

STUDI PENGARUH TIDAK BEROPERASINYA PLTSa SUWUNG TERHADAP PROFIL TEGANGAN PADA PENYULANG SERANGAN

Gede Endrawadi¹, I Wayan Sukerayasa², Wayan Gede Ariastina³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Udayana

Email : gede.endrawadi@gmail.com¹ , sukerayasa@unud.ac.id² , w.ariastina@unud.ac.id³

ABSTRAK

Pembangkit listrik dengan pemakaian sumber energi terbarukan sangat dibutuhkan guna mengurangi pencemaran polusi. Jenis pembangkit listrik seperti ini, salah satunya ada di Bali, yaitu Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSa) Suwung. Namun saat ini, PLTSa Suwung sudah tidak beroperasi. PLTSa Suwung terhubung dengan Penyulang Serangan yang merupakan tipe *Distributed Generation*. Tidak beroperasinya PLTSa Suwung akan memberikan perubahan kualitas tegangan listrik pada penyulang Serangan. Perubahan profil tegangan diteliti dengan menggunakan simulasi program EDSA Technical 2000 Service Pack 3.5. Penelitian akan memberikan 5 skenario dengan besar suplai daya yang berbeda di tiap skenarionya. Besar perbaikan jatuh tegangan antara skenario 1 (suplai daya PLTSa 100%) dengan skenario 5 (PLTSa tidak beroperasi) adalah 0,0079% untuk bus Tegangan Menengah dan 0,0062% untuk bus Tegangan Rendah. Hasil perbaikan yang sangat kecil menunjukkan bahwa terhubungnya PLTSa Suwung tidak memberikan pengaruh terhadap profil tegangan pada penyulang Serangan.

Kata kunci : EDSA, Penyulang Serangan, PLTSa Suwung, Profil Tegangan.

ABSTRACT

The power plant with renewable energy sources is needed to reduce the pollution. One of this kind is in Bali, that is PLTSa (Garbage Power Plant) Suwung. However, PLTSa Suwung is no longer operating for now. PLTSa Suwung is connected with Serangan feeder, this connection named Distributed Generation. When PLTSa Suwung doesn't operate, it will affect the Serangan feeder's voltage profile. The change of voltage profile will be analyzed with EDSA Technical 2000 Service Pack 3.5 software. The research will give five scenarios with different electrical power supply from each scenario. The gap of the voltage profile between scenario 1 (100% power supply from PLTSa) and scenario 5 (0% power supply from PLTSa) is 0,0079% for medium voltage bus and 0,0062% for low voltage bus. This small gap shows that the connected PLTSa Suwung doesn't give effect to voltage profile of Serangan feeder.

Keyword : EDSA, Voltage Drop, Serangan Feeder, Pltsa Suwung, Voltage Profile

1. PENDAHULUAN

Pemakaian bahan bakar fosil secara terus-menerus menimbulkan masalah hasil polusi yang tidak ramah lingkungan, ketersediaan sumber energi yang terbatas, dan sebagainya. Untuk mengatasi hal tersebut, diperlukan pembangkit listrik yang menggunakan sumber energi yang terbarukan. Pembangunan pembangkit listrik dengan sumber energi terbarukan di Indonesia baru dijalankan dalam skala kecil karena wilayah negara Indonesia yang berbentuk kepulauan dan berada di kawasan iklim tropis.

Salah satu pemecahan masalah ini adalah dengan cara *Distributed Generation* yang merupakan pembangkit listrik skala kecil yang dihubungkan langsung ke sistem distribusi listrik. DG adalah pembangkit listrik yang menggunakan energi-energi alternatif seperti pembangkit listrik tenaga surya, *microhydro*, dan sebagainya. Adapun karakteristik dari DG ini adalah [1]:

1. Pembangkit listrik berskala kecil di antara 1kW sampai 10MW
2. Terdistribusi dan dekat dengan pusat beban (*closed to load*)
3. Interkoneksi dengan sistem distribusi

4. Mengurangi pembangunan jaringan transmisi

Di Bali, terdapat PLTSa Suwung yang awalnya beroperasi dan terhubung dengan penyulang Serangan. Awalnya, PLTSa Suwung dioperasikan pada bulan Agustus 2008 dengan kapasitas sebesar 2MW dengan harapan pada tahun 2009-2010 dapat ditingkatkan hingga 9,6MW. Namun, saat ini PLTSa Suwung telah berhenti beroperasi. Untuk itu, penulis ingin membahas perubahan profil tegangan pada penyulang Serangan akibat PLTSa Suwung yang sudah tidak beroperasi lagi. Penulis menggunakan *software* EDSA *Technical 2000 Service Pack 3.5* dalam menganalisis permasalahan.

