

**ANALISIS PENGARUH PEMASANGAN *DISTRIBUTED GENERATION* PADA
JARINGAN DISTRIBUSI PUSDIKLAT MIGAS CEPU**



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I pada Jurusan
Matematika Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan**

Oleh:

SURYA FAJAR PERMANA

A 400 120 044

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

2016

HALAMAN PERSETUJUAN

**ANALISIS PENGARUH PEMASANGAN *DISTRIBUTED GENERATION*
PADA JARINGAN DISTRIBUSI PUSDIKLAT MIGAS CEPU**

PUBLIKASI ILMIAH

oleh:

SURYA FAJAR PERMANA

D 400 120 044

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen Pembimbing



ARIS BUDIMAN, S.T., M.T.

NIK. 885

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS PENGARUH PEMASANGAN *DISTRIBUTED GENERATION*
PADA JARINGAN DISTRIBUSI PUSDIKLAT MIGAS CEPU

OLEH

SURYA FAJAR PERMANA

D 400 120 044

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta
Pada hari, 2016
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji:

1. Aris Budiman, S.T., M.T.
(Ketua Dewan Penguji)

(.....)

2. Agus Ulinuha, S.T., M.T., Ph.D.
(Anggota I Dewan Penguji)

(.....)

3. Umar, S.T., M.T.
(Anggota II Dewan Penguji)

(.....)



Dekan,

Jr. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D.

NIK. 682

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 3 Agustus 2016

Penulis



SURYA FAJAR PERMANA

D400 120 044

ANALISIS PENGARUH PEMASANGAN *DISTRIBUTED GENERATION* PADA JARINGAN DISTRIBUSI PUSDIKLAT MIGAS CEPU

Abstrak

Energi listrik merupakan salah satu kebutuhan pokok masyarakat dalam beraktivitas, baik digunakan untuk keperluan rumah tangga maupun keperluan industri. Proses penyaluran energi listrik dari pembangkit menuju ke konsumen sangat diperhatikan keandalannya. Pusdiklat Migas Cepu merupakan salah satu industri yang memiliki pembangkit listrik sendiri untuk memenuhi kebutuhan energi listriknya. Sumber pembangkit listrik milik Pusdiklat Migas Cepu bersumber dari tenaga diesel. Letak pembangkit yang jauh dari beban menyebabkan tingginya nilai *drop* tegangan pada beberapa bus, selain itu juga menyebabkan timbulnya rugi-rugi daya sistem yang cukup besar. Hal ini mendorong perlunya sebuah solusi untuk permasalahan tersebut. Salah satu alternatif solusinya yaitu dengan pemasangan DG pada jaringan distribusi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh yang ditimbulkan dari pemasangan DG terhadap karakteristik sistem distribusi Pusdiklat Migas Cepu. Data-data yang diperlukan diambil secara langsung kemudian disimulasikan dengan menggunakan *software* ETAP Power Station 12.6. Hasil yang diperoleh dari simulasi setelah pemasangan DG pada jaringan distribusi menunjukkan bahwa nilai *drop* tegangan sudah sesuai standar yang ditetapkan. Selain itu rugi-rugi daya yang terjadi juga mengalami penurunan sebesar 72,72% untuk daya aktif dan 82,74% untuk daya reaktif.

Kata Kunci: *distributed generation*, *drop* tegangan, rugi-rugi daya, *software* ETAP power station 12.6.

Abstract

Electrical energy is one of the basic needs of people in their activities, both used for household needs and industrial purposes. The process of distribution of electrical energy from the power plant to the consumer must be kept reliable. Pusdiklat Migas Cepu is one of the industry that has its own power plants to meet the electrical energy need. The source of its power plant energy is from diesel engine. Location of the plant away from the load causes the high value of the voltage drop on some buses, but it also causes power losses large amount of system. This prompted the need for a solution to these problems. An alternative solution is the installation of DG on the distribution network. This study aims to determine the effect arising from the installation of DG on the characteristics of the distribution system Pusdiklat Migas Cepu. The data required is taken directly and then simulated using the software ETAP Power Station 12.6. The results of the simulation after the installation of DG on the distribution network showed that the value of the voltage drop already match the standard set. The circuit power losses can be decreased by 72,72% in the active power and 82,74% in the reactive power.

