

KUALITAS PENYALURAN DAYA SISTEM DISTRIBUSI DARI GARDU INDUK SIMPANG BELIMBING KE PENYULANG MOTOR

Subianto^{1*}, Daeny Septi Yansuri², Muhammad Rizky Putra³
^{1*}subiantodaeny07@gmail.com

*Dosen Tetap Prodi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Palembang^{1,2}
Mahasiswa Prodi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Palembang³*

ABSTRAK

Drop tegangan merupakan selisih tegangan pada sisi kirim dengan tegangan pada sisi terima. Masyarakat yang berada dilokasi yang cukup jauh dari gardu distribusi cenderung menerima tegangan yang nilainya lebih kecil dibandingkan dengan masyarakat yang berada dilokasi yang dekat dengan gardu distribusi. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui apakah kualitas penyaluran daya dari GI Simpang Belimbing yang melalui Penyulang Motor ke beban masih memadai atau tidak. Dengan terlebih dahulu mengetahui besar rugi-rugi tegangan dan rugi-rugi daya pada saluran penyulang motor, besar persentase jatuh tegangan dan persentase daya pada penyulang motor, dan kualitas penyaluran daya pada penyulang motor. Untuk mendapatkan hasil yang sesuai dengan yang diharapkan maka metode penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut : wawancara, observasi, dan dokumen. Hasil penelitian ini adalah Arus beban pada saluran penyulang motor sebesar 359,375 Ampere. Rugi-rugi tegangan pada tiap saluran penyulang motor adalah dari GI Simpang Belimbing ke GH Tebat Agung 0,014087 kV, dari GH Tebat Agung ke GH Kasih Dewa sebesar 0,006278 kV, dan dari GH Kasih Dewa ke PLTMG sebesar 0.029553 kV. Sedangkan untuk Rugi-rugi daya adalah dari GI Simpang Belimbing ke GH Tebat Agung 4939,042 watt, dari GH Tebat Agung ke GH Kasih Dewa sebesar 2201,095 watt, dan dari GH Kasih Dewa ke PLTMG sebesar 10361,250 watt. Untuk persentase rugi-rugi jatuh tegangan adalah dari GI Simpang Belimbing ke GH Tebat Agung 99,93 %, dari GH Tebat Agung ke GH Kasih Dewa sebesar 99,97 %, dan dari GH Kasih Dewa ke PLTMG sebesar 99,85 %. Persentase rugi-rugi daya pada penyulang motor adalah 63,5 %. Kemampuan penyaluran daya pada Penyulang Motor masih baik atau masih memadai yaitu sebesar 63,5 %, yaitu sebesar 38,123 MVA.

Kata Kunci : Rugi-rugi Tegangan, Rugi-rugi Daya, Persentase Rugi Daya, Penyulang.

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Dalam proses penyaluran tenaga listrik sering kali terjadi drop tegangan. Drop tegangan merupakan selisih tegangan pada sisi kirim dengan tegangan pada sisi terima. Masyarakat yang berada dilokasi yang cukup jauh dari gardu distribusi cenderung menerima tegangan yang nilainya lebih kecil dibandingkan dengan masyarakat yang berada dilokasi yang dekat dengan gardu distribusi.^[4]

Penelitian ini dilakukan untuk menganalisa kualitas penyaluran daya sistem distribusi dari Gardu Induk Simpang Belimbing ke Penyulang Motor. Dengan mempelajari dan menghitung drop tegangan pada trafo daya serta daya pada penghantar saluran. Setelah diperoleh nilai-nilai yang dicari

maka akan didapat apakah besarnya kualitas penyaluran daya yang didapat bisa mengatasi kebutuhan daya listrik pada konsumen, khususnya yang berada di Penyulang Motor.

1.2. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui apakah kualitas penyaluran daya dari GI Simpang Belimbing yang melalui Penyulang Motor ke beban masih memadai atau tidak. Dengan terlebih dahulu mengetahui :

1. Besar rugi-rugi tegangan dan rugi-rugi daya pada saluran penyulang motor.
2. Besar persentase jatuh tegangan dan persentase daya pada penyulang motor.
3. Kualitas penyaluran daya pada penyulang motor.

