dari saluran transmisi, tegangan diturunkan lagi menjadi 20 kV dengan transformator

penurun tegangan pada gardu induk distribusi, kemudian dengan sistem tegangan tersebut penyaluran tenaga listrik dilakukan oleh saluran distribusi primer. Dari saluran distribusi primer inilah gardu-gardu distribusi mengambil tegangan untuk diturunkan tegangannya dengan trafo distribusi menjadi sistem tegangan rendah, yaitu 220/380Volt. Selanjutnya disalurkan oleh saluran distribusi sekunder ke konsumen-konsumen [1].

Pada sistem penyaluran daya jarak jauh selalu digunakan tegangan setinggi mungkin dengan menggunakan trafo step - up. Nilai tegangan yang sangat tinggi ini (HV, UHV, dan EHV) menimbulkan beberapa konsekuensi antara lain : berbahaya bagi lingkungan dan mahalnya harga perlengkapan - perlengkapannya, selain menjadi tidak cocok dengan nilai tegangan yang dibutuhkan pada sisi beban. Maka, pada daerah- daerah pusat beban tegangan saluran yang tinggi ini diturunkan kembali dengan menggunakan trafo- trafo step down. Akibatnya, bila ditinjau nilai tegangannya, maka mulai dari titik sumber hingga di titik beban, terdapat bagian-bagian saluran yang memiliki nilai tegangan berbeda- beda.

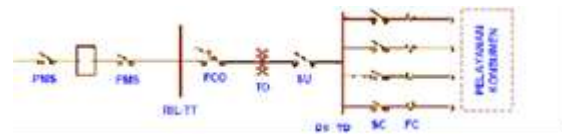
a. Jaringan distribusi primer

Jaringan distribusi primer yaitu jaringan tenaga listrik yang menyalurkan daya listrik dari gardu induk sub transmisi ke gardu distribusi. Jaringan ini merupakan jaringan tegangan menengah atau jaringan tegangan primer. Biasanya, jaringan ini menggunakan enam jenis jaringan yaitu sistem radial dan sistem tertutup atau loop ring, network spindle dan cluster.

b. Jaringan distribusi sekunder

Jaringan ini menggunakan tegangan rendah. Sebagaimana halnya dengan ditribusi primer, terdapat pula pertimbangan perihal keadaan pelayanan dan regulasi tegangan, distribusi sekunder yaitu jaringan tenaga listrik yang menyalurkan daya listrik dari gardu distribusi ke konsumen. Jaringan ini sering

digunakan pada jaringan tegangan rendah [8].



Gambar 1. Bagian - bagian jaringan distribusi
Keterangan :

- PMS = Pemisah Sendiri
- TD = Trafo Distribusi
- PMT = Pemutus Tenaga
- SU = Saklar Utama
- FCO = Fuse Cut Out
- SC = Saklar Cabang
- FC = Fuse Cabang

Berdasarkan tegangan pengenalnya sistem jaringan distribusi dibedakan menjadi dua macam, yaitu :

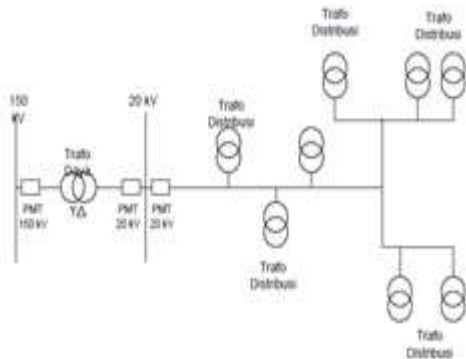
1. Sistem jaringan tegangan primer atau Jaringan Tegangan Menengah (JTM), yaitu berupa Saluran Kabel Tegangan Menengah (SKTM) atau Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM). Jaringan ini menghubungkan sisi sekunder trafo daya di Gardu Induk menuju ke Gardu Distribusi, besar tegangan yang disalurkan adalah 6 kV, 12 kV atau 20 kV.
2. Jaringan tegangan distribusi sekunder atau Jaringan Tegangan Rendah (JTR), salurannya bisa berupa SKTM atau SUTM yang menghubungkan Gardu Distribusi/sisi sekunder trafo distribusi ke konsumen. Tegangan sistem yang digunakan adalah 220 Volt dan 380 Volt.