Keywords: distributed generation, power losses, software ETAP power station 12.6, voltage drop.

1. PENDAHULUAN

Energi listrik merupakan salah satu energi pokok yang sangat dibutuhkan oleh manusia. Hampir seluruh kegiatan sehari-hari yang dilakukan manusia tidak lepas dari penggunaan energi listrik. Masyarakat yang tinggal di pedesaan maupun masyarakat yang tinggal di wilayah perkotaan tidak bisa lepas dari ketergantungan energi listrik. Energi listrik tidak hanya digunakan untuk memenuhi kebutuhan rumah tangga sehari-hari masyarakat, energi listrik juga digunakan kegiatan industri untuk menjalankan suatu proses produksi. Industri dengan kapasitas produksi rendah hingga yang berkapasitas produksi tinggi membutuhkan energi listrik untuk menjalankan kegiatan perindustriannya. Pusat Pendidikan dan Pelatihan Minyak dan Gas Bumi (Pusdiklat Migas) Cepu merupakan salah satu industri yang bergerak di bidang pengolahan minyak yang dalam proses kegiatannya membutuhkan suplai energi listrik yang digunakan untuk mengoperasikan mesin-mesin listrik yang ada.

Pusdiklat Migas Cepu merupakan salah satu industri yang mempunyai pembangkit listrik sendiri, sehingga dalam proses produksinya tidak bergantung suplai energi listrik dari

Perusahaan Listrik Negara (PLN). Pembangkit yang dimiliki Pusdiklat Migas Cepu merupakan pembangkit konvensional yaitu Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD). Pusdiklat Migas Cepu mempunyai 4 PLTD yang bekerja bergantian, masing-masing PLTD bekerja tiap 2000 jam.

Pembangkit yang dimiliki Pusdiklat Migas Cepu terletak jauh dari pusat beban, sehingga menyebabkan timbulnya masalah teknis dalam jaringan listrik. Masalah yang timbul antara lain yaitu jeleknya profil tegangan yang ada dan timbulnya rugi-rugi daya. Selain masalah teknis tersebut, penggunaan diesel sebagai pembangkit listrik juga menimbulkan masalah ekonomi yaitu tingginya biaya operasional pembangkitan. Solar sendiri merupakan bahan bakar alam yang lambat laun dapat habis jumlahnya. Salah satu solusi yang dapat digunakan untuk mengatasi masalah teknis maupun ekonomis di atas adalah dengan pemasangan gardu sisipan pada bus yang berada di dekat area pembebanan. Istilah penambahan pemasangan gardu sisipan lebih dikenal dengan nama *Distributed Generation* (DG).

Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) mendefinisikan DG sebagai pembangkitan yang menghasilkan energi dalam kapasitas yang lebih kecil dibandingkan pusat-pusat pembangkit konvensional dan dapat dipasangkan hampir pada setiap sistem tenaga listrik. Menurut definisi *International Energy Agency* (IEA) DG merupakan unit-unit yang menghasilkan energi pada sisi konsumen atau dalam jaringan distribusi lokal. DG didefinisikan sebagai pembangkit tenaga listrik yang diinjeksikan ke dalam jaringan distribusi atau pada sisi konsumen (Ackermann, Thomas., dkk., 2000). Berdasarkan dari beberapa uraian sebelumnya, DG sendiri dapat diartikan sebagai suatu pembangkit sisipan yang bersifat pembangkit *renewable* yang letaknya tersebar di dekat area pembebanan dalam sistem tenaga listrik.

Sumber tenaga pembangkitan DG sendiri merupakan tenaga yang *renewable* atau tenaga terbarukan. Beberapa contoh sumber pembangkitan DG adalah pembangkit listrik tenaga angin, pembangkit listrik tenaga panas bumi, pembangkit listrik tenaga matahari, dan pembangkit listrik tenaga mikrohidro. Pembangkit ini ramah lingkungan, membatasi pembangunan jaringan transmisi baru, andal dalam merespon perubahan beban, mengurangi penggunaan bahan bakar fosil, deregulasi dalam pasar kelistrikan, dan sejumlah keuntungan lainnya (Viawan, F.A., 2006).

