

Analisa Rugi-Rugi Energi Listrik Pada Jaringan Distribusi (JTM) Di PT. PLN (Persero) Area Gorontalo

Awaludin Muhammad, Hans Tumaliang, Sartje Silimang

Teknik Elektro, Universitas Sam Ratulangi Manado, Jl. Kampus Bahu-Unsrat Manado, 95115

Email: 13021103016@student.unsrat.ac.id, hanstumaliang@gmail.com, sartjesilimang@gmail.com

Abstract - The distribution of electrical energy originating from the plant and distributed to consumer should be effective, efficient and reliable. Review from these criteria, in the generation of electrical energy and the distribution of electrical energy must be done rationally and economically. In the distribution network the amount of electrical energy that reaches the load is not the same as the amount of electrical energy generated due to the losses of energy. Loss on the power system network is also caused by uneven loadings between the three phase systems, the heat generated on the channel conductor and the transformer, as well as the heat generated in the bad conductor joints (loss contact). The calculation is very difficult due to the different loading conditions of the system at any time in accordance with the needs of consumers of electric power systems. Thus, the amount of loss is different from time to time, so the total loss of electric power every month and every day is different, therefore it takes an accurate calculation method to calculate the power loss of medium voltage distribution network. This accurate calculation method, to calculate the losses of electrical energy or power in PT. PLN (Persero) Gorontalo Area

Keywords : Distribution Of Electrical Energy; Losses Of Electrical Energy; Phase System; Power System.

Abstrak - Distribusi energi listrik yang berawal dari pembangkit dan diakhiri dengan penggunaan oleh konsumen haruslah bersifat efektif, efisien dan dapat diandalkan. Melihat dari kriteria tersebut maka dalam pembangkitan energi listrik serta distribusi energi listrik haruslah dilakukan secara rasional dan ekonomis. Pada jaringan distribusi jumlah energi listrik yang sampai ke beban tidak sama dengan jumlah energi listrik yang dibangkitkan karena terjadi susut atau rugi-rugi (losses) energi. Rugi rugi pada jaringan sistem tenaga listrik juga disebabkan oleh pembebanan yang tidak seimbang antara ketiga sistem fasa, panas yang timbul pada konduktor saluran maupun transformator, serta panas yang timbul pada sambungan konduktor yang buruk (losscontact). Perhitungan sangat sukar karena kondisi pembebanan sistem yang berbeda setiap saat sesuai dengan kebutuhan konsumen sistem tenaga listrik. Dengan demikian besar rugi-ruginya berbeda dari waktu ke waktu, sehingga total rugi daya listrik setiap bulan dan setiap harinya berbeda-beda, karena itu dibutuhkan suatu metode perhitungan yang akurat. Metode perhitungan yang akurat ini, untuk menghitung rugi energi listrik atau daya di PT. PLN (Persero) Area Gorontalo.

Kata Kunci : Distribusi Energi Listrik; Sistem Fasa; Sistem Tenaga Listrik; Susut/Losses Energi Listrik.

I. PENDAHULUAN

Distribusi energi listrik yang berawal dari pembangkit dan diakhiri dengan penggunaan oleh konsumen seharusnya bersifat efektif, efisien dan dapat diandalkan. Melihat dari kriteria tersebut maka dalam pembangkitan energi listrik serta distribusi energi listrik haruslah dilakukan secara rasional dan ekonomis. Pada jaringan distribusi jumlah energi listrik yang sampai ke beban tidak sama dengan jumlah energi listrik yang dibangkitkan karena terjadi susut atau rugi-rugi (*losses*) energi. Hal ini disebabkan oleh berbagai hal yaitu jarak antara pembangkit dan konsumen yang berjauhan sehingga pada peralatan listrik jaringan distribusi mengalami rugi-rugi serta peralatan yang sudah berumur. Rugi-rugi pada jaringan sistem tenaga listrik juga disebabkan oleh pembebanan yang tidak seimbang antara ketiga fasa sistem, panas yang timbul pada konduktor saluran maupun transformator, serta panas yang timbul pada sambungan konduktor yang buruk (*losscontact*). Penentuan jumlah rugi-rugi yang tepat setiap bulan merupakan kebutuhan pengoperasian sistem tenaga listrik yang paling mendesak. Perhitungan sangat sukar karena kondisi pembebanan sistem yang berbeda setiap saat sesuai dengan kebutuhan konsumen sistem tenaga listrik. Dengan demikian besar rugi-ruginya berbeda dari waktu ke-waktu, sehingga total rugi daya listrik setiap bulan berbeda-beda, karena itu dibutuhkan suatu metode perhitungan yang akurat. Pada setiap wilayah dimasing-masing PLN Area di seluruh Indonesia tentunya mempunyai Rugi Energi Listrik dengan jumlah Susut atau *Losses* yang berbeda-beda besar nilainya. Begitupun pada PT. PLN (Persero) Wilayah Suluttenggo Area Gorontalo yang memiliki nilai Susut atau *Losses* dengan nilai tertentu. Berdasarkan latar belakang masalah tersebut diatas penulis akan mengangkat judul “Analisa Rugi-Rugi Energi Listrik Pada Jaringan Distribusi (JTM) di PT. PLN (Persero) Area Gorontalo”.