Konfigurasi jaringan distribusi primer pada suatu sistem jaringan distribusi sangat menentukan mutu pelayanan yang akan diperoleh khususnya mengenai kontinuitas pelayanannya. Adapun jenis jaringan primer yang biasa digunakan adalah:

a. Jaringan Distribusi Pola Radial.

Pola radial adalah jaringan yang setiap saluran primernya hanya mampu menyalurkan daya dalam satu arah aliran daya. Jaringan ini biasa dipakai untuk melayani daerah dengan tingkat kerapatan beban yang rendah. Keuntungannya ada pada

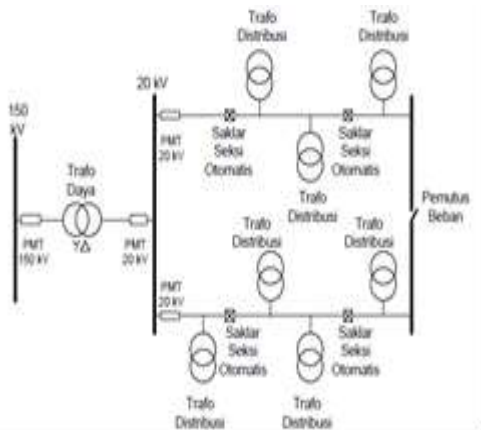
kesederhanaan dari segi teknis dan biaya investasi yang rendah. Adapun kerugiannya apabila terjadi gangguan dekat dengan sumber, maka semua beban saluran tersebut akan ikut padam sampai gangguan tersebut dapat diatasi.



Gambar 2 Pola jaringan radial [4]

b. Jaringan Distribusi Pola Loop

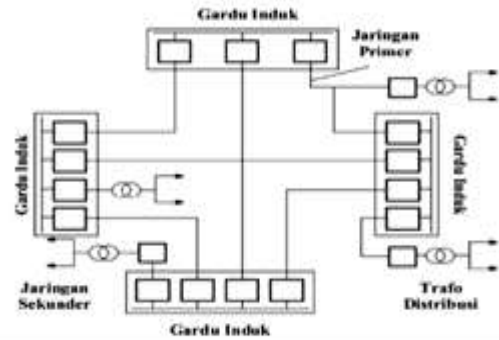
Jaringan pola loop adalah jaringan yang dimulai dari suatu titik pada rel daya yang berkeliling di daerah beban kemudian kembali ke titik rel daya semula. Pola ini ditandai pula dengan adanya dua sumber pengisian yaitu sumber utama dan sebuah sumber cadangan. Jika salah satu sumber pengisian (saluran utama) mengalami gangguan, akan dapat digantikan oleh sumber pengisian yang lain (saluran cadangan). Jaringan dengan pola ini biasa dipakai pada sistem distribusi yang melayani beban dengan kebutuhan kontinuitas pelayanan yang baik (lebih baik dari pola radial).



Gambar 3 Pola Jaringan Loop [4]

c. Jaringan Distribusi Pola Grid

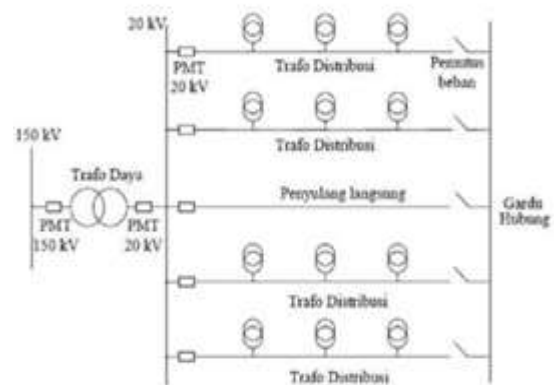
Pola jaringan ini mempunyai beberapa rel daya dan antara rel-rel tersebut dihubungkan oleh saluran penghubung yang disebut tie feeder. Dengan demikian setiap gardu distribusi dapat menerima aliran listrik [8]



Gambar 4 Pola Jaringan Grid d. Jaringan Distribusi Pola Spindel

Jaringan primer pola spindel merupakan pengembangan dari pola radial dan loop terpisah. Beberapa saluran yang keluar dari gardu induk diarahkan menuju suatu tempat yang disebut gardu hubung (GH), kemudian antara GI dan GH tersebut dihubungkan dengan satu saluran yang disebut express feeder.

