

ANALISA STABILITAS TRANSIEN PADA JARINGAN DISTRIBUSI RADIAL IEEE 33 BUS TERHUBUNG DENGAN ENERGI TERBARUKAN (*PHOTOVOLTAIC*)

RIO WAHYUDI¹, YULISMAN², HERRIS YAMASHIKA³

Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat^{1,2,3}

email: riowahyudi2906@gmail.com¹, yulisman@umsb.ac.id², herrisyamashika@umsb.ac.id³

Abstrak: Energi listrik merupakan energi sekunder yang banyak digunakan diberbagai sektor, baik digunakan untuk keperluan rumah tangga maupun keperluan industri. Untuk memenuhi kebutuhan listrik di era ekonomi yang tumbuh sangat pesat ini membutuhkan banyak energi listrik. Oleh karena itu kualitas energi listrik perlu ditingkatkan. Letak pembangkit yang jauh dari beban juga menyebabkan tingginya nilai drop tegangan pada beberapa bus, selain itu juga menyebabkan rugi-rugi daya sistem yang cukup besar. Metode yang bisa digunakan pada penelitian ini dengan memasang teknologi fotovoltaik sebagai distributed generation (DG) atau pembangkit terdistribusi yang memiliki kapasitas daya yang lebih kecil dari pembangkit utama. Dengan adanya DG yang ditempatkan pada ujung beban yang mempunyai kapasitas kecil dapat membantu mengatasi masalah suplai energi listrik. Penggunaan atau penambahan DG dalam sistem disdribusi tentunya memiliki dampak terhadap sistem. Dilihat dari respon frekuensi, tegangan, dan aliran daya penambahan DG dalam sistem memiliki berbagai macam dampak. Dampak yang ada bergantung pada peletakan DG pada sistem, jumlah beban yang ada, rating DG yang digunakan, dan jenis pembangkit yang digunakan. Tugas akhir ini berfokus pada analisa kestabilan transien pada sistem pada jaringan distribusi IEEE 33 Bus terhubung dengan enegi terbaruan (Photovoltaic).

Kata Kunci : Stabilitas Transien, Distributed Generation, Aliran daya

Abstract: Electrical energy is secondary energy that is widely used in various sectors, both for household and industrial purposes. To meet electricity needs in this rapidly growing economic era, it requires a lot of electrical energy. Therefore, the quality of electrical energy needs to be improved. The location of the generator that is far from the load also causes high voltage drop values on several buses, besides that it also causes large system power losses. The method that can be used in this research is to install Photovoltaic technology as distributed generation (DG). has a smaller power capacity than the main generator. With the DG placed at the end of the load that has a small capacity, it can help overcome the problem of electrical energy supply. The use or addition of DG in the distribution system certainly has an impact on the system. Judging from the frequency response, voltage, and power flow, the addition of DG in the system has various impacts. The impact depends on the placement of DG on the system, the amount of load present, the DG rating used, and the type of generator used. This final project focuses on transient stability analysis of the system on the IEEE 33 Bus radial distribution network connected to renewable energy (Photovoltaic).

Keywords: Transient Stability, Distributed Generation, Load flow

A. Pendahuluan

Energi listrik merupakan energi sekunder yang banyak digunakan di semua lapisan masyarakat. Seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk suatu daerah, maka kebutuhan energi listrik untuk memenuhi kebutuhan energi listrik domestik maupun kebutuhan energi listrik teknis dan industri semakin meningkat. Untuk menghasilkan listrik dalam jumlah yang sangat besar dengan cakupan wilayah yang sangat luas, sistem pembangkitan terdistribusi atau dikenal juga dengan istilah distributed generation (DG) berperan penting dalam memenuhi kebutuhan beban, meningkatkan keandalan, dan mengurangi rugi-rugi daya. Distributed Generation (DG) merupakan suatu pembangkitan yang dipasang di jaringan distribusi dengan maksud untuk mengurangi drop tegangan dan rugi-rugi daya yang timbul karena impedansi saluran. Dengan adanya pemasangan DG keandalan sistem diperlukan untuk mengamankan peralatan dari gangguan, mengurangi daerah gangguan dan

meningkatkan kontinuitas penyaluran energi listrik, mengurangi transmisi dan sumber daya sistem distribusi, dan daya yang lebih baik kualitas.