Pemasangan DG secara tersebar ke dalam sistem tenaga listrik dapat memberikan dampak yang positif. Dampak positif yang ditimbulkan antara lain meningkatkan keandalan suplai sistem, mengurangi rugi-rugi daya, meningkatkan kualitas daya, memperbaiki profil tegangan, dan sebagainya. Ray K Jaganathan dan Tapan K Saha (2004) menjelaskan tentang

penempatan DG dalam sistem distribusi sehingga mampu mengurangi rugi-rugi daya. Penempatan DG pada lokasi yang profil tegangannya paling jelek memberikan dampak positif yang positif pada sistem.

Electric Transient and Analysis Program (ETAP) Power Station 12.6 merupakan salah satu *software* untuk memudahkan keperluan simulasi sistem tenaga listrik. ETAP mempunyai banyak fitur-fitur pendukung untuk berbagai macam keadaan simulasi, salah satunya yaitu *Load Flow Analysis* atau disebut juga analisis aliran daya. Analisis aliran daya merupakan studi yang mengungkapkan kinerja aliran daya pada keadaan tertentu. Tujuan analisis aliran daya adalah untuk mengetahui aliran daya aktif dan reaktif pada saluran, profil tegangan, serta rugi-rugi daya dalam sistem.

Sistem distribusi listrik di Pusdiklat Migas Cepu masih memiliki beberapa kekurangan. Oleh karena itu, diperlukan suatu solusi untuk berbagai permasalahan yang ada pada Pusdiklat Migas Cepu. Kondisi lingkungan Pusdiklat Migas Cepu yang bercuaca panas dan mempunyai jumlah sinar matahari yang cukup memungkinkan untuk melakukan pemasangan DG dengan sumber pembangkitan menggunakan tenaga matahari.

1.1 Rumusan Masalah

Apa pengaruh pemasangan DG pada sistem distribusi di Pusdiklat Migas Cepu?

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh pemasangan DG pada sistem distribusi di Pusdiklat Migas Cepu.

1.3 Manfaat Penelitian

1. Dapat menambah wawasan bagi peneliti pada khususnya dan bagi pihak yang berkaitan pada umumnya tentang pengaruh pemasangan DG pada suatu sistem distribusi tenaga listrik.
2. Dapat menjadi bahan pertimbangan bagi pihak Pusdiklat Migas Cepu dalam rencana pengembangan industri pada masa mendatang.

2. METODE

2.1 Rancangan Penelitian

Penulis dalam menyelesaikan penelitian tugas akhir ini menggunakan metodologi penulisan sebagai berikut:

1. Studi literatur

Studi literatur merupakan proses dimana penulis mencari artikel-artikel terkait, jurnal-jurnal terkait, atau buku-buku yang berhubungan dengan tema sebagai referensi dan penunjang dalam penelitian.

2. Pengambilan data

Pengambilan data dilakukan secara langsung di Pusdiklat Migas Cepu. Data yang diambil meliputi data kelistrikan pada sistem distribusi tenaga listrik.

3. Analisa data

Setelah data-data yang diperlukan sudah lengkap kemudian dilakukan analisa data. Analisa data dilakukan untuk mengetahui kinerja sistem distribusi di Pusdiklat Migas Cepu.

4. Pemasangan

Penelitian ini melakukan proses pemasangan DG ke dalam sistem distribusi tenaga listrik di Pusdiklat Migas Cepu.

