

Analisa Rugi – Rugi Daya Pada Jaringan Distribusi Tenaga Listrik Kotamobagu Dan Perbaikan

Rahmat Alfath Sudiro, Lily S. Patras, Glanny M. Ch. Mangindaan.
Jurusan Teknik Elektro-FT, UNSRAT, Manado-95115,
Email: bondealfat@gmail.com

Abstrak— *Penggunaan energi listrik saat ini telah meningkat dengan pesat, baik dalam kawasan industri, dan dunia pendidikan maupun untuk keperluan rumah tangga. Sehingga perkembangan di PLN cabang Kotamobagu sebagai pusat pengembangan wilayah Kotamobagu Provinsi Sulawesi Utara kini semakin pesat seiring dengan meningkatnya gaya hidup masyarakat dan maraknya pusat pembangunan dan pusat kegiatan publik di kotamobagu sampai saat ini sehingga mengakibatkan meningkatnya kebutuhan masyarakat akan energi listrik. Perhitungan Peramalan Beban dikotamobagu di tahun 2030 mencapai 139.72 MW dan Perhitungan jatuh tegangan untuk penyulang OK 4 ke G.H Doloduo di beberapa section/bagian diperoleh hasil yang cukup besar dan tidak memenuhi standart yang ditentukan oleh PLN yaitu jatuh tegangan tidak boleh lebih dari 10%. Untuk itu diperlukan penanganan secepatnya untuk mengantisipasi pertumbuhan beban yang semakin tinggi.*

Kata kunci: *Distribusi, Peramalan, Jatuh Tegangan, Tegangan Menengah.*

Abstract - *The use of electrical energy is currently increasing rapidly, both in industrial estates and in education as well as for household purposes. So that the development at the PLN Kotamobagu branch as the center for the development of the Kotamobagu area of North Sulawesi Province is now increasingly rapid along with the increasing lifestyle of the community and the proliferation of development centers and public activity centers in Kotamobagu, resulting in increased community demand for electrical energy. The calculation of dichotomobagged load forecasting in 2030 reaches 139.72 MW and the calculation of the voltage drop for the OK 4 feeder to G.H Doloduo in several sections / sections obtained results that are quite large and do not meet the standards set by PLN, namely the voltage drop should not be more than 10%. For this reason, handling is needed as soon as possible to anticipate higher load growth.*

Keywords : *Distribution, Forecasting, Voltage Drop, Medium Voltage.*

I. PENDAHULUAN

Penggunaan energi listrik saat ini telah meningkat dengan pesat, baik dalam kawasan industri, dan dunia pendidikan maupun untuk keperluan rumah tangga. Sudah menjadi kenyataan dalam kehidupan sehari-hari masyarakat modern yang memiliki kemajuan dibidang informasi dan teknologi yang membutuhkan energi listrik sebagai sumber utama untuk mengoperasikan peralatan elektronik maupun motor motor listrik. Maka perkiraan perkembangan beban listrik suatu wilayah merupakan yang sangat penting dalam perencanaan pemasangan kapasitas trafo.

Namun dalam pendistribusian energi listrik dari pembangkit hingga sampai ke konsumen, terjadi penurunan kualitas yang mengakibatkan timbulnya rugi tegangan dan rugi daya saluran. Timbulnya rugi-rugi tersebut saling berkaitan karena rugi tegangan yang timbul pada saluran selanjutnya akan menghasilkan rugi daya pada saluran.

Dengan demikian peramalan kebutuhan beban dan besar rugi-ruginya berbeda dari waktu ke waktu, Sehingga rugi-rugi daya dan penambahan beban pertahun bertambah maka dibutuhkan analisa apakah energi listrik yang di terima masih memenuhi standar yang sudah di ditetapkan oleh PT. PLN, karena itu dibutuhkan suatu metode perhitungan untuk menganalisa pertumbuhan beban dan jatuh tegangan tenaga listrik jaringan distribusi tenaga listrik di PT. PLN Kotamobagu. Berdasarkan latar belakang masalah tersebut diatas penulis akan mengangkat judul “Analisis Rugi-Rugi Daya Pada Jaringan Distribusi Tenaga Listrik Kotamobagu Dan Perbaikan”.