A. Transmisi dan Distribusi

Transmisi adalah bagian yang menyalurkan energi listrik dari pusat listrik ke pusat beban yang diterima oleh Gardu Induk (GI). Untuk jarak yang sedang digunakan tegangan transmisi 70 kV. Untuk jarak yang jauh digunakan tegangan transmisi 150 kV sedangkan untuk jarak yang sangat jauh digunakan tegangan transmisi sampai 500 kV. 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, 150 kV, 220 kV sampai 500 kV kemudian disalurkan melalui saluran transmisi. Yang dimaksud dengan karakteristik listrik dari saluran transmisi adalah konstanta-konstanta saluran, yaitu : tahanan R , Induktansi L , konduktansi G , dan kapasitansi C .

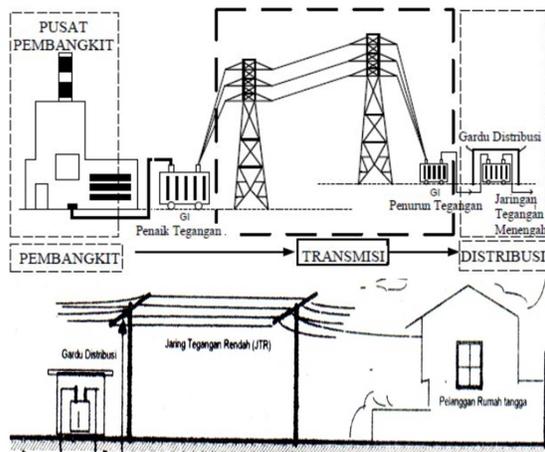
Pada saluran udara konduktansi G sangat kecil sehingga dengan mengabaikan konduktansi G itu perhitungan-perhitungan akan jauh lebih mudah dan pengaruhnya pun masih dalam batas-batas yang dapat diabaikan. Tahanan dari suatu penghantar dapat diketahui dengan rumus (1) berikut :

$$R = \rho l / A \tag{1}$$

Dimana,

- ρ = resistivitas ($\Omega \cdot m$)
- l = panjang kawat (m)
- A = luas penampang kawat (m^2)

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 220/380 Volt. Selanjutnya disalurkan oleh saluran distribusi sekunder ke konsumen-konsumen.



Gambar 1. Skema Penyaluran Energi Listrik ke Pelanggan (Sumber : modalholong.wordpress.com)

B. Struktur Jaringan Tegangan Menengah

Struktur jaringan yang berkembang disuatu daerah merupakan kompromi antara alasan-alasan teknis disatu pihak dan ekonomis dilain pihak. Keduanya ditekankan kepada kebutuhan penggunaan dimana dipersyaratkan batas-batas keandalan, stabilitas dari kelangsungan pelayanan.

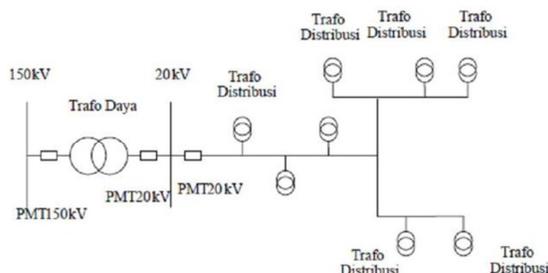
Dari segi keandalan yang ingin dicapai ada 2 pilihan struktur jaringan,

- 1) Jaringan dengan satu sumber pengisian : cara penyaluran ini merupakan yang paling sederhana. Gangguan yang timbul akan menyebabkan pemadaman.
- 2) Jaringan dengan beberapa sumber pengisian : keandalanya lebih tinggi. Dilihat dari segi ekonomi investasinya lebih mahal karena menggunakan perlengkapan penyaluran yang lebih banyak. Pemadaman akibat gangguan dapat diiadakan atau setidak-tidaknya dapat dikurangi dan diatasi.