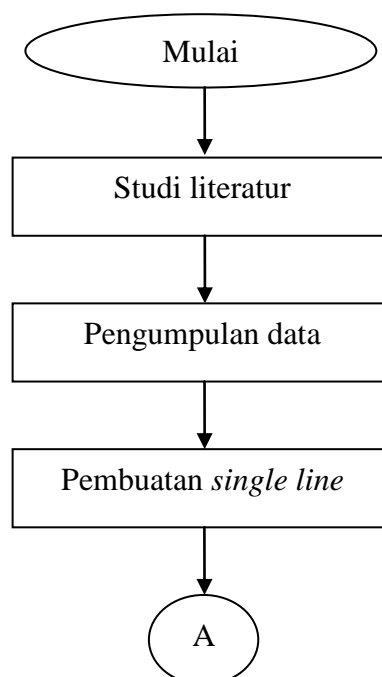
5. Pengujian

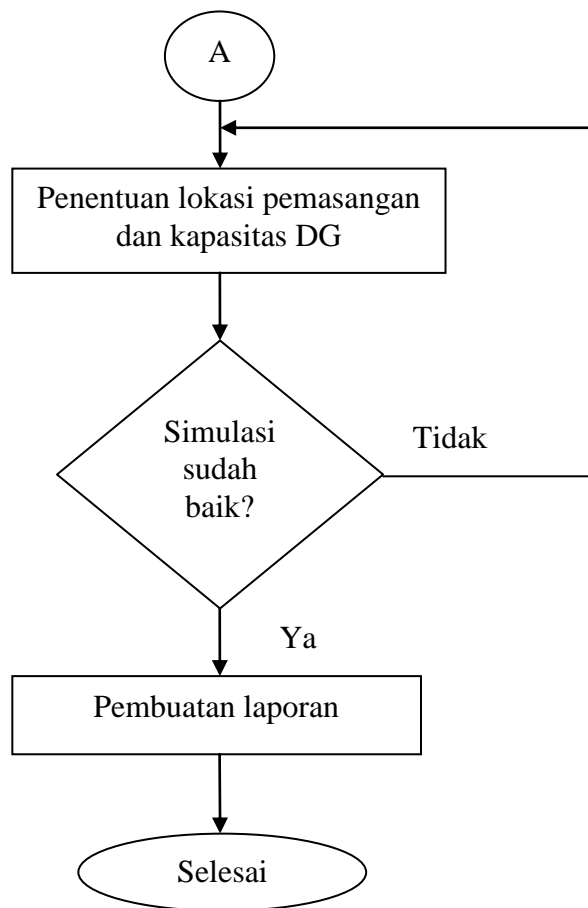
Proses pengujian bertujuan untuk mengetahui apakah karakteristik sistem distribusi mengalami