Sistem gardu distribusi ini terdapat sepanjang saluran kerja dan terhubung secara seri. Saluran kerja yang masuk ke gardu dihubungkan oleh saklar pemisah, sedangkan saluran yang keluar dari gardu dihubungkan oleh sebuah saklar beban. Jadi sistem ini dalam keadaan normal bekerja secara radial dan dalam keadaan darurat bekerja secara loop melalui saluran cadangan dan GH.



Gambar 5 Sistem Jaringan Spindel [4] Parameter Saluran

Resistansi adalah tahanan pada suatu penghantar baik itu pada saluran transmisi maupun distribusi yang dapat menyebabkan kerugian daya. Nilai tahanan suatu penghantar dapat ditentukan dari persamaan [11]:

$$R = \rho l / A \dots\dots\dots(1)$$

Dimana,

R = Resistansi kawat penghantar (Ohm/km)

P = Resistivitas penghantar (ohm.mm²/m)

L = panjang kawat (m)

A = luas penampang kawat (mm²)

Besarnya suatu resistansi atau tahanan dari suatu penghantar dapat berubah untuk setiap perubahan temperatur dalam perhitungan teknis, tahanan dapat dianggap linier untuk perubahan temperatur tertentu. Jika suhu dilukiskan pada sumbu tegak dan resistansi pada suhu mendatar. Jika tahanan searah suatu penghantar pada suatu temperatur tertentu diketahui, maka tahanan searahnya dapat ditentukan dengan persamaan [9] :

$$\frac{R_2}{R_1} = \frac{T+t_2}{T+t_1} \dots\dots\dots(2)$$

Dimana,

R₁ = Resistansi penghantar pada suhu t₁ (temperatur sebelum operasi konduktor)

R₂ = Resistansi penghantar pada suhu t₂ (temperatur operasi konduktor)

t₁ = Temperatur awal (°C)

t₂ = Temperatur akhir (°C)

T = konstanta yang ditentukan oleh grafik.

Nilai-nilai konstanta T adalah sebagai berikut:

T = 234,5 untuk tembaga dengan konduktivitas 100%

T = 241 untuk tembaga dengan konduktivitas 97,3%

T = 228 untuk aluminium dengan konduktivitas 61%

Reaktansi saluran (XL) dapat diperoleh setelah melakukan perhitungan induktansi saluran terlebih dahulu. Untuk menentukan besarnya induktansi saluran pada jaringan distribusi dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$L = (0,5 + 4,6 \log \left(\frac{D-r}{r} \right)) \cdot 10^{-7} H/m \dots\dots(3)$$

Dimana: D adalah jarak antara konduktor dan r adalah radius masing - masing konduktor tersebut.

$$D = \sqrt[3]{D_{12} + D_{23} + D_{31}} \dots\dots\dots(4)$$

$$r = \sqrt{\frac{A}{\pi}} \dots\dots\dots(5)$$

Dari persamaan di atas maka dapat dicari nilai reaktansi induktif saluran dengan menggunakan persamaan di bawah ini :

$$X_L = 2\pi \cdot f \cdot L \dots\dots\dots(6)$$

Dimana,

XL= Reaktansi induktif saluran (Ohm/km)

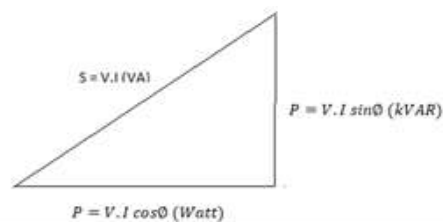
2π= Sudut arus bolak balik

f = Frekuensi sistem (50 Hz)

