

ANALISIS KEANDALAN DAN SUSUT DAYA PADA PENYULANG VI DI KOTA DILI TIMOR LESTE

Miguel Nazario¹, Rukmi Sari Hartati², I.W.Sukerayasa³
Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana
Jalan Jenderal Sudirman, Denpasar, Bali
Email: nazariogu@yahoo.com¹, ruktmisari@yahoo.com², sukerayasa@yahoo.com³.

Abstrak

Kebutuhan energi listrik akan terus berkembang seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk serta sarana pendukungnya. Dengan demikian sistem kelistrikan yang sesuai dengan standar sangat diperlukan mengingat gangguan yang sering terjadi maka perlu adanya suatu analisis sistem keandalan dan losses daya pada penyulang VI. Penyulang ini melayani kota Dili yang meliputi Kawasan Caicoli, Audian, BidauMasau, Cristo Rei, LahaneOccidental dan LahaneOriental. PenyulangVI ini merupakan sistem radial, terdiri dari 39 unit trafo distribusi dengan panjang saluran 17,490 km dan kapasitas bebannya 6440KVA. Untuk mengetahui kondisi sistem distribusi di kota Dili maka dengan bantuan program software EDSA (Electrical System Power Design Software) drop tegangan yang terdapat pada sistem distribusi penyulang VI dapat dianalisis. Drop tegangan terbesar adalah 4.24% yang terjadi pada trafo 26, dengan susut keseluruhan yang terjadi pada penyulang VI adalah sebesar 121,600 KW dan 120,926 KVAR. Serta dari hasil perhitungan yang dilakukan pada penyulang VI maka didapatkan Indeks Keandalan untuk SAIFI (System Average Interruption Frequency Index) adalah; 1,69 pemadaman/pelanggan/tahun dan untuk SAIDI (System Average Interruption Duration Index) adalah : 5,257 jam/pelanggan/tahun.

Keywords—Susut Daya, EDSA, SAIDI, SAIFI

1. PENDAHULUAN

Listrik merupakan kebutuhan vital dan menyentuh hampir setiap aspek kehidupan manusia. Kebutuhan energi listrik akan terus berkembang seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk serta sarana pendukungnya. Maka pembangunan kebutuhan akan tenaga listrik semakin besar, sehingga adanya perluasan jaringan akan semakin panjang dimana hal ini akan menyebabkan rugi-rugi dan penurunan tegangan pada ujung jaringan semakin besar. Penyulang-penyulang (berupa penghantar) Tegangan menengah digunakan untuk menyalurkan tenaga listrik dari gardu Induk ke konsumen. Faktor penghantar mempunyai sifat resistif ditambah jarak yang jauh

maka apabila dialiri arus akan menimbulkan susut tegangan dan rugi daya.

Untuk mencukupi keperluan energi listrik maka, pemerintah telah membangun pembangkit baru berupa PLTD (Pembangkit Listrik Tenaga Diesel) dengan kapasitas 120 MW.

Pendistribusian tenaga listrik di kota Dili saat ini disuplai dari gardu induk (GI) kamea dengan kapasitas terpasang 63 MVA dan pendistribusiannya melalui delapan penyulang ke konsumen [1].

Hal yang masih menjadi kendala sampai saat ini adalah sering terjadi gangguan pada jaringan distribusi yang menyebabkan pemadaman. Sesuai dengan data dari Distribusi EDTL (*Electricidade de Timor-Leste*) pada tahun 2012 tercatat telah terjadi pemadaman sebanyak 50 kali. Karena

kualitas serta keandalan yang rendah maka diperlukan analisis untuk mengetahui bagaimana tingkat keandalan serta losses daya sudah sesuai dengan standar PLN (SPLN 72:1987) yaitu $\pm 5\%$ untuk sistem radial serta nilai keandalan sudah sesuai dengan WCS (*World Class Service*), yaitu SAIFI = 3 kali/pelanggan/tahun dan SAIDI = 100 menit/pelanggan/tahun[2].