perubahan setelah dilakukan pemasangan DG di dalam sistem distribusi.

2.2 Peralatan Pendukung

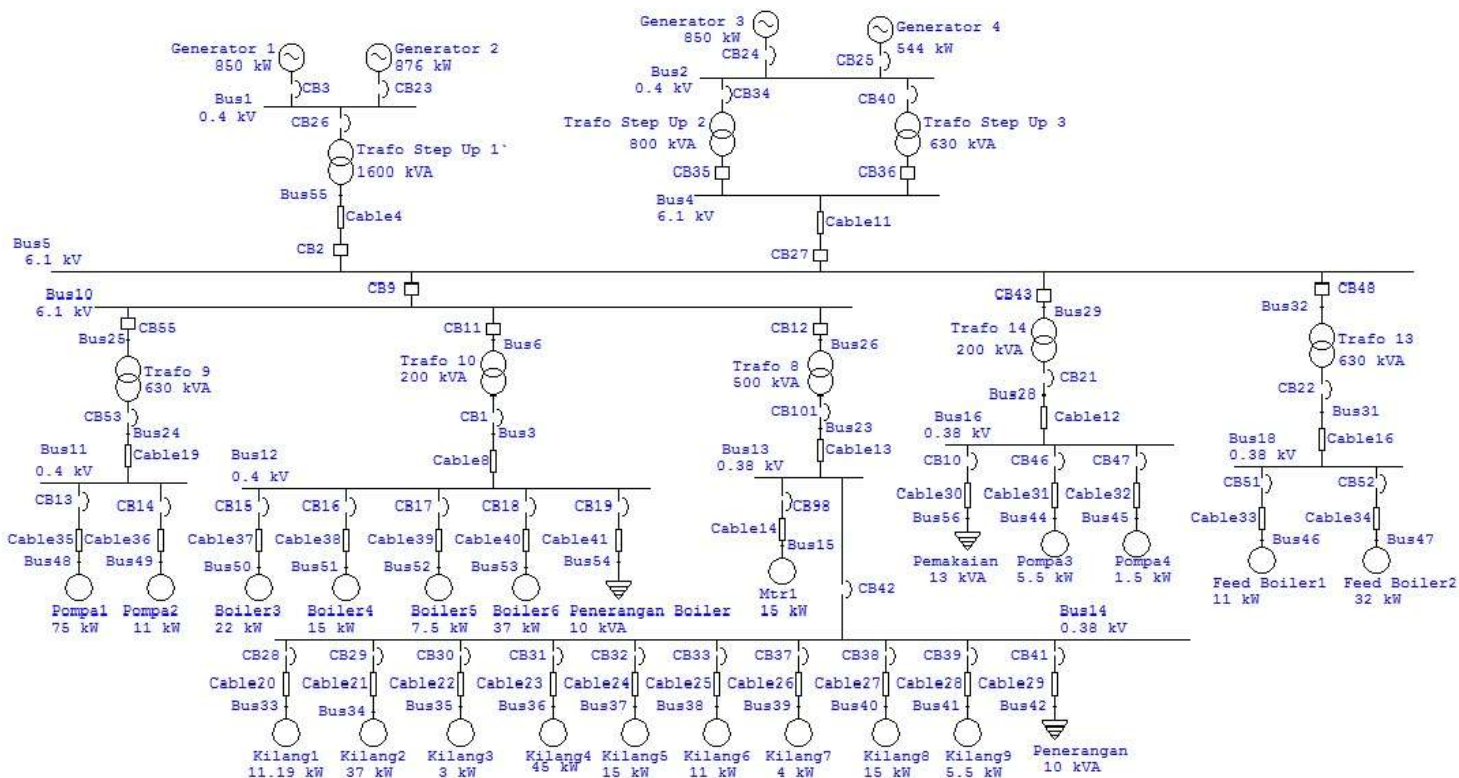
1. Komputer.
2. *Software ETAP Power Station 12.6.*