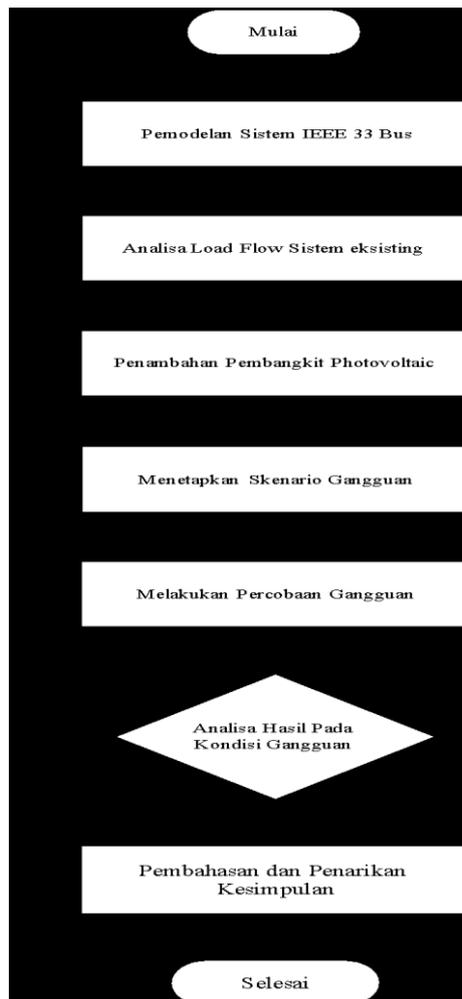
Pembangkit sel surya atau lebih dikenal dengan photovoltaic (PV) merupakan suatu sistem yang mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik secara langsung. Energi matahari dapat menghasilkan daya hingga 156.486 MW, jumlah yang lebih besar jika dibandingkan dengan sumber energi terbarukan yang lainnya. Indonesia adalah negara katulistiwa yang sepanjang tahun mendapat cahaya matahari dengan intensitas radiasi rata-rata sekitar 4.8 kWh/m² per harinya.

Dengan adanya penambahan pembangkit DG dalam menyediakan sumber energi listrik yang baik bagi konsumen dibutuhkan analisa-analisa untuk mengkaji kondisi kestabilan pada sistem. Kestabilan tegangan, analisa aliran daya menjadi hal yang sangat penting untuk menjaga keandalan pada sistem distribusi. Agar dapat memperoleh manfaat dari Distributed Generation (DG) akan dilakukan optimasi dalam penempatan dan penentuan kapasitas DG.

B. Metode Penelitian

Dalam penelitian ini, pengumpulan data dilakukan dengan tes case sistem distribusi radial IEEE 33 bus. Lokasi penempatan dan besar berdasarkan hasil penelitian. Perencanaan yang dilakukan membuat single line diagram jaringan distribusi radial IEEE 33 bus, sebelum dilakukan perencanaan perlu diketahui spesifikasi masing data yang akan digunakan. Melakukan simulasi gangguan pada sistem distribusi radial IEEE 33 bus dan mengamati perubahan parameter ketika mengalami gangguan pada masa transien. Simulasi dilakukan dalam beberapa skenario, yaitu;