1.3. Ruang Lingkup Penelitian

Penelitian dilakukan di lokasi Gardu Induk Simpang Belimbing yang berada tepatnya di Desa Darmo Kasih Kecamatan Belimbing Kabupaten Muara Enim. Penelitian dititik beratkan terutama pada Penyulang Motor.

2. METODE PENELITIAN

A. Perhitungan Kapasitas Kebutuhan Daya

Kapasitas kebutuhan daya dihitung dengan tujuan untuk melihat apakah daya yang disuplai sumber masih mampu melayani beban yang terpasang atau tidak. Kapasitas kebutuhan daya yang harus disuplai oleh sumber merupakan penjumlahan antara penyerapan daya total oleh beban dan rugi-rugi daya total di jaringan.^{[1],[2]}

Untuk menghitung besar daya semu yang diserap oleh beban, digunakan persamaan berikut :

$$P = V I \cos \theta$$

$$P = S \cos \theta$$

$$Q = S \sin \theta$$

Maka :

$$S = \frac{P}{\cos \theta}$$

Besarnya arus pada jaringan satu fasa adalah :

$$S = V I$$

Dimana :

$$I = \frac{S}{V}$$

Besarnya arus pada jaringan tiga fasa adalah :

$$S = V I \sqrt{3}$$

Dimana :

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} V}$$

Keterangan :

S = Daya semu yang diserap oleh beban (VA)

P = Daya aktif yang diserap oleh beban (W)

Q = Daya reaktif yang diserap oleh beban (VAR)

Untuk menghitung besarnya arus primer yang mengalir pada setiap saluran, digunakan persamaan berikut :^{[1],[2]}

$$\frac{V_{\text{prim}}}{V_{\text{sek}}} = \frac{I_{\text{sek}}}{I_{\text{prim}}}$$

Keterangan :

- V_{prim} = Tegangan Primer (V)
- V_{sek} = Tegangan Sekunder (V)
- I_{prim} = Arus Primer (A)
- I_{sek} = Arus Sekunder (A)

B. Jatuh Tegangan

Suatu jaringan distribusi primer dikatakan tegangan jelek apabila pada jaringan tersebut variasi tegangannya turun atau naik lebih tinggi dari suatu harga yang diizinkan, sehingga mempengaruhi peralatan-peralatan listrik konsumen.

Besarnya Jatuh tegangan pada jaringan distribusi primer didefinisikan sebagai selisih antara tegangan pangkal pengiriman (V_s) dengan tegangan ujung penerimaan (V_r), jatuh tegangan disebabkan oleh hambatan dan arus, pada saluran bolak-balik besarnya tergantung dari impedansi dan admitansi saluran serta pada beban dan faktor daya. Di dalam menghitung besarnya jatuh tegangan maka harus mengerti faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya jatuh tegangan dan bagaimana menghitung drop yang terjadi. Penyebab timbulnya jatuh tegangan adalah : ^{[1],[2],[3]}

- Umur penghantar
- Arus beban puncak (Ampere)
- Tahanan saluran (Ω/km)
- Panjang saluran (km)
- Beban dan faktor daya

Sesuai dengan definisi, jatuh tegangan adalah :

$$\Delta V = V_s - V_r$$

Dimana :

- V_s = Tegangan ujung pengiriman (Volt)
- V_r = Tegangan ujung penerimaan (Volt)

C. Rugi-Rugi Daya

Besarnya rugi-rugi daya pada jaringan satu fasa adalah :^[5]

$$P_{\text{loss}} = I^2 R L$$

Dimana : $I = \frac{P}{V \cos \theta}$

Besarnya rugi-rugi daya pada jaringan tiga fasa adalah :

$$P_{\text{Loss}} = \sqrt{3} I^2 R L$$

$$P_{\text{Loss}} = \frac{P^2 R L}{V^2 (\cos \theta)^2}$$

Dimana : $I = \frac{P}{\sqrt{3} V \cos \theta}$

Keterangan :