2.3 Flowchart Penelitian





2.4 Gambar Jaringan Distribusi

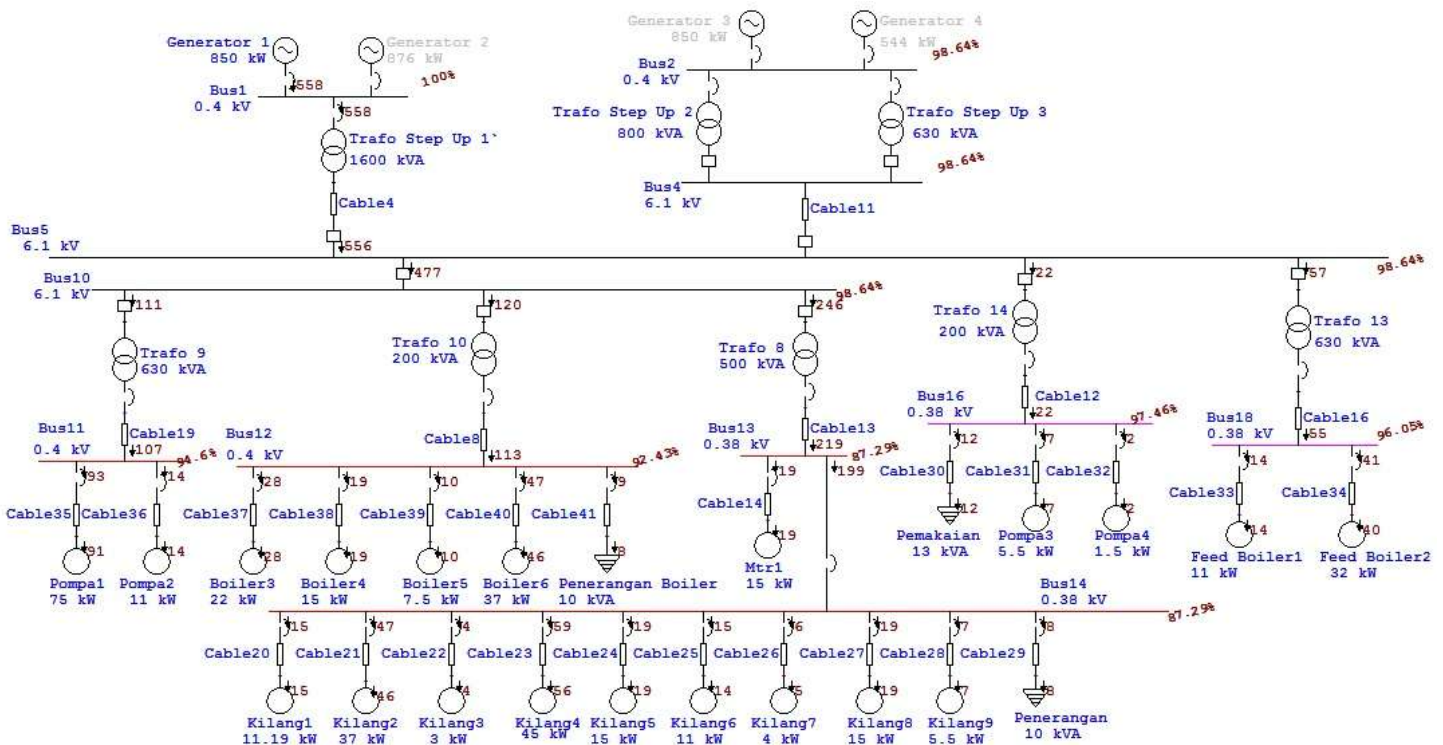


Gambar 1. Single Line Jaringan Distribusi Pusdiklat Migas Cepu

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisis Aliran Daya

Analisis aliran daya merupakan suatu proses pengamatan beberapa besaran listrik seperti profil tegangan bus, aliran daya nyata, dan daya reaktif pada saluran dalam sistem tenaga listrik. Informasi dari analisis aliran daya digunakan untuk mengevaluasi secara terus menerus tampilan sebuah sistem tenaga listrik dan untuk menganalisis keefektifan perencanaan alternatif untuk perluasan sistem guna memenuhi kebutuhan beban yang meningkat (Ahmad H. El Abiad dan GW. Stagg, 1968). Tujuan dilakukan analisis aliran daya antara lain yaitu untuk mengetahui tegangan tiap simpul/bus, untuk mengetahui apakah peralatan listrik dapat memenuhi batas-batas yang ditentukan dalam proses penyaluran daya, untuk mengetahui rugi-rugi daya pada saluran penghubung, dan sebagainya. Berikut adalah hasil simulasi analisis aliran daya pada sistem distribusi Pusdiklat Migas Cepu