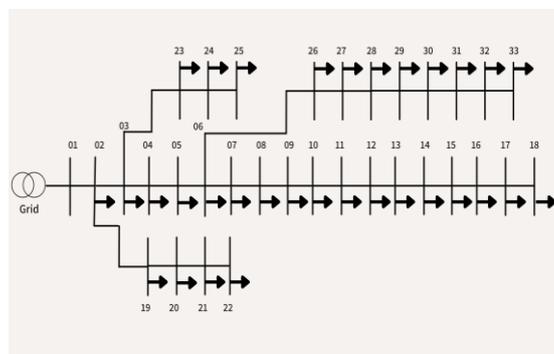
1. Analisa Load Flow dilakukan pada Sistem Distribusi radial IEEE 33 bus
2. Simulasi dan analisa dilakukan pada saat penambahan Distributed Generation pada bus 16
3. Simulasi dan analisa dilakukan pada saat penambahan Distributed Generation pada bus 27.
4. Simulasi dan analisa dilakukan pada saat penambahan Distributed Generation pada bus 16 dan bus 27. Adapun alur dari penelitian yang akan dilakukan ditunjukkan oleh gambar berikut ini :



Gambar 1. Flowchart Penelitian

C. Hasil Dan Pembahasan

1. Analisa Load Flow Sistem Distribusi Radial IEEE 33 Bus Tanpa Adanya Penambahan Pembangkit Distributed Generation



Gambar 2. Single Line Diagram Sistem Distribusi Radial IEEE 33 Bus Tanpa Adanya Penambahan Pembangkit Distributed Generation

Berdasarkan data single line diagram sistem distribusi radial IEEE 33 Bus Sebelum melakukan penambahan DG, dilakukan simulasi aliran daya (*load flow*). Simulasi dilakukan untuk mengetahui kondisi awal pada sistem menggunakan *Software Electrical Transient and Analysis Protection (ETAP)*. Dari pengolahan data tersebut didapatkan profil tegangan dan rugi-rugi.

Tabel 1. Data drop tegangan pada sistem distribusi radial IEEE 33 bus

Bus	Tegangan		Kondisi
	Nominal (kV)	Hasil Simulasi	
		%	
01	12,660	100	Normal
02	12,660	99,729	Normal
03	12,660	98,455	Normal
04	12,660	97,792	Normal
05	12,660	97,140	Normal
06	12,660	95,507	Normal
07	12,660	95,169	Normal
08	12,660	93,936	Normal
09	12,660	93,360	Normal
10	12,660	93,360	Normal
11	12,660	93,283	<i>Under Voltage</i>
12	12,660	93,149	<i>Under Voltage</i>
13	12,660	92,566	<i>Under Voltage</i>
14	12,660	92,334	<i>Under Voltage</i>
15	12,660	92,215	<i>Under Voltage</i>
16	12,660	92,100	<i>Under Voltage</i>
17	12,660	91,930	<i>Under Voltage</i>
18	12,660	91,879	<i>Under Voltage</i>
19	12,660	99,677	<i>Under Voltage</i>
20	12,660	99,324	<i>Under Voltage</i>
21	12,660	99,255	<i>Under Voltage</i>
22	12,660	99,192	Normal
23	12,660	98,116	Normal
24	12,660	97,486	Normal
25	12,660	97,173	Normal
26	12,660	95,341	Normal
27	12,660	95,121	Normal
28	12,660	94,140	Normal
29	12,660	93,436	Normal
30	12,660	93,132	Normal

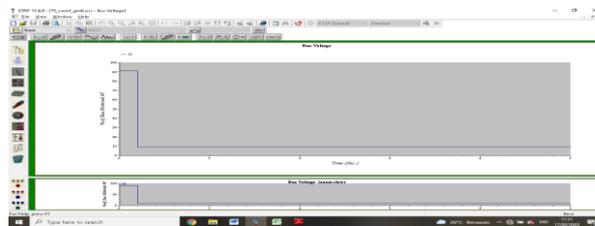
31	12,660	92,777	<i>Under Voltage</i>
32	12,660	92,699	<i>Under Voltage</i>
33	12,660	92,675	<i>Under Voltage</i>

2. Analisa Stabilitas Transien

Pada sub-bab ini akan dijelaskan mengenai hasil dari analisa stabilitas transien dari setiap kondisi dan kemudian hasil running aplikasi ETAP 12.6.0 akan ditampilkan pada sub bab ini berupa gambar respon tegangan dan respon frekuensi untuk memperjelas analisa stabilitas transien.