- V = Tegangan kerja sistem (V)
- I = Arus yang disalurkan (A)
- P_{Loss} = Rugi-rugi daya (W)
- P = Daya yang disalurkan (W)
- R = Tahanan saluran (ohm/km)

L = Panjang saluran (km)
Cos θ = Faktor daya

D. Susut Daya Saluran

Susut Daya pada jaringan distribusi adalah :

$$\Delta P = P_s - P_{loss}$$

Keterangan :

P_s = Kapasitas daya pada trafo daya

P_{loss} = Rugi-rugi daya

Dengan persentase susut daya pada saluran :

$$\% \Delta P = \frac{\Delta P}{P_s} \times 100 \%$$

Keterangan :

ΔP = Susut daya pada saluran

P_s = Kapasitas daya pada trafo daya

3. PERHITUNGAN DAN ANALISA

• Perhitungan Data Kapasitas Beban yang Terpakai.

Contoh perhitungan : Untuk Trafo Distribusi LJ 54

Diketahui :

$$P = 115 \text{ kW}$$

$$\text{Cos } \theta = 0,8$$

Dengan menggunakan persamaan :

$$P = V \cdot I \cdot \text{cos } \theta$$

$$P = S \cdot \text{cos } \theta$$

$$S = \frac{P}{\text{cos } \theta} = \frac{115 \text{ kW}}{0,8} = 143,75 \text{ kVA}$$

Dari perhitungan diatas, maka hasil dari data beban untuk masing-masing trafo distribusi dapat dilihat pada table berikut :

Tabel : Data Kapasitas Beban yang Terpakai.

Trafo	Kapasitas Trafo (kVA)	Beban Terpakai (kW)	Cos θ	Kapasitas Beban (kVA)
LJ 54	200	115	0.8	143.75
LJ 371	50	30	0.8	37.5
LJ 372	50	25	0.8	31.25
LJ 373	100	60	0.8	75
LJ 512	50	25	0.8	31.25
LJ 151	25	15	0.8	18.75
LJ 444	100	65	0.8	81.25
LJ 152	160	105.6	0.8	132
LJX 83	100	85	0.8	106.25
LJ 179	100	62.5	0.8	78.125
LJ 442	100	72.3	0.8	90.375
LJ 368	50	27.5	0.8	34.375
LJ 369	100	66.3	0.8	82.875
LJX 53	50	43.5	0.8	54.375

LJ 370	50	29.5	0.8	36.875
LJ 555	100	77	0.8	96.25
LJ 563	50	32.5	0.8	40.625
LJX 55	25	22.5	0.8	28.125
LJ 580	50	33	0.8	41.25
LJ 459	100	73.4	0.8	91.75
LJX 56	25	21.75	0.8	27.1875
LJX 57	50	44	0.8	55
LJ 460	50	32.5	0.8	40.625
LJX 58	50	44.5	0.8	55.625
LJX 59	100	97.4	0.8	121.75
LJ 374	100	65	0.8	81.25
LJ 375	50	37.5	0.8	46.875
LJ 543	50	27.5	0.8	34.375
LJ 376	50	25	0.8	31.25
LJ 377	50	38	0.8	47.5
LJ 405	50	36.5	0.8	45.625
LJ 404	100	75	0.8	93.75
LJ 403	50	25	0.8	31.25
LJ 402	100	50	0.8	62.5
LJ 544	50	32.5	0.8	40.625
LJ 401	100	73.3	0.8	91.625
LJ 545	50	32.5	0.8	40.625
LJ 400	50	27.5	0.8	34.375
LJ 573	50	32.5	0.8	40.625
LJX 73	25	24.25	0.8	30.3125
LJ 399	100	77	0.8	96.25
LJ 557	50	27	0.8	33.75
LJ 398	160	89.6	0.8	112
LJ 397	100	77.4	0.8	96.75
LJX 50	25	24.25	0.8	30.3125
LJ 540	25	16.25	0.8	20.3125
LJ 572	50	37.5	0.8	46.875
LJX 49	25	21.95	0.8	27.4375
LJ 361	50	27.5	0.8	34.375
LJ 365	160	120	0.8	150
LJ 362	50	33	0.8	41.25
LJX 48	25	22.25	0.8	27.8125
LJ 363	250	192.5	0.8	240.625
LJ 364	100	65	0.8	81.25
LJ 542	100	7220	0.8	9025
TOTAL KAPASITAS BEBAN				12448.75