II. LANDASAN TEORI

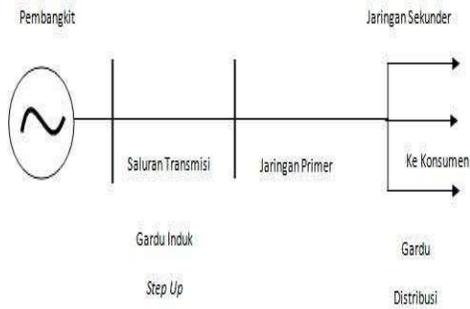
A. Pengertian Sistem Distribusi Energi Listrik

Sistem distribusi adalah semua bagian peralatan tenaga listrik yang mendistribusikan energy listrik dari gardu induk ke kWh meter pada konsumen melalui jaringan tegangan menengah dan jaringan tegangan rendah dalam jumlah daya yang cukup serta waktu penggunaan yang tidak beraturan namun harus dapat di andalkan kualitas serta keamanan penyalurannya.

Sistem distribusi di bagi menjadi dua bagian yaitu :

1) *Distribusi primer*

Distribusi primer adalah jaringan distribusi dengan tegangan menengah 20 kV yang berasal dari gardu induk sampai ke titik dimana tegangan diturunkan oleh trafo penurun tegangan ke tingkat tegangan konsemen.



Gambar 1. Diagram satu garis sistem tenaga listrik

2) *Distribusi sekunder*

Distribusi sekunder adalah jaringan distribusi dengan tegangan rendah 380 V / 220 V yang bermula dari trafo distribusi melewati penghantar tegangan rendah hingga sampai ke kWh meter konsumen.

Sistem distribusi primer dan sekunder dapat dilihat pada gambar 1.

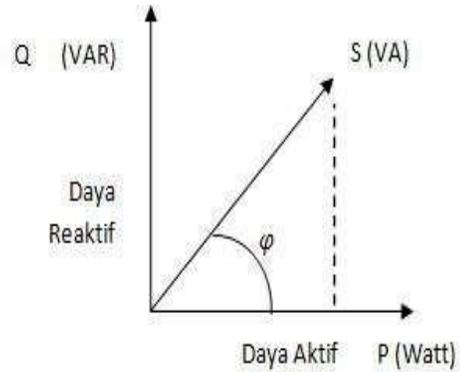
B. Daya

Pada sistem tenaga listrik terdapat perbedaan antara daya atau kekuatan (*power*) dan energi; energi adalah daya dikalikan waktu sedangkan daya listrik merupakan hasil perkalian tegangan dan arusnya, dengan satuan daya listrik yaitu Watt yang menyatakan banyaknya tenaga listrik yang mengalir per satuan waktu [*joule/s*]. daya listrik [P] yang dihasilkan oleh arus listrik [i] pada tegangan [V] dinyatakan dalam persamaan :

$$P = I \cdot V \tag{1}$$

Dimana : P = daya [Watt]
 I = arus [Ampere]
 V = tegangan [Volt]

Dan untuk penyusutan daya listrik dengan besaran daya yang sama, maka penurunan tegangan akan sejalan dengan kenaikan arus pada sistem.



Gambar 2. Segitiga Daya

besar pada konduktor tersebut karna fungsi arus merupakan fungsi kuadrat persamaan daya yang hilang dinyatakan dalam persamaan 2.