Gambar 2. Hasil simulasi aliran daya Pusdiklat Migas Cepu

3.2 Tegangan Jatuh/Drop Tegangan dan Rugi-Rugi Daya

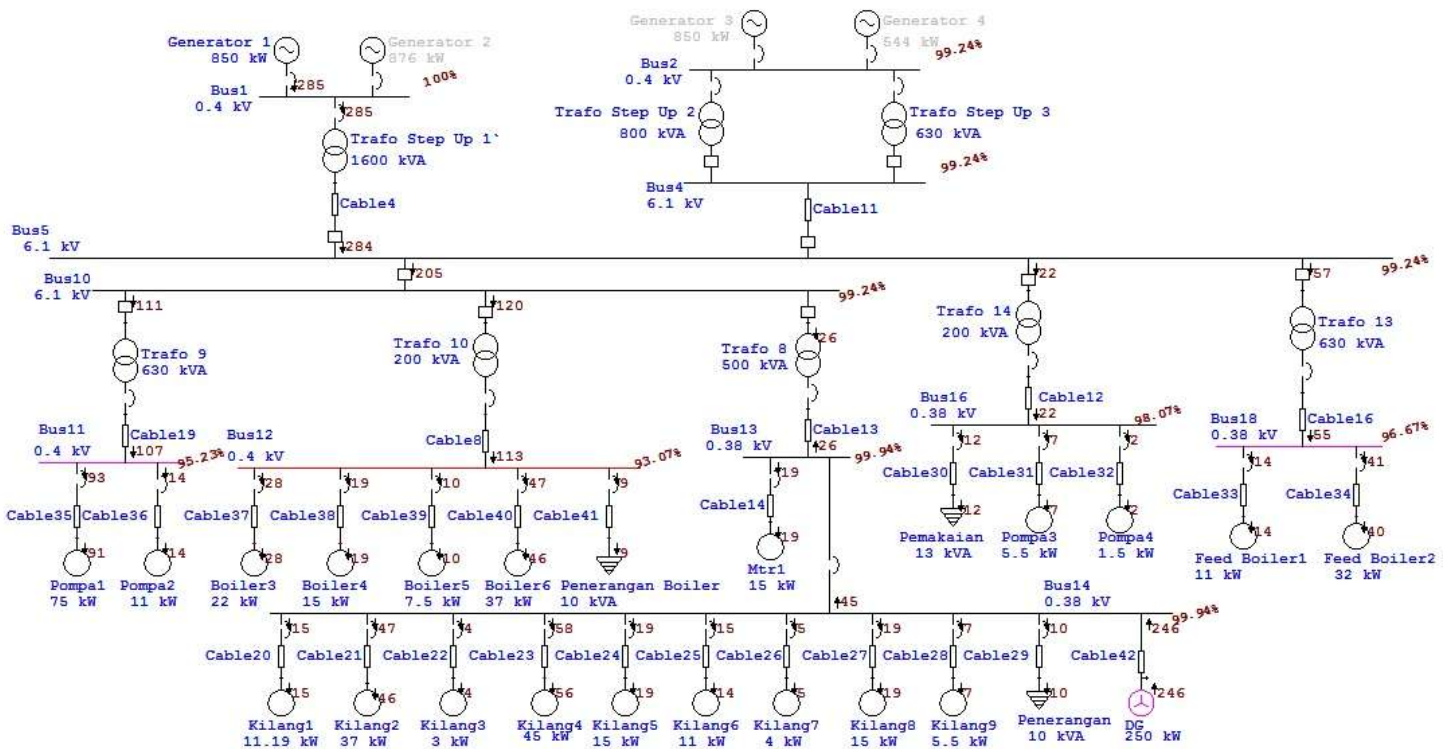
Drop tegangan merupakan besarnya jumlah tegangan yang hilang pada suatu saluran/penghantar. Drop tegangan merupakan penyebab terjadinya kerugian pada penghantar karena dapat menurunkan tegangan pada beban. Besarnya jumlah drop tegangan dinyatakan baik dalam bentuk persen (%) atau dalam besaran volt. Perusahaan kelistrikan mempunyai kebijakan tentang besarnya batas atas dan batas bawah drop tegangan. Sesuai dengan SPLN No.72 tahun 1987 besar batas bawah dan batas atas drop tegangan adalah sebesar 4% dari tegangan nominal. Setelah dilakukan simulasi aliran daya seperti

ditunjukkan pada Gambar 2, pada beberapa bus mempunyai profil tegangan yang jelek khususnya pada bus11, bus12, bus13, dan bus14 sedangkan pada bus16 dan bus18 profil tegangan masih cukup bagus. Jeleknya profil tegangan dipengaruhi oleh besar nilai *drop* tegangan. Nilai *drop* tegangan yang terjadi melebihi batas yang ditentukan SPLN No. 72 tahun 1987 sebesar 4%. Nilai *drop* tegangan pada bus11 sebesar 5,4%, bus12 sebesar 7,57%, bus13 dan bus14 sebesar 12,71%. Sedangkan pada bus16 dan bus18 nilai *drop* tegangan yang terjadi masih dapat ditoleransi yaitu masing-masing sebesar 2,54% dan 3,95%.

Selain nilai *drop* tegangan pada beberapa bus yang melebihi toleransi, masalah lain yang terjadi yaitu rugi-rugi daya. Jumlah total rugi-rugi daya yang mucul yaitu sebesar 51,7 KW untuk daya aktif dan 42,3 KVAR untuk daya reaktif.