• **Mencari Arus Beban (I_{beban}) :**

Untuk mendapatkan arus beban (I_{beban}) pada, maka digunakan persamaan :

$$I_{beban} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot V_{primer}}$$

Dengan diketahui :

$$S = 12448,75 \text{ kVA} = 12448750 \text{ VA}$$

$$V_{primer} = 20 \text{ kV} = 20000 \text{ Volt}$$

Maka,

$$I_{beban} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot V_{primer}} = \frac{12448750}{\sqrt{3} \times (20000)} = \frac{12448750}{34,640} = 359,375 \text{ Amp.}$$

▪ **Mencari Rugi-rugi Tegangan (V_r) :**

Setelah diketahui besarnya arus beban serta nilai impedansi (Z) yang dapat dilihat melalui table berikut :

Tabel : Nilai Resistansi (R), Reaktansi (X), dan Impedansi (Z) Penghantar.

Penyaluran	Panjang Saluran (KMS)	R (Ohm/Km)	X (Ohm/Km)	Z (Ohm/Km)
Gardu Induk – GH Tebat Agung	9,2	$24 \cdot 10^{-4}$	$9 \cdot 10^{-4}$	$26 \cdot 10^{-4}$
GH Tebat Agung – GH Kasih Dewa	4,1	$24 \cdot 10^{-4}$	$9 \cdot 10^{-4}$	$26 \cdot 10^{-4}$
GH Kasih Dewa – PLTMG	19,3	$24 \cdot 10^{-4}$	$9 \cdot 10^{-4}$	$26 \cdot 10^{-4}$

Maka jatuh tegangan untuk system tiga fasa dapat diketahui dengan persamaan berikut :

$$V_r = \sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot x (R \cdot \cos \theta + X \cdot \sin \theta)$$

Dengan diketahui nilai-nilai berikut :

~ Untuk penyaluran GI – GH Tebat Agung.

$$I_{\text{beban}} = 359,375 \text{ Ampere}$$

$$L = 9,2 \text{ kms}$$

$$R = 24 \times 10^{-4} \text{ } \Omega/\text{km}$$

$$X = 9 \times 10^{-4} \text{ } \Omega/\text{km}$$

$$\theta = 36,87^\circ$$

Maka, jatuh tegangan saluran GI - GH Tebat Agung adalah :

$$V_r = \sqrt{3} \cdot I_{\text{beban}} \cdot L \cdot x (R \cdot \cos \theta + X \cdot \sin \theta)$$

$$V_r = \sqrt{3} \cdot (359,375) \cdot (9,2) \cdot [(24 \cdot 10^{-4}) \cdot (\cos 36,87) + (9 \cdot 10^{-4}) \cdot (\sin 36,87)]$$

$$V_r = \sqrt{3} \cdot (3306,25) \cdot [(24 \cdot 10^{-4}) \cdot (0,8) + (9 \cdot 10^{-4}) \cdot (0,6)]$$

$$V_r = (5726,6) \times (0,00192 + 0,00054) = 5726,6 \times 0,00246 = 14,087 \text{ Volt}$$

$$V_r = 14,087 \text{ Volt} = 0,014087 \text{ kV}$$

Sehingga diperoleh rugi-rugi tegangan (V_r) untuk saluran GI – GH Tebat Agung adalah : $V_r = 14,087 \text{ Volt} = 0,014087 \text{ kV}$

Dari perhitungan yang dilakukan maka rugi-rugi tegangan untuk tiap penyaluran dapat dilihat pada table berikut :

Tabel : Rugi-rugi tegangan untuk tiap penyaluran.