Dalam sistem listrik arus bolak-balik, dikenal adanya 3 jenis daya untuk beban yang memiliki impedansi (Z), yaitu :

Daya Aktif (P) $P = V \cdot I \cdot \cos \varphi$
 $P = 3 \cdot V_L \cdot I_L \cdot \cos \varphi$

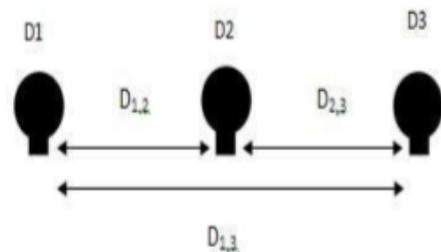
Daya Reaktif (Q) $Q = V \cdot I \cdot \sin \varphi$
 $Q = 3 \cdot V_L \cdot I_L \cdot \sin \varphi$

Daya Semu (S) $S = V \cdot I$

C. Jatuh Tegangan

Perhitungan jatuh tegangan pada jaringan distribusi adalah selisi antara tegangan pangkal pengirim (sending end) dengan tegangan pada ujung penerima (receiving end). Jatuh tegangan terjadi karena ada pengaruh dari tahanan dan reaktansi saluran, perbedaan sudut fasa antara arus dan tegangan serta besar arus beban, jatuh tegangan pada arus bolak-balik tergantung pada impedansi, beban dan jarak.

Suatu sistem arus bolak-balik, besar jatuh tegangan dapat dihitung berdasarkan diagram fasor tegangan jaringan distribusi sekunder.



Gambar 3. Konfigurasi Konduktor

Penurunan tegangan maksimum pada beban penuh, yang diperbolehkan di beberapa titik pada jaringan distribusi (SPLN 72 :1987) adalah sebagai berikut :

- a) SUTM = 5% dari tegangan kerja bagi sistem radial.
- b) Trafo Distribusi = 3% dari tegangan kerja.
- c) Saluran tegangan rendah = 4 % dari tegangan kerja tergantung kepadatan beban.
- d) Sambungan rumah = 1% dari tegangan nominal.

Aliran daya lihat pada gambar 4, jatuh tegangan dapat dihitung dengan pendekatan yaitu :

$$\Delta V\% = \frac{100(R \cdot \cos \varphi + X \cdot \sin \varphi \sum_{i=1}^n Si \cdot li)}{Vs^2} [\%]$$

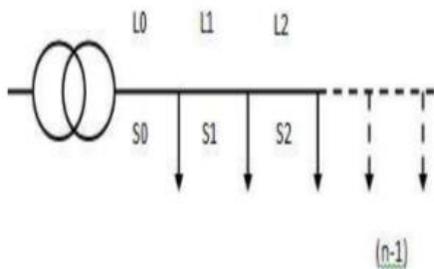
Jika:

$$Si \cdot li = Fl = \text{Momen beban ke } i$$

Maka :

$$\Delta V\% = \frac{100(R \cdot \cos \varphi + X \cdot \sin \varphi \sum_{i=1}^n Fi)}{Vs^2} [\%]$$

Jika nilai induktansi diabaikan maka jatuh tegangan dapat dihitung dengan pendekatan yaitu :



Gambar 4. Aliran daya pada jaringan distribusi

$$\Delta V\% = \frac{100(R \cdot \cos \varphi + X \cdot \sin \varphi \sum_{i=1}^n Fi)}{Vs^2} [\%]$$

Dimana :

$\Delta V\%$ = Jatuh tegangan dalam [%]

S = Daya yang disalurkan dalam [VA]

χ = Reaktansi saluran dalam [Ω /km]

R = Resistansi saluran dalam [Ω /km]

ℓ = Panjang penghantar dalam [km]

θ_r = Faktor daya

D. Metode Least Square

Metode yang digunakan untuk analisis time series adalah Metode Garis Linier Secara Bebas (Free Hand Method), Metode Setengah Rata-Rata (Semi Average Method), Metode Rata-Rata Bergerak (Moving Average Method) dan Metode Kuadrat Terkecil (Least Square Method).

Dalam hal ini akan lebih dikhususkan untuk membahas analisis time series dengan metode kuadrat terkecil yang dibagi dalam dua kasus, yaitu kasus data genap dan kasus data ganjil. Secara umum persamaan garis linier dari analisis time series adalah :

$$Y = a + bX.$$

Keterangan :

Y = variabel yang dicari trendnya

X = variabel waktu (tahun).

a = nilai trend pada tahun dasar

b = rata-rata pertumbuhan nilai trend tiap tahun

Sedangkan untuk mencari nilai konstanta (a) dan parameter (b) adalah :

$$a = \frac{\sum Y}{N}$$

$$b = \frac{\sum XY}{\sum X^2}$$

Ket.