L = Induktansi dari konduktor (H/km)

Daya Listrik

Daya listrik adalah hasil kali antara tegangan dan arus listrik. Dalam implementasinya, terdapat beberapa jenis daya yang digambarkan dalam sebuah grafik fungsi yang biasa disebut sebagai segitiga daya. Segitiga daya merupakan grafik hubungan yang terbentuk oleh tiga jenis daya yang diawali dari besaran listrik yang terjadi saat proses penyaluran, seperti tegangan dan arus listrik karena saat proses penyaluran tenaga listrik dari pembangkit menuju konsumen, akan terdapat arus yang mengalir pada penghantar yang menghasilkan medan magnet dan terbentuklah nilai induktansi (L) selanjutnya pada penghantar tersebut juga terdapat tegangan yang menyebabkan terjadinya medan magnet sehingga timbulah nilai kapasitansi (C) [10].



Gambar 6. Segitiga Daya
Daya Nyata / Daya Aktif

Daya nyata merupakan daya listrik yang digunakan untuk keperluan menggerakkan mesin-mesin listrik atau peralatan lainnya.

$$\begin{aligned} L - N / 1 \text{ fasa ; } P &= V_{L-N} \times I \times \cos \varphi \\ L - L / 3 \text{ fasa ; } P &= \sqrt{3} \times V_{L-L} \times I \times \cos \varphi \end{aligned}$$

Dimana:

- V_{L-L} = Tegangan line-line (V)
- V_{L-N} = Tegangan line-netral (V)
- I = Arus yang melalui penghantar (A)
- $\cos \varphi$ = Faktor daya
- P = Daya Nyata

Daya Semu

Daya semu merupakan daya listrik yang melalui suatu penghantar transmisi atau distribusi. Daya ini merupakan hasil perkalian antara tegangan dan arus yang melalui penghantar.

$$\begin{aligned} L - N / 1 \text{ fasa ; } S &= V_{L-N} \times I \\ L - L / 3 \text{ fasa ; } S &= \sqrt{3} \times V_{L-L} \times I \end{aligned}$$

Dimana:

- S = Daya Semu (VA)
- I = Arus yang melalui penghantar (A)
- V_{L-L} = Tegangan line-line (V)
- V_{L-N} = Tegangan line-netral (V)

Daya Reaktif

Daya reaktif merupakan selisih antara daya semu yang masuk pada penghantar dengan daya aktif pada penghantar itu sendiri, dimana daya ini terpakai untuk daya mekanik dan panas. Daya reaktif ini adalah hasil kali antara besarnya arus dan tegangan yang dipengaruhi oleh faktor daya [6].

$$\begin{aligned} L - N / 1 \text{ fasa ; } Q &= V_{L-N} \times I \times \sin \varphi \\ L - L / 3 \text{ fasa ; } Q &= \sqrt{3} \times V_{L-L} \times I \times \sin \varphi \end{aligned}$$

Dimana :

- V_{L-L} = Tegangan line-line (V)
- V_{L-N} = Tegangan line-netral (V)
- I = Arus mengalir pada penghantar (A)
- $\sin \varphi$ = Faktor daya
- Q = Daya Reaktif (VAR)

Rugi-Rugi Daya

Dalam proses transmisi dan distribusi tenaga listrik seringkali dialami rugi-rugi daya yang cukup besar yang diakibatkan oleh rugi-rugi pada saluran dan juga rugi-

rugi pada trafo yang digunakan. Kedua jenis rugi-rugi daya tersebut memberikan pengaruh yang besar terhadap kualitas daya serta tegangan yang dikirimkan ke sisi pelanggan. Nilai tegangan yang melebihi batas toleransi akan dapat menyebabkan tidak optimalnya kerja dari peralatan listrik di sisi konsumen. Selain ini rugi-rugi daya yang besar akan menimbulkan kerugian finansial di sisi perusahaan pengelolah listrik. Berikut adalah penjelasan mengenai rugi-rugi yang terjadi pada jaringan distribusi.