SALURAN	PANJANG SALURAN (KMS)	RUGI-RUGI TEGANGAN (kV)
Gardu Induk – GH Tebat Agung	9,2	0,014087
GH Tebat Agung – GH Kasih Dewa	4,1	0,006278
GH Kasih Dewa – PLTMG	19,3	0,029553

▪ **Mencari Persentase Jatuh Tegangan ($\% \Delta V$) :**

Dari hasil perhitungan jatuh tegangan dapat diperoleh juga persentase jatuh tegangan nya dengan menggunakan persamaan :

$$\% \Delta V = \frac{(V_s - V_r)}{V_s} \times 100 \%$$

Dengan harga tegangan yang digunakan adalah tegangan saluran yaitu 20 kV, maka nilai persentase tegangan tiap saluran dapat dihitung.

Untuk saluran GI – GH Tebat Agung :

$$\% \Delta V = \frac{(V_s - V_r)}{V_s} \times 100 \%$$

Diketahui :

$$V_r = 0,014087 \text{ kV}$$

$$V_s = 20 \text{ kV}$$

Maka,

$$\% \Delta V = \frac{(20 - 0,014087)}{20} \times 100 \% = \frac{19,99}{20} \times 100 \% = 99,93 \%$$

Sehingga diperoleh persentase jatuh tegangan untuk masing-masing saluran, dapat dilihat pada table.

Tabel : Persentase jatuh tegangan (% ΔV) untuk masing-masing saluran.

SALURAN	RUGI-RUGI TEGANGAN (kV)	PERSENTASE JATUH TEGANGAN (%)
Gardu Induk – GH Tebat Agung	0,014087	99,93
GH Tebat Agung – GH Kasih Dewa	0,006278	99,97
GH Kasih Dewa – PLTMG	0,029553	99,85

▪ **Mencari Rugi-rugi Daya (P_{Loss}) :**

Mencari rugi-rugi daya pada saluran dapat lakukan dengan mengetahui parameter seperti arus beban, reaktansi saluran dan panjang saluran. Parameter tersebut dapat dilihat pada tabel-tabel sebelumnya. Sedangkan harga dari rugi-rugi daya saluran dapat dihitung melalui persamaan berikut.

$$P_{loss} = \sqrt{3} \cdot I^2 \cdot R \cdot L$$

Diketahui :

~ Untuk penyaluran GI – GH Tebat Agung.

$$I_{beban} = 359,375 \text{ Ampere}$$

$$L = 9,2 \text{ kms}$$

$$R = 24 \times 10^{-4} \text{ } \Omega/\text{km}$$

Maka harga rugi-rugi daya pada saluran GI – GH Tebat Agung adalah :

$$P_{loss} = \sqrt{3} \cdot I_{beban}^2 \cdot R \cdot L = \sqrt{3} \cdot (359,375)^2 \cdot (24 \cdot 10^{-4}) \cdot (9,2)$$

$$P_{loss} = 4939,042 \text{ watt}$$

Untuk rugi-rugi daya pada masing-masing saluran dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel : Rugi-rugi daya pada masing-masing saluran.

SALURAN	PANJANG SALURAN (KMS)	RUGI-RUGI DAYA (WATT)
---------	-----------------------	-----------------------

Gardu Induk – GH Tebat Agung	9,2	4939,042
GH Tebat Agung – GH Kasih Dewa	4,1	2201,095
GH Kasih Dewa – PLTMG	19,3	10361,250
TOTAL		17501,387

▪ **Mencari Susut Daya (ΔP) pada Saluran :**

Dengan menggunakan persamaan :

$$\Delta P = P_s - P_{loss}$$

Dengan diketahui harga kapasitas daya pada trafo daya (P_s) yaitu sebesar 60 MVA, dan rugi-rugi daya (P_{loss}) yang telah ditotalkan sehingga diketahui :

$$P_s = 60 \text{ MVA}$$

$$P_{loss} = 17501,387 \text{ watt} = 21876,734 \text{ kVA} = 21,877 \text{ MVA}$$