$\sum Y$ = Total Penjualan

N = banyaknya data

$\sum XY$ = Total nilai XY

$\sum X^2$ = total nilai X^2

Keunikan yang lain dari metode trend least square ini walaupun rumus yang digunakan lebih sederhana tetapi mempunyai hasil forecast yang sama dengan metode trend moment. Untuk melakukan perhitungan diperlukan nilai variabel waktu (x), jumlah nilai variable waktu adalah nol atau $\sum x=0$.

1. Untuk n ganjil maka $n = 2k+1$ $X_{k+1} = 0$
 - Jarak antara 2 waktu diberi nilai satu satuan
 - Diatas 0 diberi tanda negatif (-)
 - Dibawahnya diberi tanda positif (+)
2. Untuk n genap maka $n = 2k$ $X_{1/2} = [k+(k+1)] = 0$
 - Jarak antara 2 waktu diberi nilai dua satuan
 - Diatas 0 diberi tanda negatif (-)
 - Dibawahnya diberi tanda positif (+)

E. Pertumbuhan Beban

Pertumbuhan beban pada suatu daerah pelayanan akan selalu di temui sepanjang tahun. Hal ini akan memerlukan studi khusus dalam memperkirakan pertumbuhan beban dari daerah pelayanan yang di rencanakan ruang lingkungannya dapat mencakup perencanaan mendapatkan beban yang di butuhkan beberapa tahun mendatang. Kecepatan pertumbuhan beban di masa lampau perlu di analisa untuk kemudian di rencanakan di masa mendatang. Ada 3 faktor yang dapat mempengaruhi pertumbuhan beban di masa mendatang yaitu:

- Adanya perbaikan mutu tegangan
- Adanya pertumbuhan jumlah konsumen
- Adanya pertumbuhan dari konsumen lama

Berdasarkan hasil pengamatan terhadap pertumbuhan beban pada gardu distribusi untuk konsumen kecil umumnya mengikuti pola pertumbuhan sebagai berikut :

Tahap pertama ketika seluruh komponen pendukung penyaluran listrik ke konsumen di bangun dengan estimasi 100 % konsumen di angap akan menyambung listrik, namun pada kenyataannya setelah instalasi listrik di operasikan hanya 30-50 % dari jumlah seluruh konsumen yang langsung menyambung. Sedangkan sisanya akan tersambung seluruhnya setelah 5-10 tahun kemudian.

III. METODE PENELITIAN

Kota Kotamobagu adalah salah satu kota di provinsi Sulawesi Utara, Indonesia. Kota ini dibentuk berdasarkan Undang-Undang Nomor 4 Tahun 2007 pada tanggal 2 Januari 2007. Jumlah penduduk dari hasil registrasi pada tahun 2018, yaitu sebesar 123,872 yang terdiri dari penduduk laki-laki 63,075 dan penduduk perempuan 60,797 jiwa. Sumber pendapatan utama kota ini adalah padi dan jagung. Kota Kotamobagu mencakup wilayah daratan dan kepulauan yang memiliki daratan seluas 184.33 km².

Wilayah Kota Kotamobagu secara keseluruhan hanya meliputi 4 Kecamatan saja yaitu:

- Kecamatan Kotamobagu Timur
- Kecamatan Kotamobagu Utara
- Kecamatan Kotamobagu Barat
- Kecamatan Kotamobagu Selatan

Daerah beban Sistem tenaga listrik Kotamobagu terdiri atas 1 Gardu induk (GI) dan 1 Pembangkit dan terdapat 1 Gardu Hubung (GH) dengan jumlah pelanggan di Kantor Area UP3 Kotamobagu sebanyak 48,814

- GI Otam
- PLTD Togop`
- GH Motoboi Kecil

Rahmat Alfath Sudiro - Analisa Rugi – Rugi Daya Pada Jaringan Distribusi Tenaga Listrik Kotamobagu Dan Perbaikan