Rugi-rugi saluran

Pemilihan jenis kabel yang akan digunakan pada jaringan distribusi merupakan faktor penting yang harus diperhatikan dalam perencanaan dari suatu system tenaga listrik. Jenis kabel dengan nilai resistansi yang kecil akan dapat memperkecil rugi-rugi daya. Besar rugi-rugi daya pada jaringan distribusi dapat ditulis sebagai berikut [7].

$$\text{loss} = 3 \times I^2 \times R \dots \dots \dots (7)$$

Dimana,

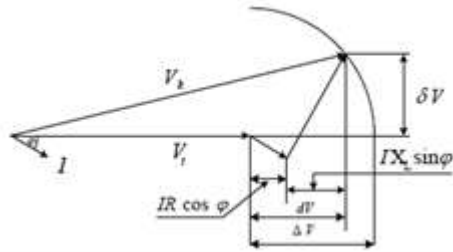
- loss = rugi-rugi pada saluran (Watt)
- R = resistansi saluran per fasa (Ohm)
- I = arus yang mengalir per fasa (Ampere)

Dari persamaan terlihat terdapat tiga parameter yang mempengaruhi nilai resistansi suatu penghantar, yaitu panjang penghantar, bahan penghantar dan luas permukaan penghantar. Panjang dari suatu penghantar tergantung dari jarak distribusi ke pelanggan. Sehingga nilai tersebut tidak dapat diubah secara bebas. Sedangkan resistansi bahan tergantung dari bahan penghantar yang digunakan. Parameter ini dapat diubah ubah tergantung dari pemilihan bahan penghantar yang digunakan. Selain ini parameter yang dapat diubah ubah secara bebas adalah luas penampang dari dari penghantar. Dimana semakin besar penampang dari suatu penghantar akan mengurangi nilai resistansi saluran. Akan tetapi dalam pengubah luas penampang penghantar harus memperhatikan faktor efesiennya. Dengan demikian untuk mengurangi resistansi saluran pada jaringan distribusi, kita dapat mengganti

jenis bahan penghantar yang digunakan dengan bahan yang nilai resistivitasnya rendah serta memperbesar, luas permukaan penghantar.

Jatuh Tegangan

Penurunan persamaan jatuh tegangan pada saluran distribusi dapat ditentukan dari gambar diagram fasor pada gambar 8 [2].



Gambar 8 Diagram Fasor Sistem Distribusi Secara matematis persamaan tegangannya:

$$\vec{V}_k = V_t + (IR \cos \phi + IX_L \sin \phi) \dots\dots(8)$$

Dimana :

V = tegangan kirim (Volt)

V_k = tegangan terima (Volt)

I = arus (Amper)

R = (l . r) tahanan penghantar (ohm)

X_L = (l . x) reaktansi penghantar (ohm)

r = tahanan perfasa (ohm/km)

x = reaktansi perfasa (ohm/km)

Jatuh tegangan :

$$\Delta V = V_k - V_t \dots\dots\dots(9)$$

Maka,

$$\Delta V = IR \cos \phi + IX_L \sin \phi \dots\dots(10)$$

Jika diketahui jarak atau panjang saluran l (km), maka turun tegangan dapat dicari dengan :

$$\Delta V = (R \cos \phi + X_L \sin \phi) \dots\dots(11)$$

atau,

$$\Delta V = \frac{RP + X_L Q}{V} \dots\dots\dots(12)$$

Persentase susut tegangan :

$$\% \Delta V = \frac{V_k - V_t}{V_t} \times 100\% \dots\dots\dots(13)$$

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. 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.