2. KAJIAN PUSTAKA

Memuat tentang teori penunjang sebagai pedoman dan literatur untuk mendukung penelitian ini.

2.1 *Distributed Generation*

Distributed Generation (DG) seringkali disebut juga dengan *on-site generation*, *dispersed generation*, atau *decentralized generation*. Pada dasarnya, DG menghasilkan energi listrik dari beberapa sumber energi yang berkapasitas kecil dan dihubungkan secara langsung pada jaringan distribusi. Dengan perubahan struktur energi listrik yang terus berkembang, saat ini DG telah dimanfaatkan sebagai pembangkitan siaga yang memberi keuntungan pada sistem tenaga listrik sebagai sumber energi pada beban puncak (*peaking unit*) dan sebagai antisipasi jika terjadi pemutusan dari suplai daya *grid* (*stand by unit*) [2]. Perkembangan DG di masa sekarang didukung oleh dua hal utama dalam sistem tenaga listrik, yaitu [3]:

1. Perubahan kebijakan energi listrik di seluruh dunia dari sistem monopoli menjadi sistem yang lebih kompetitif terkhusus pada sektor pembangkit yang memungkinkan keragaman dalam kepemilikan aset pembangkit sehingga akan adanya persaingan yang mendorong harga energi listrik menjadi lebih murah.
2. Kebijakan lingkungan yang berkelanjutan yang mengharuskan DG dapat membantu mengurangi gas emisi terutama emisi karbon. Pemanfaatan energi DG harus mendorong pengurangan emisi karbon karena umumnya teknologi DG memiliki emisi karbon yang rendah

bahkan ada yang emisi karbonnya nol seperti *photovoltaic* (sel surya).

2.2 Pembangkit Listrik Tenaga Sampah

Sampah adalah sisa kegiatan sehari-hari manusia dan/atau proses alam yang berbentuk padat. Saat ini, sampah dapat dimanfaatkan menjadi energi listrik yang dinamakan dengan PLTSa. Konsep dasar pengolahan sampah pada PLTSa meliputi [3]:

1. Pemilahan sampah
Sampah dipilah untuk memanfaatkan sampah yang masih dapat di daur ulang.
2. Pembakaran sampah
Pembakaran sampah menggunakan teknologi pembakaran yang memungkinkan berjalan efektif dan aman bagi lingkungan. Suhu pembakaran dipertahankan dalam derajat pembakaran yang tinggi (di atas 1300°C).
3. Pemanfaatan panas
Hasil pembakaran sampah akan menghasilkan panas yang dapat dimanfaatkan untuk memanaskan *boiler*. Hasil yang berupa uap panas digunakan untuk memutar turbin dan selanjutnya menggerakkan generator listrik.

Pada dasarnya, ada dua alternatif proses pengolahan sampah menjadi energi, yaitu [3]:

1. Proses Konversi Biologis
Proses biologis menghasilkan biogas yang kemudian dibakar untuk menghasilkan tenaga yang akan menggerakkan motor yang dihubungkan dengan generator listrik. Teknologi pengolahan sampah yang memanfaatkan proses biologis ini adalah:
 - a. *Anaerobic Digestion*
Anaerobic Digestion adalah proses dekomposisi biokimia dari materi organik dalam limbah biomassa basah tanpa adanya oksigen untuk menghasilkan biogas dan pupuk kaya nitrogen.
 - b. *Landfill Gas Recovery* (LFG)
LFG adalah proses dekomposisi biologis yang mirip dengan *anaerobic digestion*, namun dengan mengambil keuntungan dari kapasitas TPA untuk dekomposisi sampah organik.
2. Proses Konversi Thermal
Proses thermal menghasilkan panas yang dapat digunakan untuk menghasilkan uap, lalu digunakan untuk menggerakkan turbin uap yang dihubungkan dengan generator listrik.