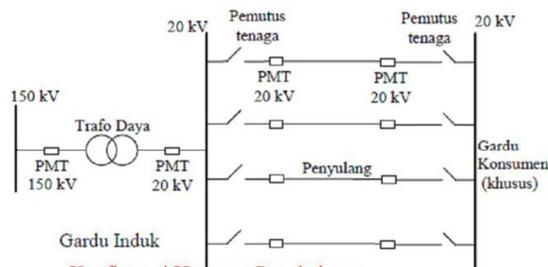
Konfigurasi Jaringan Primer

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.

- 1) Jaringan distribusi tipe Radial
- 2) Jaringan distribusi tipe Tie Line
- 3) Jaringan distribusi tipe Loop
- 4) Jaringan distribusi tipe Grid
- 5) Jaringan distribusi tipe Spindel [Saadat , 1999]

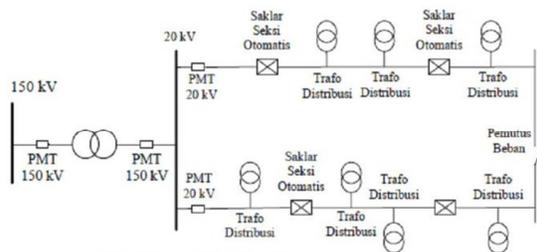


Gambar 2. Konfigurasi Jaringan Radial (Sumber : <https://electricdot.wordpress.com>)

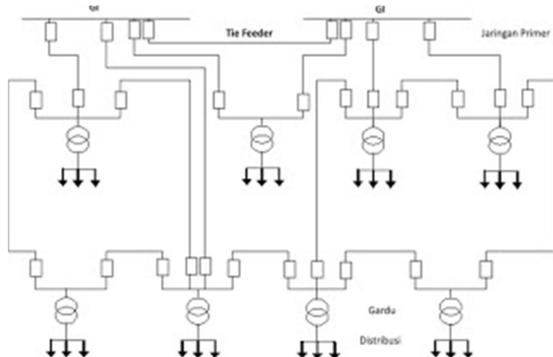


Konfigurasi Hantaran Penghubung

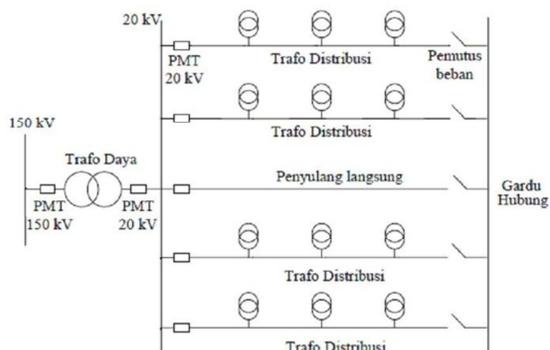
Gambar 3. Konfigurasi Jaringan Tie Line (Sumber : <https://electricdot.wordpress.com>)



Gambar 4. Konfigurasi Jaringan Loop
(Sumber : <https://electricdot.wordpress.com>)



Gambar 5. Konfigurasi Jaringan Grid
(Sumber : <https://electricdot.wordpress.com>)



Gambar 6. Konfigurasi Jaringan Spindel
(Sumber : <https://electricdot.wordpress.com>)

C. Bahan Kawat Penghantar JTM

1) Penghantar SUTM

Untuk penyaluran energi listrik pada Jaringan Tegangan Menengah dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu berupa saluran udara dan kabel tanah. Bahan-bahan kawat penghantar biasanya dipilih dari logam-logam yang mempunyai konduktivitas yang besar, keras dan mempunyai kekuatan tarik (*Tensile Strength*) yang besar, serta memiliki berat jenis yang rendah. Juga logam yang tahan akan pengaruh proses kimia dan perubahan suhu serta memiliki titik cair yang lebih tinggi. Untuk memenuhi syarat-syarat tersebut, kawat penghantar hendaknya dipilih suatu logam campuran (*Alloy*), yang merupakan percampuran dari beberapa logam yang dipadukan menjadi satu logam.