ETAP ini awalnya dibuat dan dikembangkan untuk meningkatkan kualitas kearnanan fasilas nuklir di Arnerika Serikat yang selanjutnya dikembangkan menjadi sistem monitor manajemen energi secara real time, simulasi, kontrol, dan optimasi sistem tenaga listrik. ETAP dapat digunakan untuk membuat proyek sistem tenaga listrik dalam bentuk diagram satu garis (one line diagram) dan jalur sistem pentanahan untuk berbagai bentuk analisis, antara lain: aliran daya, hubung singkat, starting motor, trancient stability, koordinasi relay proteksi dan sistem harmonisasi. Sistem tenaga listrik memiliki masing-masing elemen rangkaian yang dapat diedit langsung dari diagram satu garis dan atau jalur sistem pentanahan. Untuk kemudahan hasil perhitungan analisis dapat ditampilkan pada diagram satu garis

METODE PENELITIAN

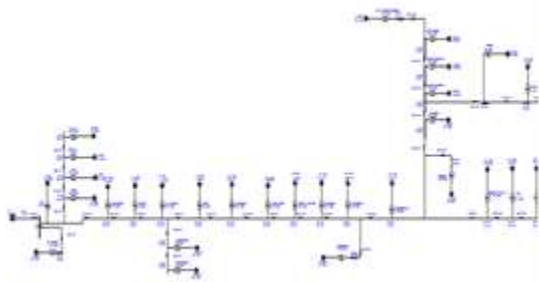
Penelitian dan pengambilan data dilaksanakan di PT. PLN (Persero) Cabang Ternate dan UPT Bacan yaitu parameter-parameter generator, transpormator, jaringan JTM, dan beban kemudian membuat simulasi dengan menggunakan software ETAP 12.6. Flowchart penelitian dapat dilihat pada gambar 9 sebagai berikut



Gambar 9. Flowchart Penelitian

Penyulang Labuha

Penulis akan membahas spesifik tentang evaluasi pasca gempa bumi di Halmahera Selatan khususnya pulau Bacan. Penyulang yang terdampak yaitu penyulang Labuha, single line diagramnya dapat dilihat pada gambar 10.



Gambar 10 Single Line Diagram Penyulang

Labuha Panjang saluran Penyulang Labuha adalah 48,44 kms (kilometer-sirkuit). Terdapat sebanyak 32 buah gardu distribusi di Penyulang Labuha. Dengan mayoritas pemakaian pelanggan rumah tangga. Jenis penghantar yang digunakan pada Penyulang Labuha adalah AAACS (All Alloys Aluminium Conductor) 70 dan AAAC (All Alloys Aluminium Conductor) 35.

Dalam menghitung besarnya susut daya pada jaringan menengah juga dibutuhkan resistansi dan reaktansi dari saluran tersebut. Pada Tabel 3 dapat dilihat data gardu distribusi penyulang Labuha.

Tabel 3 Data Gardu Distribusi Penyulang Babang UPT Bacan

NO	Kode Gardu	Nama Gardu	Kapasitas Trafo (kVA)	Beban Trafo (kVA)	Presentasi Beban	keterangan
1	GD 01	PLN	100.00	95.00	0.95	
2	GD 62	MAN	100.00	80.00	0.80	
3	GD 51	BNI	100.00	83.00	0.83	
4	GD 10	DHALER	50.00	45.00	0.90	SISIPAN
5	GD 40	DHALER	100.00	95.00	0.95	
6	GD 122	PERUMAHAN TOMORI	100.00	99.00	0.99	
7	GD 02	PELABUHAN	100.00	85.00	0.85	
8	GD 11	GEREJA	50.00	47.00	0.94	SISIPAN
9	GD 03	SD LABUHA 1	100.00	85.00	0.85	
10	GD 04	PASANTREN	100.00	92.00	0.92	
11	GD 96	PASANTREN 2	100.00	82.00	0.82	
12	GD 50	DMKR	50.00	40.50	0.81	SISIPAN
13	GD 76	LAPANGAN	100.00	78.00	0.78	
14	GD 07	PASAR LAMA	100.00	88.00	0.88	
15	GD 06	MASJID SULTAN	100.00	65.00	0.65	
16	GD 08	ORGANSAS	100.00	88.00	0.88	
17	GD 57	TELKOMSEL	100.00	78.00	0.78	
18	GD 148	RAWA BADAQ	50.00	42.00	0.84	SISIPAN
19	GD 09	RAWA BADAQ	100.00	87.00	0.87	
20	GD 14	INDUMUD	100.00	98.00	0.98	
21	GD 91	AWANGGO	100.00	77.00	0.77	
22	GD 149	BELANG BELANG	100.00	89.00	0.89	
23	GD 13	BELANG BELANG	100.00	83.00	0.83	
24	GD 12	PERIKANAN	100.00	93.00	0.93	
25	GD 139	BIP BELANG BELANG	100.00	86.00	0.86	
26	GD 136	SUMAE	100.00	91.00	0.91	
27	GD 137	KAPUTUSANG	100.00	88.00	0.88	
28	GD 147	SUMATINGGI	100.00	68.00	0.68	
29	GD 148	NONDANG	100.00	79.00	0.79	
30	GD 45	AMASING KALI 2	100.00	68.00	0.68	
31	GD 113	WIN	50.00	44.50	0.89	SISIPAN
32	GD 68	TELKOMSEL	100.00	96.00	0.96	