4. Mudah mencari letak gangguan
5. Tingkat keandalan rendah
6. Pengoperasian mudah

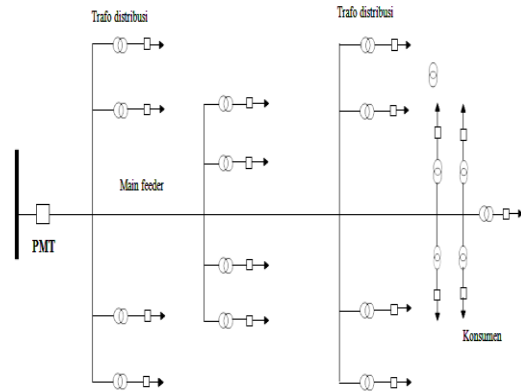
2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Struktur Jaringan Distribusi Dengan Sistem Radial

Seperti terlihat pada Gambar 1 jaringan tipe radial merupakan bentuk sistem jaringan distribusi yang paling sederhana dan paling umum dipakai untuk menyalurkan dan mendistribusikan tenaga listrik. Sistem ini disebut radial karena jaringan ini ditarik secara radial dari gardu induk ke pusat-pusat beban/konsumen yang dilayaninya.

Karakteristik dari pemakaian tipe jaringan radial [2] ini adalah:

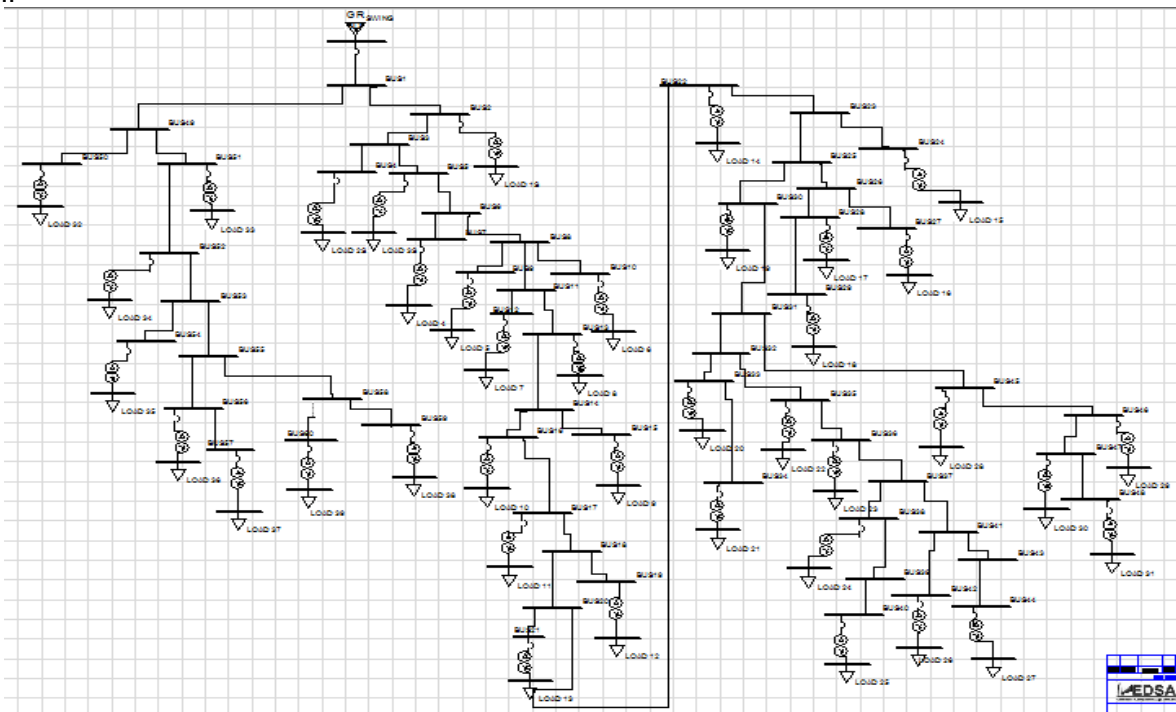
1. Sistem jaringan sederhana
2. Biaya investasi relatif murah
3. Perawatan dan pemeliharaan mudah



Gambar 1. Sistem Distribusi Tipe Radial

2.2 Single Line Diagram Penyalang VI di Kota Dili, Timor Leste.

Penyalang VI yang disederhanakan untuk keperluan analisis dalam EDSA seperti dalam Gambar 2.



Gambar 2. Single Line Diagram..