Gambar 7. Kabel Penghantar BBC
(Sumber : <http://kabelve.blogspot.com>)



Gambar 8. Kabel Penghantar AAC
(Sumber : www.audicable.com)

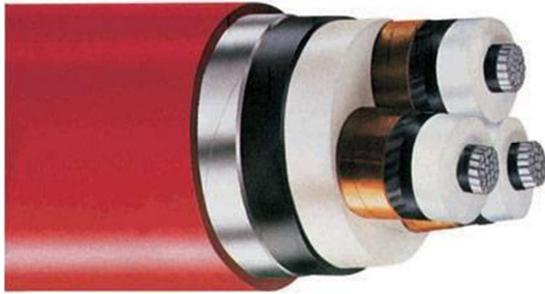


Gambar 9. Kabel Penghantar AAAC
(Sumber : blog.unnes.ac.id)



Gambar 10. Kabel Penghantar ACSR
(Sumber : <http://www.anugerah-pt.com>)

Dari hasil campuran ini didapatkan suatu kawat penghantar dengan kekuatan Tarik dan konduktivitas yang tinggi. Logam campuran yang banyak digunakan untuk Jaringan Distribusi adalah kawat tembaga campuran (*Copper Alloy*) atau kawat aluminium campuran (*Aluminium Alloy*). Karena faktor ekonomis, saat ini lebih banyak digunakan kawat aluminium campuran untuk Jaringan Distribusi. Sedangkan kawat lain seperti kawat tembaga, kawat tembaga campuran, atau kawat aluminium berinti baja tidak banyak digunakan.



Gambar 11. Kabel Penghantar SKTM)
(Sumber : <http://armanadidesign.blogspot.com>)

Pada saluran udara, terutama hantaran udara telanjang menggunakan beberapa kawat penghantar pada umumnya yang terdiri atas :

- 1) Kawat tembaga telanjang BCC (Bare Cooper Conductor),
- 2) Aluminium telanjang AAC (All Aluminium Conductor)
- 3) Kawat Logam Campuran AAAC (All Alloy Aluminium Conductor)
- 4) Aluminium berinti baja ACSR (Aluminium Conductor Steel Reinforced) [Hamzah, 2011]

2) Penghantar SKTM

Sedangkan pada saluran kabel tanah, biasanya banyak menggunakan kabel dengan penghantar jenis tembaga dan aluminium, perkembangan yang sangat dominan pada saluran kabel tanah adalah dari sisi bahan isolasinya, dimana pada saat awal banyak menggunakan isolasi berbahan kertas dengan perlindungan mekanikal berupa timahhitam, kemudian menggunakan minyak jenis kabel ini dinamakan GPLK atau *Gewapend Papier Lood Kabel* yang merupakan standar belanda dan NKB atau Normal Kabel mit Bleimantel Außen Heilung yang merupakan standar jerman, dan jenis bahan isolasi yang terkini adalah isolasi buatan berupa PVC (Polyvinyl Chloride) dan XLPE (Cross-Linked Polyethylene).

D. Daya pada Rangkaian Tiga Fasa

Daya merupakan banyaknya perubahan tenaga terhadap waktu dalam besaran tegangan dan arus. Satuannya adalah watt. Daya dalam watt yang diserap oleh suatu beban pada setiap saat adalah hasil kali jatuh tegangan sesaat diantara beban dalam volt dengan arus sesaat yang mengalir dalam beban tersebut adalah ampere. Guna keperluan analisa, daya dalam sirkuit arus bolak-balik, dirinci lagi sesuai dengan tipe dari daya tersebut.

Faktor daya merupakan rasio antara daya (dalam satuan watt) terhadap perkalian antara tegangan dan arus (dalam satuan VA) yang berbeda fase, disebabkan reaktansi rangkaian, termasuk alat yang merupakan beban. [Santoso, 2008]

Daya semu

Daya semu untuk sistem fasa tunggal, sirkuit dua kawat adalah perkalian skalar arus efektif dan beda tegangan efektifnya.

$$S = |V| \cdot |I| \quad (2)$$

Untuk sistem fasa-tiga daya semunya adalah :

$$S = 3 |V| \cdot |I| \quad (3)$$

Dimana,

S = Daya Semu (VA)

V = Tegangan fasa (Volt)

I = Arus jala (Ampere)

Daya Aktif

Daya aktif untuk sistem fasa tunggal,

$$P = |V| \cdot |I| \cos \varphi \quad (4)$$

Untuk daya tiga fasa total adalah :

$$P = 3 V \cdot I \cos \varphi \quad (5)$$

Dimana,

P = Daya Aktif (Watt)

V = Tegangan (Volt)

I = Arus (Ampere)

$\cos \varphi$ = Faktor Daya

Daya Reaktif

Daya aktif untuk sistem fasa tunggal,

$$Q = |V| \cdot |I| \sin \varphi \quad (6)$$

Untuk daya tiga fasa,

$$Q = 3 |V| \cdot |I| \sin \varphi \quad (7)$$

Dan VoltAmpere dari beban adalah :

$$|S| = \sqrt{P^2 + Q^2} \quad (8)$$

Dimana,

Q = Daya Reaktif (VAR)