Dengan 12 penyulang yang terbagi untuk gardu induk dan pembangkit yang ada:

- GI Otam : SO 1, SO 2, SO 3, SO 4, SO 8
- GH MOT. KECIL : KHM2(sd LBS TUNGOI), KMH 3
- PLTD : OK 1, OK 2, OK 3, OK 4, OK 5, OK 6, OK 7

TABEL I. PANJANG SETIAP PENYULANG UP3 KOTAMOBAGU

Penyulang	Panjang (kms)	Penampang (mm ²) AAAC
OK 7	6.83	3x150
OK 6	4.36	3x95
OK 1	14.86	3x150
OK 2	2.72	3x95
OK 3	39.7	3x150
OK 4	5.55	3x150
OK 5	10.39	3x150
KHM 3	71.61	3x150
SO 1	23.52	3x95
SO 2	37.6	3x120
SO 3	13.35	3x150
KHM 2	109.81	3x150

(Sumber : : PT.PLN (Persero) Area UP3 Kotamobagu)

TABEL II. NILAI TAHANAN (R) DAN IMPEDANSI (XI)

Tahanan (R) dan reaktansi (X_L) penghantar AAAC tegangan 20 kV
(SPLN 64: 1985)

Luas Penampang (mm ²)	Jari ² mm	Urut	GMR (mm)	Impedansi urutan positif (Ohm / km)	Impedansi urutan Nol (Ohm / km)
16	2,2563	7	1,6380	2,0161 + j 0,4036	2,1641 + j 1,6911
25	2,8203	7	2,0475	1,2903 + j 0,3895	1,4384 + j 1,6770
35	3,3371	7	2,4227	0,9217 + j 0,3790	1,0697 + j 1,6665
50	3,9886	7	2,8957	0,6452 + j 0,3678	0,7932 + j 1,6553
70	4,7193	7	3,4262	0,4608 + j 0,3572	0,6088 + j 1,6447
95	5,4979	19	4,1674	0,3096 + j 0,3449	0,4876 + j 1,6324
120	6,1791	19	4,6837	0,2688 + j 0,3376	0,4168 + j 1,6324
150	6,9084	19	5,2365	0,2162 + j 0,3305	0,3631 + j 1,6180
185	7,6722	19	5,8155	0,1744 + j 0,3239	0,3224 + j 1,6114
240	8,7386	19	6,6238	0,1344 + j 0,3158	0,2824 + j 1,6034

TABEL III. FAKTOR KOREKSI BERDASARKAN TINGKAT SUHU

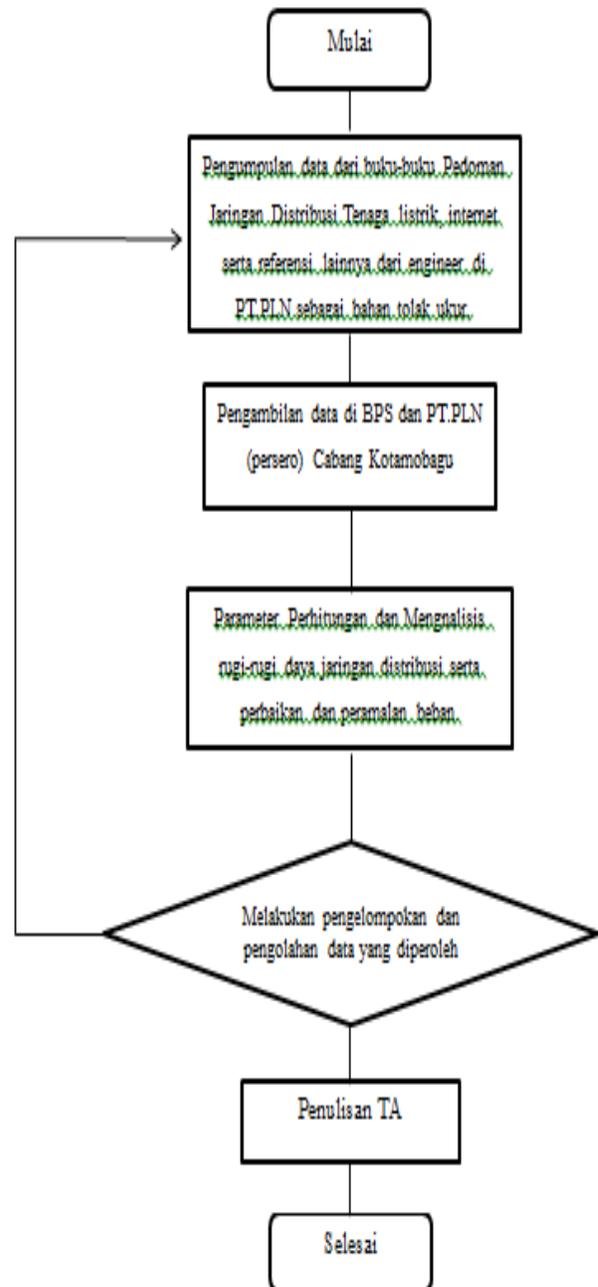
1	2	3	4
Suhu penghantar pada saat pengukuran	Faktor koreksi suhu k_t	Suhu penghantar pada saat pengukuran	Faktor koreksi suhu k_t
derajat C	-	derajat C	-
20	1,000	31	0,958
21	0,996	32	0,954
22	0,992	33	0,951
23	0,988	34	0,947
24	0,984	35	0,943
25	0,980	36	0,940
26	0,977	37	0,934
27	0,973	38	0,933
28	0,969	39	0,929
29	0,965	40	0,926
30	0,962		