Teknologi pengolahan sampah yang memanfaatkan proses thermal ini yaitu:

a. Insinerasi Konvensional

Insinerasi konvensional merupakan pembakaran limbah padat guna menghasilkan energi panas.

b. *Pyrolysis*

Pyrolysis adalah proses dekomposisi termokimia bahan organik oleh panas dalam ketiadaan oksigen. Hasil keluaran berupa gas mudah terbakar, minyak atau arang padat.

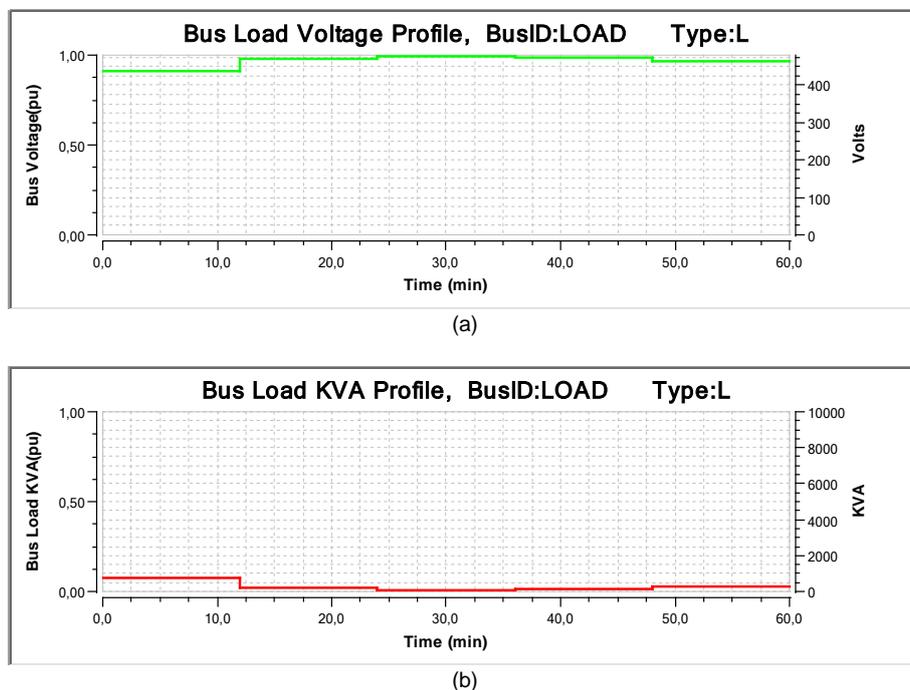
c. *Gasification*

Gasification adalah proses dekomposisi termokimia bahan organik oleh

panas yang memerlukan sedikit oksigen.

2.3 Profil Tegangan

Profil tegangan merupakan salah satu indikator yang menunjukkan besarnya tegangan yang tersalurkan setiap beberapa periode dengan jarak waktu yang ditentukan. Pada umumnya, profil tegangan disertai dengan profil beban pada periode yang sama pula. Hal ini dimaksudkan untuk mengetahui pengaruh perubahan beban terhadap kualitas tegangan yang terjadi dalam waktu yang sama.



Gambar 1. (a) Grafik profil tegangan dan (b) Grafik profil beban terhadap waktu (5 periode dengan jarak waktu 12 menit) dengan menggunakan *software EDSA Technical 2000 Service Pack 3.5*

Dimana, kualitas tegangan pada bus dapat diketahui berdasarkan standar batas variasi tegangan yang sudah ditetapkan, dimana sebesar -10% dari tegangan kerjanya untuk jaringan tegangan rendah [4].

3. METODE PENELITIAN

Memaparkan langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian.

3.1 Sumber Data

Data-data yang diperoleh bersumber dari data pengukuran yang dilakukan dari pihak PT. PLN (Persero) Area Bali Selatan dan literatur pendukung.