Maka susut daya (ΔP) dapat diketahui, yaitu :

$$\Delta P = P_s - P_{loss} = 60 - 21,877 = 38,123 \text{ MVA}$$

Dan presentasi susut daya pada saluran adalah sebesar :

$$\% \Delta P = \frac{\Delta P}{P_s} \times 100 \% = \frac{38,123}{60} \times 100 \% = 63,5 \%$$

Dari hasil perhitungan diatas besarnya rugi-rugi tegangan, persentase jatuh tegangan, rugi-rugi daya pada masing-masing saluran pada Penyulang Motor, maka dapat dibuat suatu tabel untuk mempermudah dalam memperhatikan berapa besarnya rugi-rugi tegangan, persentase jatuh tegangan, rugi-rugi daya.

Tabel : Hasil perhitungan rugi-rugi tegangan, persentase jatuh tegangan, rugi-rugi daya pada masing-masing saluran di Penyulang Motor.

SALURAN	RUGI-RUGI TEGANGAN (kV)	PERSENTASE JATUH TEGANGAN (%)	RUGI-RUGI DAYA (WATT)
Gardu Induk – GH Tebat Agung	0,014087	99,93	4939,042
GH Tebat Agung – GH Kasih Dewa	0,006278	99,97	2201,095
GH Kasih Dewa – PLTMG	0,029553	99,85	10361,250

• **Analisa Kualitas Penyaluran Daya**

Dari hasil perhitungan yang telah dilakukan dapat di analisa bahwa kemampuan penyaluran daya pada Penyulang Motor masih baik atau masih memadai yaitu sebesar 63,5 %.

4. PENUTUP

Dari perhitungan yang dilakukan pada penelitian ini, maka dapat diambil kesimpulan bahwa : arus beban pada saluran penyulang motor sebesar 359,375 Ampere. Rugi-rugi tegangan pada tiap saluran penyulang motor adalah dari GI Simpang Belimbing ke GH Tebat Agung 0,014087 kV, dari GH Tebat Agung ke GH Kasih Dewa sebesar 0,006278 kV, dan dari GH Kasih Dewa ke PLTMG sebesar 0.029553 kV. Sedangkan untuk Rugi-rugi daya adalah dari GI Simpang Belimbing ke GH Tebat Agung 4939,042 watt, dari GH Tebat Agung ke GH Kasih Dewa sebesar 2201,095 watt, dan dari GH Kasih Dewa ke PLTMG sebesar 10361,250 watt. Sedangkan untuk persentase rugi-rugi jatuh tegangan adalah dari GI Simpang Belimbing ke GH Tebat Agung 99,93 %, dari GH Tebat Agung ke GH Kasih Dewa sebesar 99,97 %, dan dari GH Kasih Dewa ke PLTMG sebesar 99,85 %. Persentase rugi-rugi daya pada

penyulang motor adalah 63,5 %. Kemampuan penyaluran daya pada Penyulang Motor masih baik atau masih memadai yaitu sebesar 63,5 %, yaitu sebesar 38,123 MVA.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Abdul Kadir., “Transmisi Tenaga Listrik”., Penerbit Universitas Indonesia, Jakarta 1998
- [2]. Mulyono Nono., “Diktat Sistem Distribusi Tenaga Listrik”., ITS, Surabaya. 1990
- [3]. Pabla, AS., “Sistem Distribusi Daya Listrik”., Penerbit Erlangga, Jakarta. 1991 William [5]. D. Stevensen Jr., “Analisa Sistem Tenaga Listrik”., Penerbit Erlangga, Jakarta. 1983
- [4]. Zufriadi, ST, “Evaluasi Sistem Distribusi Tenaga Listrik di PT.Pupuk Sriwidjaya Pabrik I.B Palembang”, Skripsi Teknik Elektro, Universitas Palembang, 2010.
- [5]. Zuhul., “Dasar Tenaga Listrik”., Penerbit ITB, Bandung. 1986