(Sumber : SPLN 39-1-1981 atau SPLN 41-1-1991)

TABEL IV. KEBUTUHAN BEBAN PERTAHUN

TAHUN	Kebutuhan BeBan
2014	22,26 MW
2015	24,74 MW
2016	26,98 MW
2017	29,41 MW
2018	38,4 MW

(Sumber : : PT.PLN (Persero) Area UP3 Kotamobagu)



Gambar 4. Diagram Alir Pelaksanaan Penelitian

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Dalam pengolahan data peramalan beban pertahun perlulah kita mengisi nilai pada tabel IV. dan menggunakan Metode Least Square (Kuadrat Kecil)

TABEL V. HASIL NILAI X,XY, X² MENGGUNAKAN METODE LEAST SQUARE

TAHUN	Pertumbuhan Beban (Y)	X	XY	X ²
2014	22.26	-2	-44.52	4
2015	24.74	-1	-24.74	1
2016	26.98	0	0	0
2017	29.41	1	29.41	1
2018	38.4	2	76.8	4
JUMLAH	141.79	0.00	36.95	10

Untuk mencari nilai a dan b sebagai berikut :

$$a = \Sigma Y / N$$

$$b = \Sigma XY / \Sigma X^2$$

maka :

$$a = 141.79/5 = 28.358$$

$$b = 36.95/10 = 3.69$$

Persamaan Garis trend yang dicari Adalah :

$$Y = a + bX$$

$$Y = 28.358 + 3.69 X$$

Ket :

Y : adalah variabel yang dicari trendnya

X : adalah variabel waktu (tahun)

Dengan menggunakan persamaan tersebut, dapat diprediksikan bahwa kebutuhan energi listrik 5 tahun kedepan atau pada tahun 2023 adalah :

$$Y_{2023} = 28.358 + 3.69 (\text{untuk tahun 2023 nilai X adalah } 7)$$

$$Y_{2023} = 28.358 + 3.69 (7)$$

$$Y_{2023} = 54.18 \text{ MW}$$

Adapun penambahan beban listrik untuk Kota Kotamobagu 14.5 % pertahun dan kebutuhan beban listrik saat ini mencapai. Dengan demikian apabila dipikirakan pertumbuhan beban listrik sampai tahun 2030 Peningkatan beban pertahun di Kotamobagu perkiraan mencapai 14.5%. Maka dengan demikian kita bisa peroleh bahwa pertambahan beban dari tahun ke tahun bisa kita lihat di bawah ini.