V = Tegangan (Volt)

I = Arus (Ampere)

$\sin \varphi$ = Faktor Daya

Atau,

$$P = |S| \cos \varphi \quad (9)$$

$$Q = |S| \sin \varphi \quad (10)$$

II. METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat Penelitian

Data yang diperlukan untuk penelitian dilakukan selama 60 hari. Penelitian dimulai dari tanggal 2 April

2018 sampai dengan 15 juni 2018. Tempat penelitian dilakukan di PT. (Persero) Area Gorontalo. Perhitungan dan analisis sendiri dilakukan di rumah dan di Laboratorium Tenaga Listrik Fakultas Teknik Jurusan Teknik Elektro Universitas Sam Ratulangi Manado.

B. Prosedur Penelitian

Prosedur Penelitian yang dilakukan dimulai dengan beberapa tahap

- 1) Pengumpulan data dari buku-buku, internet dan referensi lainnya sebagai bahan tolak ukur.
- 2) Mempelajari Single Line Diagram Kota Gorontalo.
- 3) Pengambilan data Distribusi di PT. PLN (Persero) Area Gorontalo.
- 4) Melakukan pengelompokan dan pengolahan data yang diperoleh.
- 5) Melakukan analisis dan perhitungan rugi-rugi daya jaringan distribusi dengan persamaan/rumus yang telah ditentukan.

C. Faktor Beban

Faktor beban ialah hasil dari perbandingan antara beban rata-rata dan beban puncak dalam periode tertentu, data yang diambil yaitu pada bulan Februari 2018, (lihat tabel I).

TABEL I
FAKTOR BEBAN PER- PENYULANG

| Penyulang | Faktor Beban |
|-----------------|--------------|
| BP 1 Taruna | 0,64 |
| BP 2 Tapa | 0,74 |
| BP 3 Tamalate | 0,74 |
| BP 4 Agus Salim | 0,77 |
| BP 5 Sumawa | 0,75 |
| BP 6 Panjaitan | 0,73 |
| BP 7 Talaga | 0,67 |
| IS 1 Isimu | 0,7 |
| IS 2 Limboto | 0,74 |
| IS 3 Paguyaman | 0,63 |
| IS 4 Bongomeme | 0,65 |
| IS 5 Limboto | 0,76 |
| IS 6 Bandara | 0,7 |
| MR 1 Paguat | 0,63 |
| MR 3 Lemito | 0,62 |
| MR 4 Marisa | 0,79 |
| MR 6 Tilamuta | 0,65 |
| AK 2 Kwandang | 0,67 |
| AK 3 Sidomulyo | 0,6 |

D. Arus per-Penyulang

Arus setiap penyulang semua Gardu Induk untuk sistem Gorontalo yang bersumber dari PLN, (lihat tabel II).

E. Panjang Penampang Kawat

Berdasarkan data yang didapat dari PLN Area Gorontalo Panjang setiap Penyulang, (lihat tabel III).

F. Faktor Koreksi

Nilai dari Faktor Koreksi penghantar berdasarkan Suhu, pada umumnya ditentukan oleh instansi dari hasil pengukuran Suhu Penghantar atau konduktor. Suhu yang ditentukan oleh PLN Area Gorontalo yaitu 34°C.

Tabel dibawah ialah tabel tingkat suhu dan factor koreksi, (lihat tabel IV).

G. Perhitungan Rugi Beban Puncak Saluran Distribusi

Dalam perhitungan rugi beban puncak terlebih dahulu kita harus mencari berapa besar nilai dari beban puncak. Dengan rumus (11) yaitu :

$$P_{peak} = \frac{\left(\frac{E In}{t}\right)}{LF} \tag{11}$$

TABEL II
ARUS PER- PENYULANG

| Penyulang | Arus (Ampere) |
|-----------------|---------------|
| BP 1 Taruna | 160,9 |
| BP 2 Tapa | 120,1 |
| BP 3 Tamalate | 123,2 |
| BP 4 Agus Salim | 151,1 |
| BP 5 Sumawa | 98,9 |
| BP 6 Panjaitan | 139,8 |
| BP 7 Talaga | 93,4 |
| IS 1 Isimu | 28,8 |
| IS 2 Limboto | 131,7 |
| IS 3 Paguyaman | 112,1 |
| IS 4 Bongomeme | 69,2 |
| IS 5 Limboto | 100,4 |
| IS 6 Bandara | 12,6 |
| MR 1 Paguat | 18,9 |
| MR 3 Lemito | 114,4 |
| MR 4 Marisa | 79,6 |
| MR 6 Tilamuta | 81,6 |
| AK 2 Kwandang | 96,2 |
| AK 3 Sidomulyo | 87 |