3.2 Jenis Data

Data yang digunakan dalam skripsi ini berupa data sekunder yang didapatkan dari pihak PT. PLN (Persero) Area Bali Selatan yang meliputi:

1. *One Line Diagram* Penyulang Serangan.
2. Data kapasitas transformator distribusi Penyulang Serangan.
3. Data beban puncak tiap gardu distribusi Penyulang Serangan.
4. Data beban harian Penyulang Serangan
5. Data jenis dan panjang saluran penghantar penyulang Serangan.
6. Kapasitas daya PLTSa Suwung

3.3 Teknik Pengumpulan Data

Data-data yang diperlukan untuk Tugas Akhir ini, dikumpulkan dengan beberapa metode, antara lain:

1. Metode Observasi
Mengumpulkan data dari PT. PLN (Persero) Area Bali Selatan untuk digunakan sebagai solusi permasalahan yang telah dirumuskan.
2. Penelaahan Kepustakaan
Mengumpulkan data dengan cara membaca literatur yang berhubungan dengan materi pembahasan.

3.4 Analisis Data

Langkah yang disusun dalam analisis data pada penelitian ini adalah:

1. Menyiapkan data yang akan digunakan dalam pembahasan.
2. Menggunakan *software* EDSA *Technical* 2000 *Service Pack* 3.5 untuk membuat model simulasi dari *single line diagram* penyulang Serangan.
3. Memasukkan data yang telah dikumpulkan pada model simulasi.
4. Membuat model simulasi menjadi 5 skenario dengan kondisi yang berbeda, yaitu suplai daya PLTSa 100%, 75%, 50%, 25%, dan 0% (PLTSa Suwung tidak beroperasi).
5. Menjalankan analisis profil tegangan pada setiap skenario simulasi.
6. Membandingkan hasil analisis profil tegangan dari kelima skenario simulasi yang telah dijalankan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Membahas tentang hasil simulasi, analisis data, dan pengaruh pengoperasian PLTSa Suwung terhadap profil tegangan pada Penyulang Serangan.

4.1 Penyulang Serangan

Penyulang Serangan memperoleh suplai tenaga listrik dari Gardu Induk (GI) Pesanggaran yaitu Bus 20kV dari Trafo 3 dan memiliki nilai beban puncak sebesar 3710,68kVA. Untuk lebih lengkapnya, dapat dilihat pada data-data di bawah ini:

Panjang Saluran : 19087m
 Jenis Penghantar: NA2XSEBY 240mm²,
 AAAC 150mm², dan
 MVTIC 150mm²
 Jumlah Trafo : 72 Unit
 Total Daya Trafo : 15270kVA
 Jumlah Pelanggan : 4406 pelanggan

Penyulang Serangan terhubung dengan 2 Penyulang lain, yaitu Penyulang Sidakarya dan Penyulang Buruan. Interkoneksi antar penyulang ini dihubungkan dengan LBS yang dalam pengoperasiannya berada pada kondisi *normally open*. Penyulang Serangan terhubung dengan Gardu Hubung Semawang yang berfungsi sebagai penghubung antara Penyulang Serangan dengan Penyulang *Express* Semawang.

4.2 Analisis Profil Tegangan Penyulang Serangan

Analisis profil tegangan pada Penyulang Serangan dilakukan dengan menggunakan program EDSA *Technical* 2000 *Service Pack* 3.5. Model rangkaian *one line diagram* Penyulang Serangan yang dibuat, akan dibedakan menjadi 5 skenario berdasarkan besar suplai daya yang diberikan dari PLTSa Suwung, yaitu suplai daya 100%, 75%, 50%, 25% dan 0%. Hasil analisis kelima skenario tersebut dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Analisis hasil simulasi kelima skenario

No. Skenario		1	2	3	4	5
Persentase Suplai Daya PLTSa Suwung (%)		100	75	50	25	0
Tegangan Menengah	Bus	DS263, DS307, DS438, DS509, DS619, DS844	DS263, DS307, DS438, DS509, DS619, DS844	DS307, DS438, DS509, DS619, DS844	DS263, DS307, DS356, DS359, DS438, DS455, DS456, DS509, DS573, DS619, DS844	DS183, DS263, DS307, DS356, DS359, DS438, DS455, DS456, DS509, DS558, DS573, DS619, DS844, I_CMRA
	Tegangan (V)	19971	19971	19970	19970	19970
	Jatuh Tegangan (%)	0,14	0,15	0,15	0,15	0,15