2.3 Perhitungan Rugi Tegangan

Rugi tegangan dipengaruhi oleh saluran penghantar dan impedansi saluran penghantar. Impedansi saluran merupakan hambatan yang terjadi pada saluran tersebut dan bersifat kapasitif. Semakin besar luas penampang maka hambatan saluran makin kecil. Besarnya rugi tegangan yang diizinkan adalah tidak melebihi 5% dari tegangan nominalnya. Rumus yang digunakan untuk menentukan rugi tegangan [3] adalah;

$$\begin{aligned} V_{\text{loses}} &= I \cdot Z & (1) \\ V &= \text{Rugi tegangan (V)} \\ I &= \text{Arus Saluran (A)} \\ Z &= \text{Impedansi Saluran}(\Omega) \end{aligned}$$

Dan untuk menentukan impedansi saluran maka akan digunakan rumus dibawah ini:

$$\begin{aligned} Z &= R + jx & (2) \\ R &= \text{Resistansi}(\Omega) \\ X &= \text{Reaktansi}(\Omega) \end{aligned}$$

2.4. Susut Daya

Susut daya pada jaringan merupakan hilangnya daya tahanan pada penghantar. Susut daya dapat disebabkan karena rugi pada tahanan itu sendiri dan rugi karena kebocoran (leakage losses)

$$\begin{aligned} \Delta P &= I^2 \cdot RL & (3) \\ \Delta P &= \text{Loses Daya} \\ I &= \text{Arus Beban (A)} \\ RL &= \text{Resistansi}(\Omega) \end{aligned}$$

2.5. Keandalan (Reliability)

Keandalan (*Reliability*) adalah tolak ukur apakah suatu sistem utilities mempunyai kinerja yang bagus atau tidak. Istilah keandalan dalam konteks utilities biasanya berdasarkan suatu waktu dimana konsumen tidak mendapatkan pelayanan daya listrik untuk suatu periode waktu tertentu. Pada Tabel 1 adalah standar R.C Dugan untuk keandalan:

Tabel 1. Standar Keandalan

Indeks	Target
SAIFI	1.0
SAIDI	1.0 -1.5 h
CAIDI	1.0 – 1.5 h
ASAI	0.99983 h

tenaga listrik dapat didefinisikan dengan beberapa pengertian sebagai berikut [4]:

1. Indeks frekuensi pemadaman rata-rata/Sistem Average Interruption Frequency Index (SAIFI)
2. Indeks lama pemadaman rata-rata/Sistem Average Interruption Duration Index (SAIDI)

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di EDTL (*Electricidade de Timor-Leste*) dalam kurung waktu tiga bulan (Juni-September). Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini meliputi: Diagram segaris dan kondisi sistem jaringan 20Kv penyulang VI serta data panjang dan jenis penghantar, jumlah pelanggan trafo, kapasitas trafo yang digunakan.

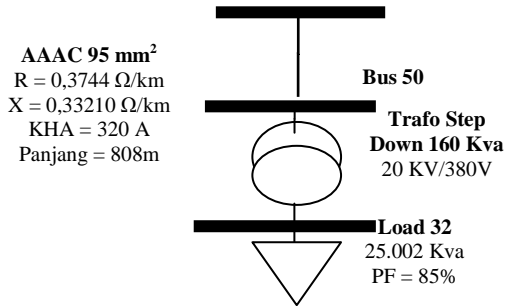
Adapun data yang dianalisis secara deskriptif dengan urutan sebagai berikut: identifikasi permasalahan mengenai kondisi tingkat kehandalan kemudian dianalisis tingkat kehandalan dengan menghitung besarnya indeks kehandalan SAIFI dan SAIDI serta menghitung susut daya pada penyulang VI dengan menggunakan analisis aliran daya.

4. PEMBAHASAN

4.1. Analisis Drop Tegangan

Dari data penyulang VI *drop* tegangan yang terjadi pada saluran distribusi dapat disimulasi menggunakan program EDSA *power flow* seperti terlihat pada Gambar 4. Dalam perhitungan ini digunakan sampel data pada bus 49 ke bus 50 dan load 32 seperti yang terlihat pada Gambar 4 yang merupakan potongan dari program simulasi EDSA *power flow*.

Pada Gambar 3 load 32 merupakan beban yang terhubung dengan trafo DT 57 yang terletak di kawasan paiollahane yang akan digunakan sebagai sampel perhitungan drop tegangan secara teori yang kemudian hasilnya akan dibandingkan dengan hasil simulasi dengan menggunakan program EDSA. Dari Gambar 4 terlihat bahwa drop tegangan yang terjadi pada bus 50 adalah sebesar 3,079 % dengan panjang saluran 355 m dan drop tegangan yang terjadi pada load



Gambar 3. Data Saluran Distribusi Dari Bus 49-Load 32

Drop Tegangan Pada Bus 50 akibat Saluran Distribusi dari Bus 49-Bus 50
Tegangan pada Bus 49= 19,385Kv
 $R = 0,37440 \Omega/km$
 $X = 0,33210 \Omega/km$
 $L = 808m = 0,808km$
 $P \text{ Saluran} = 25,002Kva$
 $Pf = 85\%$
 $\cos \theta = 0,75$
 $\sin \theta = 0,66$