Kondisi beban pada evaluasi susut daya saluran distribusi Penyulang Labuha yang disuplai dari pembangkit yang berada di Labuha. Hal ini penting dikarenakan pada layanan peyaluran saat beban puncak tersebut menyerap daya listrik yang besar sehingga harus mendapatkan layanan penyaluran daya yang cukup untuk semua kebutuhan beban.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Simulasi ETAP 12.6, setelah memasukkan parameter-parameter jaringan saluran udara tegangan menengah (SUTM) yaitu kapasitas transformator, pembebanan distribusi penyulang Labuha dan panjang Saluran distribusi primer penyulang Labuha yang selanjutnya disimulasikan pada software ETAP 12,5 maka akan didapatkan rugi daya serta jatuh tegangan pada penyulang Labuha.

Analisis Rugi Daya Serta Jatuh Tegangan hasil simulasi dari penyulang Labuha akan digunakan untuk menganalisis rugi daya dan rugi tegangan jaringan SUTM tersebut. Adapun hasilnya dapat dilihat pada table 4.

Tabel 4. Analisis Rugi Daya Serta Rugi Tegangan

No	Nama Gardu	Rugi Daya (KW)	Rugi Daya (Kvar)	Rugi Tegangan (%)
1	PLN	1,9	2,9	3,40
2	MAN	0,0	0,0	0,01
3	HNI	1,5	2,3	3,04
4	DIALER	1,9	2,9	3,40
5	DIALER	0,9	1,3	3,22
6	PERUMAHAN TOMORI	2,1	3,1	3,54
7	PELABUHAN	1,5	2,3	3,04
8	GEREJA	0,9	1,4	3,36
9	SD LABUHA 1	1,5	2,3	3,04
10	PASANTREN	1,8	2,7	3,29
11	PASANTREN 2	1,4	2,1	3,93
12	DMKR	0,7	1,0	2,89
13	LAPANGAN	1,3	1,9	2,79
14	PASAR LAMA	1,6	2,5	3,14
15	MASJID SULTAN	0,9	1,4	2,99
16	ORGANSAS	1,6	2,5	2,33
17	TELKOMSEL	1,3	1,9	3,14
18	RAWA BADAK	0,7	1,1	2,78
19	RAWA BADAK	1,6	2,4	3,10
20	INDOMUD	2,0	3,0	3,48
21	AWANGGO	1,3	1,9	2,75
22	BELANG BELANG	1,7	2,5	3,17
23	BELANG BELANG	1,5	2,2	3,96
24	PERIKANAN	1,8	2,7	3,31
25	HIP BELANG BELANG	1,6	2,3	3,06
26	SUMAE	1,7	2,6	3,24
27	KAPUTUSANG	1,6	2,4	3,13
28	SUMATINGGI	1,0	1,5	2,43
29	NONDANG	1,3	2,0	2,82
30	AMASING KALI 2	1,0	1,5	2,43
31	WIN	0,8	1,3	3,17
32	TELKOMSEL	1,9	2,9	3,41