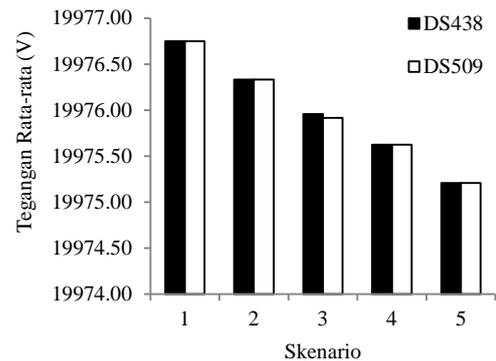
... lanjutan Tabel 1. Analisis hasil

No. Skenario			1	2	3	4	5
Persentase Suplai Daya PLTSa Suwung (%)			100	75	50	25	0
	Profil Tegangan dengan Nilai Rata-Rata Terendah	Bus	DS438, DS509	DS438, DS509	DS509	DS438, DS509	DS438, DS510
		Tegangan (V)	19976,75	19976,33	19975,92	19975,63	19975,21
		Jatuh Tegangan (%)	0,1167	0,1175	0,1196	0,1225	0,1246
Tegangan Rendah	Nilai Tegangan Terendah	Bus	L_DS213	L_DS213	L_DS213	L_DS213	L_DS213
		Tegangan (V)	370	370	370	370	370
		Jatuh Tegangan (%)	2,58	2,58	2,59	2,59	2,59
	Profil Tegangan dengan Nilai Rata-Rata Terendah	Bus	L_DS213	L_DS213	L_DS213	L_DS213	L_DS213
		Tegangan (V)	372	372	371,96	371,92	371,92
		Jatuh Tegangan (%)	2,0971	2,0979	2,1004	2,1029	2,1033

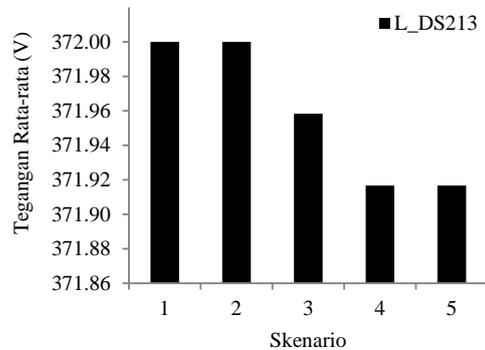
4.3 Perbandingan Profil Tegangan Penyulang Serangan setiap Skenario

Analisis profil tegangan pada penyulang Serangan dilakukan dengan menggunakan 5 kondisi, yaitu mendapat suplai daya PLTSa Suwung sebesar 100%, 75%, 50%, 25%, dan 0% (PLTSa Suwung tidak beroperasi). Kelima kondisi ini dilakukan guna mendapat besar suplai daya PLTSa Suwung yang harus dihasilkan untuk mencapai kualitas profil tegangan yang terbaik. Nilai tegangan rata-rata dan jatuh tegangan rata-rata dapat digunakan untuk menentukan kualitas profil tegangan.

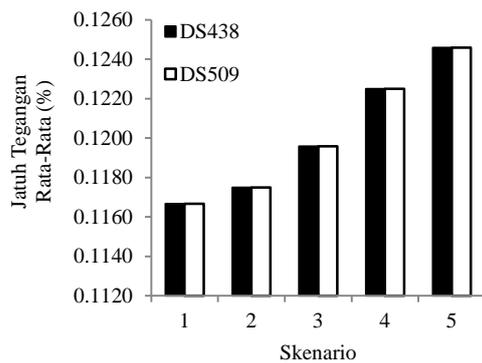
Pada Gambar 2 dan 3 dapat dilihat bahwa pada bus yang sama, nilai tegangan rata-rata pada skenario 1 menunjukkan nilai yang paling besar. Sedangkan, pada Gambar 4 dan 5, jatuh tegangan rata-rata pada skenario 1 menunjukkan nilai yang paling kecil dibandingkan pada skenario lainnya. Selain itu, didapatkan pula bahwa semakin kecil suplai daya listrik yang diberikan dari PLTSa Suwung ke penyulang Serangan, tegangan listrik pada penyulang Serangan semakin kecil dan jatuh tegangan pada penyulang Serangan menjadi semakin besar. Maka dari itu, untuk mendapatkan jatuh tegangan yang terkecil pada penyulang Serangan, maka PLTSa Suwung harus memberikan suplai daya listrik secara maksimal menuju ke sistem distribusi listrik penyulang Serangan.