TABEL III
PANJANG PENAMPANG

| Penyulang | Panjang Penampang (Kms) |
|-----------------|-------------------------|
| BP 1 Taruna | 182,8 |
| BP 2 Tapa | 75 |
| BP 3 Tamalate | 39,2 |
| BP 4 Agus Salim | 37,1 |
| BP 5 Sumawa | 74,2 |
| BP 6 Panjaitan | 39,1 |
| BP 7 Talaga | 54,6 |
| IS 1 Isimu | 328,3 |
| IS 2 Limboto | 266,1 |
| IS 3 Paguyaman | 270,2 |
| IS 4 Bongomeme | 69,2 |
| IS 5 Limboto | 50,9 |
| IS 6 Bandara | 7,6 |
| MR 1 Paguat | 31,6 |
| MR 3 Lemito | 257 |
| MR 4 Marisa | 31,4 |
| MR 6 Tilamuta | 154,6 |
| AK 2 Kwandang | 60,38 |
| AK 3 Sidomulyo | 158,35 |

TABE IV
FAKTOR KOREKSI

| Suhu Penghantar Pada Saat Pengukuran Derajat C | Faktor Koreksi |
|--|----------------|
| 30 | 0,962 |
| 31 | 0,958 |
| 32 | 0,954 |
| 33 | 0,951 |
| 34 | 0,947 |
| 35 | 0,943 |
| 36 | 0,940 |
| 37 | 0,934 |
| 38 | 0,933 |
| 39 | 0,929 |
| 40 | 0,926 |

Dimana,
 E_{in} = kWh input (kWh produksi per penyulang)
 LF = Faktor Beban
 t = Waktu (jam)

Rugi Beban Puncak yang disebabkan oleh arus beban yang mengalir pada penghantar dengan rumus (12) yaitu : [Senen, 2010]

$$P_{loss} = I^2 \times R \times L \times Fk \dots (Dalam Watt) \quad (12)$$

Dimana,
 I = Arus (Ampere)
 R = Resistansi (Ohm)
 L = Panjang Saluran (km)
 Fk = Faktor Koreksi berdasarkan asumsi

H. Rugi Energi pada Sistem Distribusi Tenaga Listrik

Untuk menghitung Rugi Energi Listrik (E_{loss}), terlebih dahulu mencari atau menghitung besar nilai Faktor Rugi. Untuk menghitung Fr dapat dilakukan dengan rumus (13) “*Buller dan Woodrow*” yaitu :

$$Fr = (0,3 \times Fb) + (0,7 \times |Fb^2|) \quad (13)$$

Dimana,
 Fr = Faktor Rugi
 Fb = Faktor Beban

Dalam menentukan rugi energi pada saluran distribusi, cara yang dilakukan adalah dengan membandingkan energi yang disalurkan oleh gardu induk dengan energi yang terjual dalam selang waktu tertentu dengan menurunkan atau mengansumsikan nilai faktor rugi, maka rugi energi dalam periode tertentu didapat dari hubungan berikut dengan rumus (14) yaitu :