TABEL VI. HASIL PERAMALAN BEBAN PERTAHUN

Tahun	Kebutuhan Beban (MW)
2024	62.03
2025	71.02
2026	81.31
2027	93.09
2028	103.58
2029	122.03
2030	139.72

B. Jatuh Tegangan

Sebelum melakukan perhitungan jatuh tegangan maka kita harus mengisi nilai - nilai dari tabel I. dan II.

- Jatuh tegangan penyulang PLTD Kotamobagu Ok 4 ke GH Motoboi kecil

Dik :

Jenis Penghantar	: AAAC-S 150 mm ²
Panjang	: 8,67 kms
Beban	: 15 kw
Tegangan	: 20 kv
R	: 0,2162 Ω/km
XL	: 0,3305 Ω/km

$$\begin{aligned} \Delta V(\%) &= \frac{100(R \cdot \cos q) + (XL \cdot \sin q)}{V^2} \times S \times L \\ &= \frac{100(0,2162 \times 0,8) + (0,3305 \times 0,6)}{20^2} \times 15 \times 8,67 \\ &= \frac{100(0,17296 + 0,1983)}{400} \times 130,05 \\ &= 0,092815 \times 130,05 \\ &= 12,07\% \end{aligned}$$

$$\Delta V = 12,07 \times \frac{20.000}{100} = 2414 \text{ V}$$

Dengan mengikuti perhitungan yang serupa dengan perhitungan diatas, maka akan didapatkan hasil perhitungan jatuh tegangan pada Penyulang PLTD Kotamobagu OK sampai G.H Doloduo dalam tabel VII.

TABEL VII. JATUH TEGANGAN

Penyulang		Jenis	Panjang	$\Delta V(\%)$	$\Delta V(\text{Volt})$
Awal	Akhir	Penampang	Penyulang		
PLTD Kotamobagu Ok 4	GH Motoboi Kecil	AAAC-S 150 mm ²	8,67 kms	12,07	2414
GH Motoboi KMH 2	LBS tungoi	AAAC-S 150 mm	11,71 kms	16,302	3260.4
LBS tungoi	REC Pusian	AAAC 120 mm ²	12,6 kms	1,315	263
REC Pusian	LBS Kalibombang	AAAC 120 mm ²	36,62 kms	76,462	15292.4
LBS Kalibombang	LBS Dumoga	AAAC 120 mm ²	4,81 kms	7,845	1569
LBS Dumoga	LBS Ibulagon	AAAC 120 mm ²	3,02 kms	3,152	630.4
LBS Dumoga	LBS Kosio	AAAC 120 mm ²	32,94 kms	34,389	6877.8
LBS Kalibombang	LBS Modomang	AAAC 120 mm ²	14,19 kms	22,221	4444.2
LBS Modomang	LBS Kosio	AAAC 120 mm ²	24,57 kms	25,651	5130.2
LBS Kosio	LBS Doloduo	AAAC 120 mm ²	5,36 kms	5,545	1109

tetap kan (untuk tegangan listrik $\pm 10\%$) total titik yang sudah melebihi standar yang ditetapkan ada 6 titik dan ada 1 titik sudah sangat melebihi standar jatuh tegangannya yaitu dari REC pusian ke LBS Kalibombang mencapai 76,462 % dengan jatuh tegangan 15292.4 V.

Dengan hasil peramalan dan perhitungan di atas, penulis ingin memberikan saran dan masukan kepada PLN Cabang kotamobagu demi keuntungan dari pihak PT. PLN maupun konsumen, Maka dengan melihat pertambahan beban yang sangat besar di tahun 2030 sehingga diperlukan perbaikan jatuh tegangan yang di salurkan untuk mengganti sipasi dikemudian hari sesuai standar yang ada, salah satunya dengan penambahan trafo tap changer, maka disini saya sebagai penulis memberi saran yaitu penambahan trafo tap changer di setiap section/bagian yang sudah melebihi jatuh tegangannya.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Setelah melakukan penelitian serta juga perhitungan peramalan beban dan jatuh tegangan pada penyulang paling panjang jaringan distribusi tenaga listrik kotamobagu, dapat disimpulkan bahwa

1) Peramalan beban dengan menggunakan metode least square dan pertambahan beban dikotamobagu mencapai 14,5% per tahun nya, maka dari itu kita bisa melihat bahwa hasil peramalan beban di tahun 2030 cukup besar yaitu mencapai 139.72 MW.