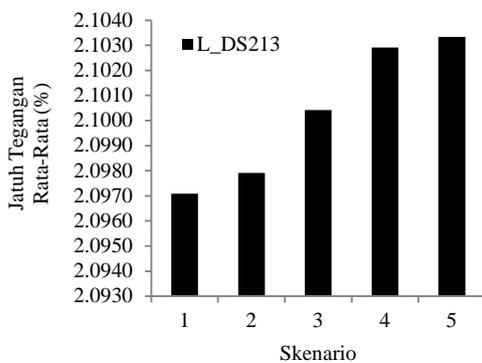
Gambar 2. Grafik perbandingan tegangan rata-rata dari profil tegangan pada bus TM DS438 dan DS509 di setiap skenario



Gambar 3. Grafik perbandingan tegangan rata-rata dari profil tegangan pada bus TR L_DS213 di setiap skenario



Gambar 4. Grafik perbandingan jatuh tegangan rata-rata dari profil tegangan bus TM DS438 dan DS509 di setiap skenario



Gambar 5. Grafik perbandingan jatuh tegangan rata-rata dari profil tegangan pada bus TR L_DS213 di setiap skenario

Namun, besar suplai daya listrik yang dapat dihasilkan oleh pembangkit listrik, tidak dapat mencapai kapasitas yang tersedia sepenuhnya. Hal ini disebabkan peralatan listrik pada sebuah pembangkit listrik tidak beroperasi pada *rating* tertingginya yang dapat memberikan pengaruh negatif pada faktor kapasitas. Faktor kapasitas untuk jenis pembangkit listrik tenaga sampah berada pada kisaran 80%. Maka dari itu, suplai daya listrik PLTSa Suwung sebaiknya sebesar 80% dari kapasitas yang disediakan [5].

5. SIMPULAN

Dari hasil analisis yang telah dilakukan sebelumnya, maka terdapat beberapa hal yang dapat disimpulkan seperti berikut:

1. Secara keseluruhan, jatuh tegangan pada kelima skenario tidak ada yang lebih dari atau sama dengan batas jatuh tegangan yang telah ditetapkan sesuai dengan standar dari PLN.

2. Dari kelima skenario yang diberikan, jatuh tegangan tertinggi terjadi pada waktu beban puncak siang yaitu pukul 14.00.
3. Pada bus tegangan menengah maupun bus tegangan rendah, skenario 1 menunjukkan hasil tegangan rata-rata yang paling besar dan jatuh tegangan rata-rata yang paling kecil dibandingkan dengan hasil analisis profil tegangan pada skenario yang lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa skenario suplai daya listrik PLTSa Suwung sebesar 100% menghasilkan profil tegangan yang paling baik bagi Penyulang Serangan.
4. PLTSa Suwung sebaiknya menggunakan 80% kapasitas pembangkit untuk menyuplai daya listrik ke beban berdasarkan faktor kapasitas untuk jenis pembangkit listrik tenaga sampah.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. M. G. Nusaman, R. S. Hartati, and others, "ANALISIS PENGARUH INTERKONEKSI DISTRIBUTED GENERATION (PLTSA SUWUNG) TERHADAP RUGI-RUGI DAYA DAN KEANDALAN PADA PENYULANG SERANGAN," *Majalah Ilmiah Teknik Elektro*, vol. 14, no. 2, pp. 27–33, 2015.
- [2] W. Sunanda, "Perbaikan Keandalan Sistem Melalui Pemasangan Distributed Generation," *Jurnal Ilmiah Foristek*, vol. 3, no. 2, 2013.
- [3] A. Fitra and others, "Optimalisasi Perencanaan Energi Berkelanjutan," Master's Thesis.
- [4] P. U. L. Negara, *SPLN 1: 1995. Tegangan-Tegangan Standar*. Jakarta: PT. Perusahaan Listrik Negara (Persero), 1995.
- [5] A. Kagel, D. Bates, and K. Gawell, *A guide to geothermal energy and the environment*. Geothermal Energy Association Washington, DC, 2005.