$$E_{loss} = P_{loss} \times Fr \times t \quad (14)$$

Dimana,
 P_{loss} = Rugi Daya Beban Puncak
 FR = Faktor Rugi
 t = Waktu

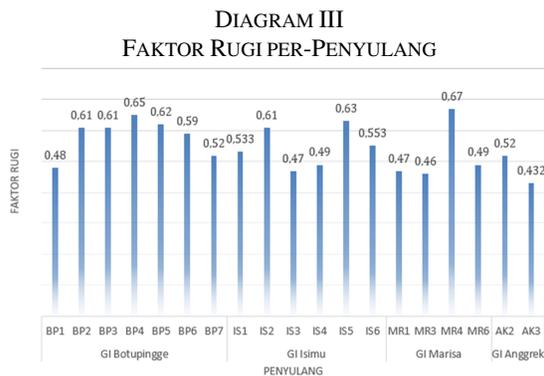
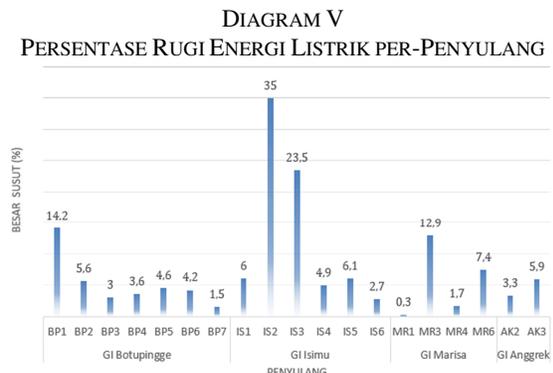
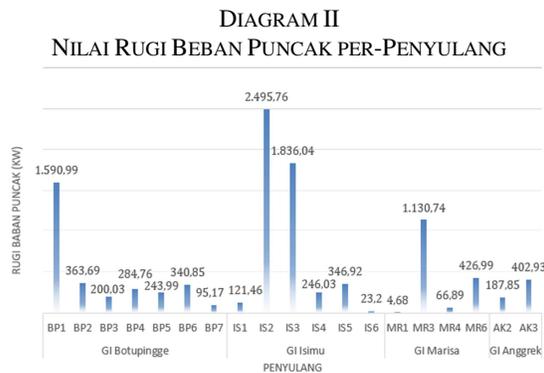
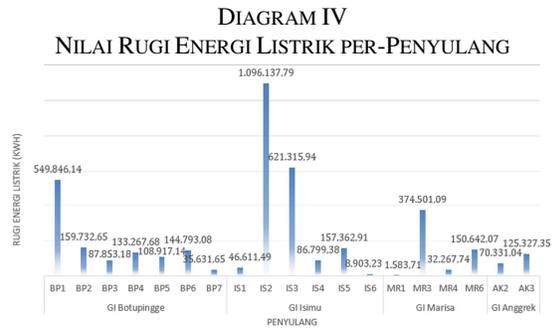
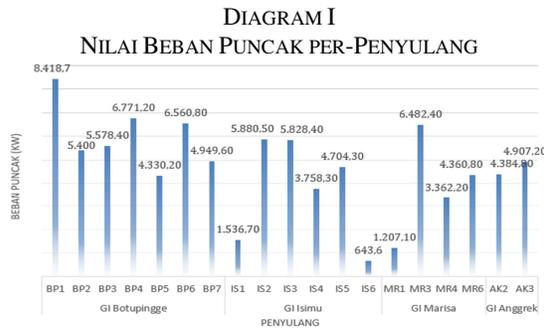
Rugi energi dalam persen adalah rugi energi yang dinyatakan dalam presentase dari energi yang dikirim atau disalurkan dalam periode waktu yang sama. Untuk rugi energi dalam persen didefenisikan sebagai berikut dengan rumus (15) yaitu :

$$Rugi\ Energi\ (\%) = \frac{Susut / Rugi\ energi}{Energi\ yang\ disalurkan\ GI} \times 100 \quad (15)$$

III. HASIL

A. Perhitungan Beban Puncak dan Rugi Beban Distribusi per-Penyulang

Diagram I dibawah untuk nilai Beban Puncak dan Diagram II untuk nilai Rugi Beban Puncak. Menggunakan persamaan yang telah ditentukan maka diperoleh nilai Analisa dan perhitungan. Dengan periode waktu 720 jam atau 1 bulan, ditentukan perhitungan satu bulan disesuaikan dengan data yang telah diperoleh oleh perusahaan.



B. Perhitungan Rugi Eergi Listrik dan Persentase Energi Listrik per-Penyulang

Diagram III diatas untuk nilai Faktor Rugi per-penyulang, factor rugi memengaruhi nilai dari rugi energi listrik. Diagram IV nilai Rugi Energi Listrik per-penyulang dan diagram V untuk nilai Persentase Rugi Energi Listrik per-penyulang, persentase rugi energi didasarkan pada penyulang itu sendiri. Perhitungan nilai rugi energi listrik dilakukan dalam waktu 1 bulan atau 720 jam, Hasil perhitungan dilakukan hanya untuk menghitung dan menganalisa nilai persentase rugi energi listrik secara teknis. Perhitungan diluar perhitungan non teknis karena dianggap memiliki data yang tidak pasti. Perhitungan sendiri digunakan data

absolut dari perusahaan yang terkait yaitu PT. PLN (Persero) Area Gorontalo, dikhususkan hanya untuk Provinsi Gorontalo yang memiliki 4 Gardu Induk dan 19 Penyulang , yang terbagi masing-masing untuk setiap Gardunya.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Setelah melakukan analisa dan perhitungan maka diperoleh kesimpulan dan saran sebagai berikut. Kesimpulan diambil berdasarkan atau digunakan dasar sebagai jawaban tujuan masalah atau pokok masalah yang diketahui