Adapun langkah perhitungan untuk mengetahui tegangan pada Bus 50 adalah sebagai berikut:

$$I = \frac{P}{V_{bus\ 49}} = \frac{25,002\ Kva}{19,387\ Kv} = 1,3\ A$$

$$\begin{aligned} \text{Drop tegangan}(Kv) &= I \times (R \cos \theta + X \sin \theta) \times L \\ &= 1,3 \times ((0,3744 \times 0,75)55 \\ &\quad + (0,33210 \times 0,66)) \times 0,355 \end{aligned}$$

$$\text{Drop tegangan}(Kv) = 0,587\ Kv$$

Jadi tegangan pada Bus 50 adalah:
Tegagan Bus 50 = Tegangan Bus 49 – Tegangan Drop
 $= 19,387kv - 0,68kv$
 $= 18,800kv$

$$\begin{aligned} \text{Tegangan Drop} &= \\ &= (V_{Bus\ 49} - V_{Bus\ 50}) \times 100\% \end{aligned}$$

Berdasarkan Table 2. drop tegangan disebabkan oleh beban trafo yang besar dan juga dipengaruhi oleh rugi-rugi yang terjadi sepanjang saluran. Dari ke empat load tersebut load 26 memiliki drop tegangan terbesar, hal ini diakibatkan load 26 memiliki saluran terpanjang yang mengakibatkan lossesnya semakin besar.

Tabel 2. Drop tegangan paling besar terjadi pada Load

Load	% Drop	Bus
Load 26	4, 24	Bus 42
Load 25	4, 23	Bus 40
Load 27	4, 22	Bus 44
Load 31	4, 22	Bus 48

4.2. Hasil perhitungan susut daya keseluruhan pada feeder VI

Pada penyulang ini terdiri dari 39 trafo distribusi dimana dari hasil analisis secara garis besar jatuh tegangan (*drop voltage*) telah sesuai dengan atau memenuhi standar yang ditentukan oleh PLN (SPLN 72:1987) dimana drop tegangan untuk jaringan tipe radial tidak melebihi $\pm 5\%$, berikut ini merupakan kesimpulan dari total pembangkitan dan demand dari jaringan distribusi penyulang VI.

Summary of Total Generation and Demand=

	P(KW)	Q(KVAR)	S(KVA)	PF(%)
Swing Bus(e	3718.611	2350.082	4398.972	84.53
Generators :	0.000	0.000	0.000	0.00
Total Load :	3597.200	2229.344	4232.000	85.00
Total Loss :	121.600	120.926		
Mismatch :	-0.190	-0.189		

Pada penyulang ini daya yang dibangkitkan oleh Swing bus adalah; Daya aktif (P) sebesar 3718, 611Kw, daya reaktifnya (Q), sebesar 2350, 082 KVAR, dan daya semu(S)sebesar 4398,972 KVA dengan *power factor* 85,20%. Penyulang ini diketahui total kapasitas beban yang terpakai adalah sebesar (P) 3597, 200 Kw, daya reaktif sebesar (Q), 2145,586 KVAR. Dan Susut daya sebesar 3,38% . Dari data diatas terlihat bahwa secara keseluruhan sistem telah bekerja dengan baik dimana demand berhasil dipenuhi.

4.3 Analisis Keandalan (SAIFI dan SAIDI) pada Feeder VI

Dalam menghitung nilai SAIFI dan SAIDI untuk menemukan tingkat keandalan pada sistem distribusi Kota Dili dapat dihitung dengan persamaan 1 dan 2 sebagai berikut :

1. Perhitungan SAIDI

$$\begin{aligned} \text{SAIDI} &= \\ &= \frac{\text{sum of costumer interruption duration} \sum U_i N_i}{\text{total number of costumers} \quad L N_i} \end{aligned}$$