A. Grafik Tegangan Pada Bus 16

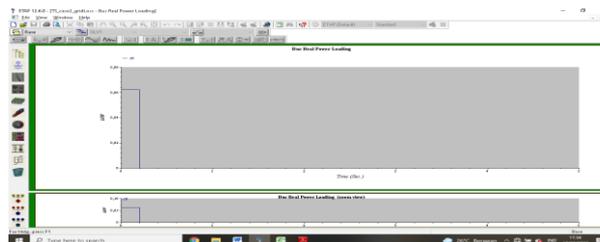
Pada kondisi satu hasil simulasi untuk tegangan terlihat pada gambar 3. Menunjukkan profil tegangan pada bus 16 yang mengalami gangguan sumber mati pada waktu = 0,2 detik, mengalami penurunan tegangan mencapai nilai terendah 8,71% dari tegangan nominalnya, terlihat bahwa nilai tegangan pada gambar di bawah :



Gambar 3. Grafik Tegangan pada bus 16

B. Grafik Daya Listrik Aktif pada Bus 16

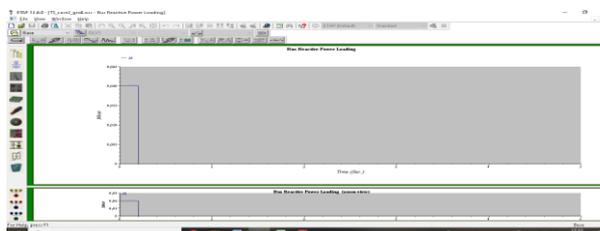
Pada kondisi satu hasil simulasi untuk daya listrik aktif terlihat pada gambar 4. Menunjukkan profil daya listrik pada bus 16 yang mengalami gangguan sumber mati pada waktu = 0,2 detik, terlihat profil daya listrik mengalami penurunan mencapai nilai terendah hingga ke titik nol, terlihat bahwa nilai MW pada gambar di bawah :



Gambar 4. Grafik MW pada Bus 16

C. Grafik Daya Listrik Reaktif Pada Bus 16

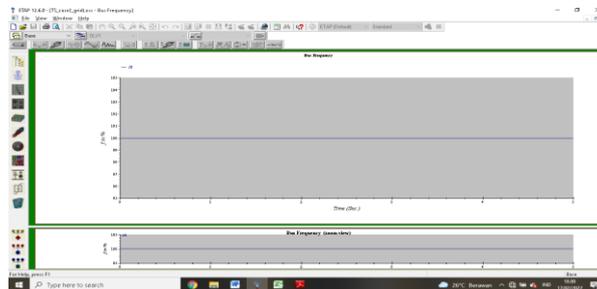
Pada kondisi satu hasil simulasi untuk daya listrik reaktif terlihat pada gambar 5. Menunjukkan profil daya listrik pada bus 16 yang mengalami gangguan sumber mati pada waktu = 0,2 detik, terlihat profil daya listrik reaktif mengalami penurunan mencapai nilai terendah hingga ke titik nol, terlihat bahwa nilai MVar pada gambar di bawah :



Gambar 5. Grafik MVA_r pada Bus 16

D. Grafik Frekuensi Pada Bus 16

Pada kondisi satu hasil simulasi untuk Frekuensi terlihat pada gambar 6. Menunjukkan frekuensi listrik pada bus 16 yang mengalami gangguan sumber mati pada waktu = 0,2 detik, terlihat frekuensi daya listrik tidak mengalami gangguan atau tetap pada angka 100 %. Terlihat bahwa nilai frekuensi pada gambar di bawah :