- 1) Rugi/Susut atau *Losses* Energi Listrik pada Jaringan Distribusi di PT. PLN (Persero) Area Gorontalo, berdasarkan hasil analisis dan perhitungan dari data yang diperoleh dari PLN Area Gorontalo ialah sebesar 3.991.825,223 kWh, atau dalam satuan persentase yaitu 9,1 %
- 2) Berdasarkan hasil analisis dan perhitungan yang diperoleh *losses* atau rugi energi listrik paling besar ada pada penyulang IS2 dan IS3 Gardu Induk Isimu yaitu 1.096.137,792 kWh dan 621.315,936 kWh atau dalam persentase 35 % dan 23,5 %
- 3) Berdasarkan hasil analisis dan perhitungan yang diperoleh *losses* atau rugi energi listrik paling kecil

berada pada penyulang MR1 Gardu Induk Marisa yaitu 547.549,1 kWh atau dalam persentase 0,3 %

B. Saran

- 1) Susut/rugi atau *losses* pada penyulang IS2 dan IS3 Gardu Induk Isimu terlalu besar maka diperlukan penyeimbangan beban
- 2) Melakukan rekonfigurasi pada jaringan Penyulang IS2 dan IS3 GI Isimu
- 3) Diharapkan PT PLN (Persero) Area Gorontalo dapat meningkatkan kualitas dan kuantitas pelayanan terhadap pelanggan terutama mengenai sosialisasi penggunaan listrik yang baik dan benar agar bisa mengurangi nilai *losses*
- 4) Penggantian kWh meter rusak/macet, tidak hanya pelanggan tertentu saja tetapi untuk semua pelanggan
- 5) Perlunya meningkatkan kesadaran untuk membantu PT PLN dalam menyelesaikan masalah *losses* baik secara teknis maupun non teknis



Penulis bernama **Awaludin Muhammad**, anak pertama dari keluarga Muhammad-Babay. Lahir dari pasangan suami - istri, Muthalib Muhammad (Ayah) dan Djalih Babay (Ibu), di Gorontalo pada tanggal 10 Agustus 1995. Penulis telah menempuh Pendidikan secara berturut-turut di TK Kamagi, Boroko (2000-2001), SDN 2 Bigo, Boroko (2001-2007), SMPN 1 Kaidipang, Boroko (2007-2010), SMKN 3 Gorontalo (2010-2013).

Pada tahun 2013 penulis memulai Pendidikan di Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi Manado di Jurusan Teknik Elektro, dengan mengambil konsentrasi Minat Teknik Tenaga Listrik pada tahun 2015. Dalam menempuh Pendidikan penulis juga sudah melaksanakan Kerja Praktek (KP) di PT. Maxi Utama Energi yang bertempat di Jakarta Utara, pada Bulan Januari 2017 – Maret 2017. Penulis selesai melaksanakan Pendidikan di Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi Manado, Jurusan Teknik Elektro pada tanggal 2018.

Begitu pula selama menempuh pendidikan di Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi Manado, penulis juga aktif dalam organisasi mahasiswa. Himpunan Mahasiswa Elektro (HME) Fakultas Teknik dan Badan Tadzkir Fakultas Teknik.

V. KUTIPAN

- [1] A. Donald. *Analisa Perhitungan Susut Daya Dan Energi Dengan Pendekatan Kurva Beban Pada Jaringan Distribusi PT. PLN (PERSERO) Area Pekanbaru*. Riau. Jom FTEKNIK Volume 3 No.2. (2016).
- [2] B. Hamzah. *Teknik Tenaga Listrik Dasar*. Yogyakarta: Penerbit Graha Ilmu. (2011)
- [3] S. Djoko; Setianto. Rahamdi. *Teori Dasar Rangkaian Listrik*. Yogyakarta: Penerbit LaksBang Mediatama. (2011).
- [4] S. Hadi. *Power System Analysis*. USA Publisher : Kevin Kane. (1999).
- [5] S. Adri. *Studi Perhitungan Dan Analisa Rugi-Rugi Jaringan Distribusi (Studi Kasus: Daerah Kampung Dobi Padang)*. Riau. LPPM-Politeknik Bengkalis. (2010).
- [6] S. Leonardus. *Perhitungan Pendekatan Rugi-Rugi Daya dan Tegangan Jaringan Distribusi Tegangan Rendah*. (2017).
- [7] W. T. Suhadi. *Teknik Distribusi Tenaga Listrik. Jilid 1*. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan; Direktorat Jendral Management Pendidikan Dasar dan Menengah; Departemen Pendidikan Nasional. (2008).