Dari hasil simulasi ETAP 12,6 pada penyulang Labuha PT. PLN Cabang Ternate UPT Bacan diperoleh:

1. Total rugi daya pada penyulang Labuha adalah 44,3 kW + 66,8 kVAR atau sebesar 80,154 kVA dari dayakirim 2,445 MVA, sedangkan presentasi rugi dayasebagai berikut: Presentasi rugi daya $\frac{\text{rugi daya}}{\text{daya kirim}} \times 100\% = \frac{80,154 \text{ kVA}}{2,445 \text{ MVA}} \times 100\% = 3,278\%$
2. Jatuh tegangan pada penyulang Labuha terbesar pada gardu distribusi Belang-Belang yaitu sebesar 3,96% atau 792 volt ini disebabkan karena panjang saluran serta presentasi pembebananya mencapai 83% terhadap tranformator distribusi. Sedangkan jatuh tegangan rata-rata penyulang Labuha adalah 3,025% atau sebesar 605volt terhadap tegangan nominal 20kV.

KESIMPULAN

Dari hasil simulasi evaluasi jaringan tegangan menengah pasca gempa kabupaten Halmahera Selatan khususnya penyulang Labuha yang berada di pulau Bacan menggunakan software ETAP 12,6 dapat disimpulkan Total rugi daya pada penyulang Labuha adalah 44,3 kW + 66,8 kVAR atau sebesar 80,154 kVA dari daya kirim 2,445 MVA, sedangkan presentasi rugi daya adalah 3,278%, ini masih dianggap layak karena rugi daya pada jaringan tegangan menengah 20 kV adalah 10% sedangkan pada penyulang Labuha rugi dayanya kurang dari 10%. Besar jatuh tegangan pada penyulang Labuha terbesar pada gardu distribusi Belang-Belang yaitu sebesar 3,96% atau 792 volt ini disebabkan karena panjang saluran serta presentasi pembebananya mencapai 83% terhadap tranformator distribusi. Sedangkan jatuh tegangan rata-rata penyulang Labuha adalah 3,025% atau sebesar 605 volt terhadap tegangan nominal 20 kV. Ini masih dianggap layak operasi karena jatuh tegangan yang diizinkan pada jaringan tegangan

menengah 20 kV yaitu 5% sedangkan pada penyulang Labuha jatuh tegangannya kurang dari 5%.

REFERENSI

- [1] Arismunandar, A. Kuwahara. 2010. Teknik Tenaga Listrik Jilid III. Jakarta, PT. Prayana
- [2] Basri. H., 2010, Sistem Distribusi Daya Listrik, ISTN, Jakarta Selatan.
- [3] BPS Halmahera Selatan, 2018, Halmahera Selatan Dalam Angka, Bacan.
- [4] Daman Suswanto, Sistem Distribusi Tenaga Listrik, Universitas negeri padang, 2010.
- [5] Gupta, J.B., 1997, Transmission And Distribution, S.K. Kataria & Son.
- [6] Pabla, AS. 2010, Sistem Distribusi Daya Listrik .Jakarta, Penerbit Erlangga.
- [7] Rudi Syahputra, Yaman, Roudhatul Jannah, 2018, Desain Modul Saluran Distribusi Tegangan Menengah Dan Beban, Proceeding Seminar Nasional Politeknik Negeri Lhokseumawe Vol.2 No.1 .
- [8] Suhadi, dkk., 2018, Teknik Distribusi Tenaga Listrik, Jakarta.
- [9] Stevenson, William D. 2010. Analisis Sistem Tenaga Listrik. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- [10] Yessi Marniati, Quratul Aini Hanifatulah, 2018, Evaluasi Susut Daya Penyulang Cendana 20 kV pada Gardu Induk Bungaran dengan ETAP 12.6, Jurnal Teknik Elektro Itp, Vol. 7, No. 1
- [11] Zuhail. 2011, Dasar Teknik Tenaga Listrik dan Elektronika Daya, Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.