Gambar 6. Grafik Frekuensi pada Bus 16

D. Penutup

Dari hasil simulasi percobaan yang dilakukan dalam proses analisa stabilitas transien pada jaringan distribusi radial IEEE 33 bus terhubung dengan energi Terbarukan (*Photovoltaic*) dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Analisis stabilitas transien digunakan untuk melihat respon pada sistem ketika terjadi gangguan, menganalisa aliran daya listrik beserta cara mengatasinya untuk mewujudkan sistem yang stabil dilihat dari parameter frekuensi dan tegangan.
2. Setelah dilakukan pemasangan satu Distributed Generation, dan dua Distributed Generation Menunjukkan hasil bahwa tegangan mengalami perbaikan.
3. Setelah dilakukan pemasangan DG pada bus 16 ditunjukkan bahwa tetap mengalami jatuh tegangan diatas 5% dari tegangan nominal sebanyak 17 bus dan 16 bus dalam keadaan normal. Total losses sebesar 150,8 kW
4. Setelah dilakukan pemasangan DG pada bus 27 berdasarkan simulasi aliran daya yang telah dilakukan tegangan mengalami perbaikan dibandingkan sebelumnya ditunjukkan bahwa jatuh tegangan hanya terjadi di tiga bus dan total losses sebesar 122,8 kW.
5. Setelah dilakukan pemasangan DG pada bus 16 dan bus 27 ditunjukkan bahwa tidak ada bus yang mengalami undervoltage dari tegangan nominal dan total losses sebesar 118,5 kW.

Daftar Pustaka

- Hertalina, A. H. (2015). Optimasi Kapasitas Dan Peletakan Pembangkit Tersebar Berdasarkan Stabilitas Tegangan Menggunakan HPSO. Laporan Tugas Akhir. Surabaya: Jurusan Teknik Elektro, Universitas Sepuluh November.
- Ariyono. (2019). Analisa Teknologi Fotovoltaik Sebagai Distributed Generation (Dg) pada Sistem Distribusi Menggunakan Software Electric Transient And Analysis Program (ETAP). Jurnal Energi Elektrik, Vol.08 (01), hal.11-17.
- Jimmy, T. P., Istiqomah, Riki, K., & Agus, D. (2019). Pengaruh Pembangkit Photovoltaic Sebagai Distributed Energy Resour Terhadap Profil Tegangan Dan Rugi-Rugi Daya Pada Penyulang Bantul 05 Yogyakarta. Sains Dan Teknologi, Vol.15 (02), hal.72–84
- Lauhil, M. H., Taufik, H., Choirul, S., I Made, W., & Teguh, H. (2017). Pelatihan Software Etap (Electrical Transient Analyzer Program) Bagi Siswa dan Guru SMK Nasional Malang. Industri Inovatif, Vol.7 (1), hal.7 - 11.
- Azhar, A. p. (2015). Analisa Kestabilan Transien pada Jaringan Distribusi IEEE 34 Bus Dengan Adanya Pembangkitan Terdistribusi. Tugas Akhir. Surabaya: Program Studi Teknik Elektro, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

- Syafii, & Ricky, M. (2012). Program Aliran Daya untuk Analisis Sistem Distribusi dengan Penambahan Photovoltaic Model. *Jurnal Nasional Teknik Elektro*, Vol.1 (1), hal.1-10.
- Hidayatul, J. (2017). Analisa Kestabilan Transien dan Koordinasi Proteksi pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya 3 Mw yang Terhubung ke Pln 20 kv.Tugas Akhir. Surabaya: Program Studi Teknik Elektro, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Afriyastuti, H. (2013).Studi Kestabilan Photovoltaic pada Pembangkit Tersebar BerbasisPembangkit Angin,Photovoltaic dan Pembangkit Diesel Terhadap Gangguan di Sistem Tenaga. *Jurnal Amplifier*, Vol.3 (1), hal.14-20
- Pujo, S. (2014). Analisis Kestabilan Transien Penerapan Distributed Generation Pada Sistem Kelistrikan Wilayah Bengkulu. LaporanSkripsiBengkulu:Program Studi Teknik Elektro,Universitas Bengkulu.