2) Perhitungan jatuh tegangan pada penyulang PLTD Kotamobagu OK 4 sampai G.H Doloudo dengan total jarak 151.95 mendapatkan hasil yang cukup besar dikarenakan setiap Section/bagian memiliki jarak cukup panjang dengan satuan kms maka hasil yang di dapatkan begitu besar dan sudah tidak memenuhi standart yang ditentukan oleh PLN yaitu jatuh tegangan tidak boleh melebihi dari 10%.

3) Dari hasil perhitungan dan analisa diperoleh bahwa section/bagian yang memiliki jatuh tegangan paling besar adalah REC Pusian ke LBS Kalibombang dengan besar 15292.4 V dan persentase 76,462% terhadap penyulang itu. Kemudian jatuh tegangan yang paling kecil adalah LBS Tungoi ke REC Pusian dengan besar 263 V dan persentase 1,315% terhadap penyulang itu sendiri.

B. Saran

1) Sistem jaringan distribusi yang sudah terlalu panjang diperlukan beberapa metode untuk memperbaiki kualitas tegangan untuk mengganti sipasi dikemudian hari sesuai standar yang ada, salah satunya dengan penambahan trafo Tap Cah, maka disini saya sebagai penulis memberi saran yaitu penambahan trafo tap changer di setiap section/bagian yang sudah melebihi jatuh tegangannya.

2) Jaringan Distribusi Kotamobagu sudah tergolong jaringan yang lama, sehingga perlu adanya pemeliharaan dan pengawasan yang rutin untuk jaringan ini khususnya untuk konduktor dan trafo yang tersebar pada tiap penyulang.

KUTIPAN

- [1]Markoni 2018, Operasi sistem & Pemeliharaan Jaringan distribusi tenaga listrik, TEKNOSAIN
- [2]Ir. M. Iqbal Hasan, M.M. 2001, POKOK-POKOK MATERI STATISTIK 1 (Statistik Deskriptif)
- [3]Rizky Beltsazar Binilang, “Analisa Rugi Daya pada Saluran Distribusi Primer 20 kV di Kota Tahuna.”, Skripsi S1 Teknik Elektro Universitas Sam Ratulangi Manado, 2017.
- [4]Nolki Jonal Hontong, Maickel Tuegeh ST. MT., Lily.S. Patras ST. MT. ” Analisa Rugi – Rugi Daya Pada Jaringan Distribusi Di PT. PLN Palu” 2015.
- [5]PT.PLN (Persero) Area UP3 Kotamobagu
- [6]SPLN 39-1-1981 atau SPLN 41-1-1991 Dan SPLN 64:1985
- [7]SMK Teknik-Distribusi-Tenaga-Listrik-Jilid-ISuhadi
- [8]SMK Teknik-Distribusi-Tenaga-Listrik-Jilid-IISuhadi
- [9]SMK Teknik-Distribusi-Tenaga-Listrik-Jilid-IIISuhadi
- [10]Badan Pusat Statistik Kota Kotamobagu



Rahmat Alfath Sudiro lahir di Doloduo, 12 Februari 1997. Pada tahun 2015 memulai pendidikan di Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi Manado di Jurusan Teknik Elektro, pada tahun 2017 mengambil konsentrasi Minat Teknik Tenaga Listrik. Dalam menempuh pendidikan penulis juga pernah melaksanakan Kerja Praktek yang bertempat di Gardu Induk Otam pada bulan Desember tahun 2018 sampai selesai dan pada bulan September tahun 2020 telah menyelesaikan pendidikan di Fakultas Teknik Elektro Universitas Sam Ratulangi Manado, dengan minat penelitian adalah tentang Studi Analisa Rugi – Rugi Daya Pada Jaringan Distribusi Tenaga Listrik Kotamobagu Dan Perbaikan.