$$SAIDI = \frac{21586,8}{4106}$$

SAIDI = 5,25738 jam/tahun

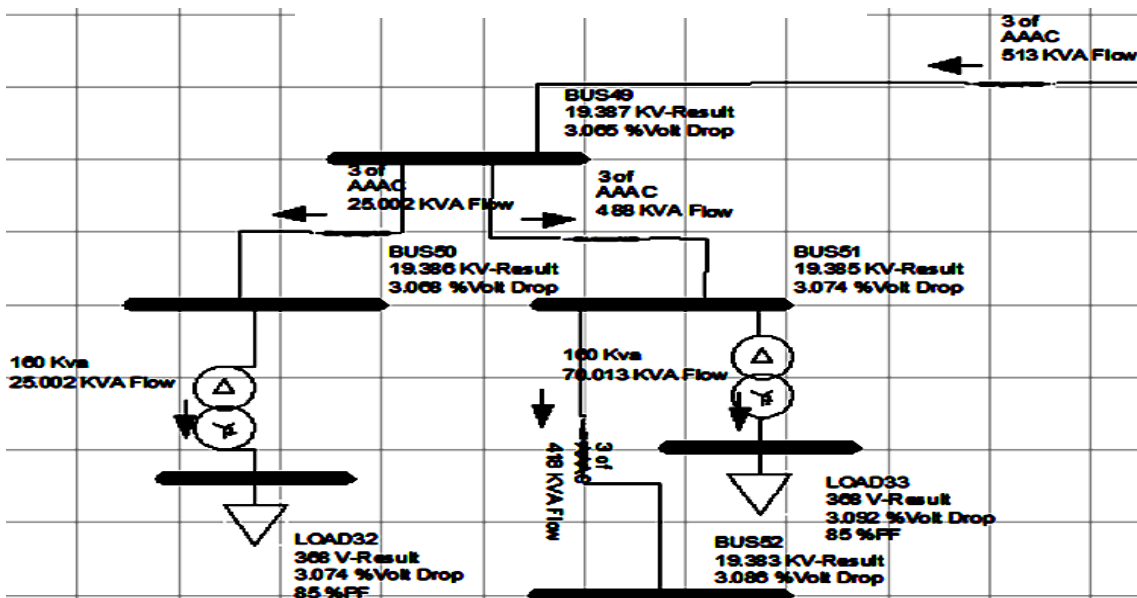
2. Perhitungan SAIFI

$$SAIFI = \frac{\text{Total number of customer interruptions} \sum \lambda_i N_i}{\text{total number of costumers served} \quad IN_i}$$

$$SAIFI = \frac{6959,472}{4106}$$

SAIFI = 1,694952 gangguan/tahun

Gambar 4. Potongan gambaran simulasi



5. SIMPULAN

Dari analisis yang dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Susut daya keseluruhan pada penyulang VI adalah sebesar 3,38% dengan 121, 600 Kw dan 120, 926 KVA .
2. Dan proses analisis tingkat kehandalan sistem adalah; untuk SAIFI sebesar 1.69 kegagalan/pelanggan/tahun. Sedangkan untuk SAIDI adalah sebesar 5,25738 jam/pelanggan/tahun.

Berdasarkan hasil diatas untuk sistem terpasang penyulang VI memiliki SAIFI sebesar 1,694952 gangguan/tahun, ini dapat diartikan dalam kurung waktu 10 tahun sistem memiliki peluang terjadinya 16 kali gangguan. Nilai SAIDI sebesar 5,25738 jam/tahun, nilai ini sama artinya dalam kurun waktu setahun terjadi gangguan pada sistem rata-rata sebesar 5,25738 jam atau 315,44 menit. Berdasarkan WCS (World Class Services) dan WCC (world Class Company) penyulang VI masih dalam kategori handal tetapi menurut Roger C. Dugan penyulang VI belum handal. Nilai index kehandalan ini melewati nilai standar Roger C Dugan, hal ini disebabkan karena penyulang VI tipe radial dengan suplai energi dari satu sumber saja dan letak titik beban dari sumber cukup jauh. Hal ini menyebabkan semakin banyak jumlah komponen, peluang terjadinya gangguan atau gagal komponen semakin besar.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Arismunandar, A., Kuwahara, S., 1997. Teknik Tenaga Listrik Jilid III GarduInduk, Jakarta: PT. PradnyaParamita.
- [2] Billinton. R, 1989. Introduction To Reliability Evaluation Basic Concepts. Canada: University of Saskatchewan.
- [3] Billinton. R. Allan.R.N. 1996. Reliability Evaluation of Power System. New York: Plenum Press.

- [4] Dugan, dkk, 1996. *Electrical Power System Quality*. New York: MC Graw-Hill.
- [5] GonenT.,1986,*ElectricalPower Distribution System Engineering*. Colombia: Missouri University.
- [6] Pabla, AS. 1994. *Sistem Distribusi Daya Listrik, Terjemahan: Hadi, A.* Jakarta. Erlangga.
- [7]SPLN 59, 1985. *Kehandalan Pada Sistem Distribusi 20 kV*.