3.3 Distributed Generation (DG)

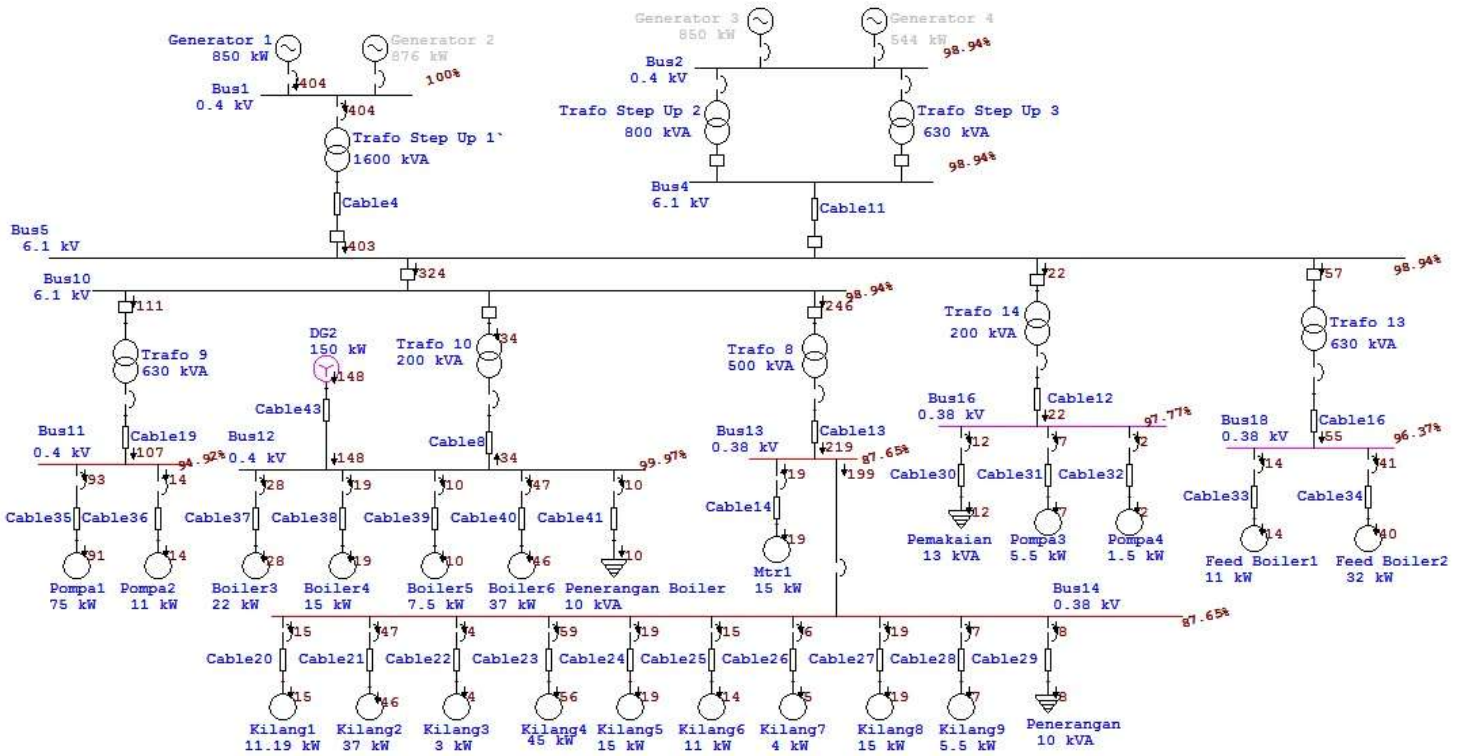
DG merupakan suatu pembangkit sisipan yang bersifat *renewable* yang diletakkan di dekat area beban. Pemasangan DG pada suatu jaringan distribusi dapat memberikan dampak yang positif terhadap karakteristik sistem. Kondisi jaringan distribusi Pusdiklat Migas Cepu yang kurang bagus, mendorong pemasangan DG menjadi salah satu solusi alternatif yang dapat digunakan. Lingkungan Pusdiklat Migas Cepu mempunyai pasokan sinar matahari yang cukup untuk penggunaan DG dengan sumber pembangkit tenaga matahari. Berikut adalah hasil setelah DG dengan kapasitas 250 KW, 380 V dipasang pada bus14



Gambar 3. Hasil simulasi pemasangan DG pada bus14

Setelah dilakukan simulasi pemasangan DG pada bus14, secara keseluruhan nilai *drop* tegangan yang terjadi mengalami penurunan, hanya pada bus12 nilai *drop* tegangan masih melebihi toleransi.

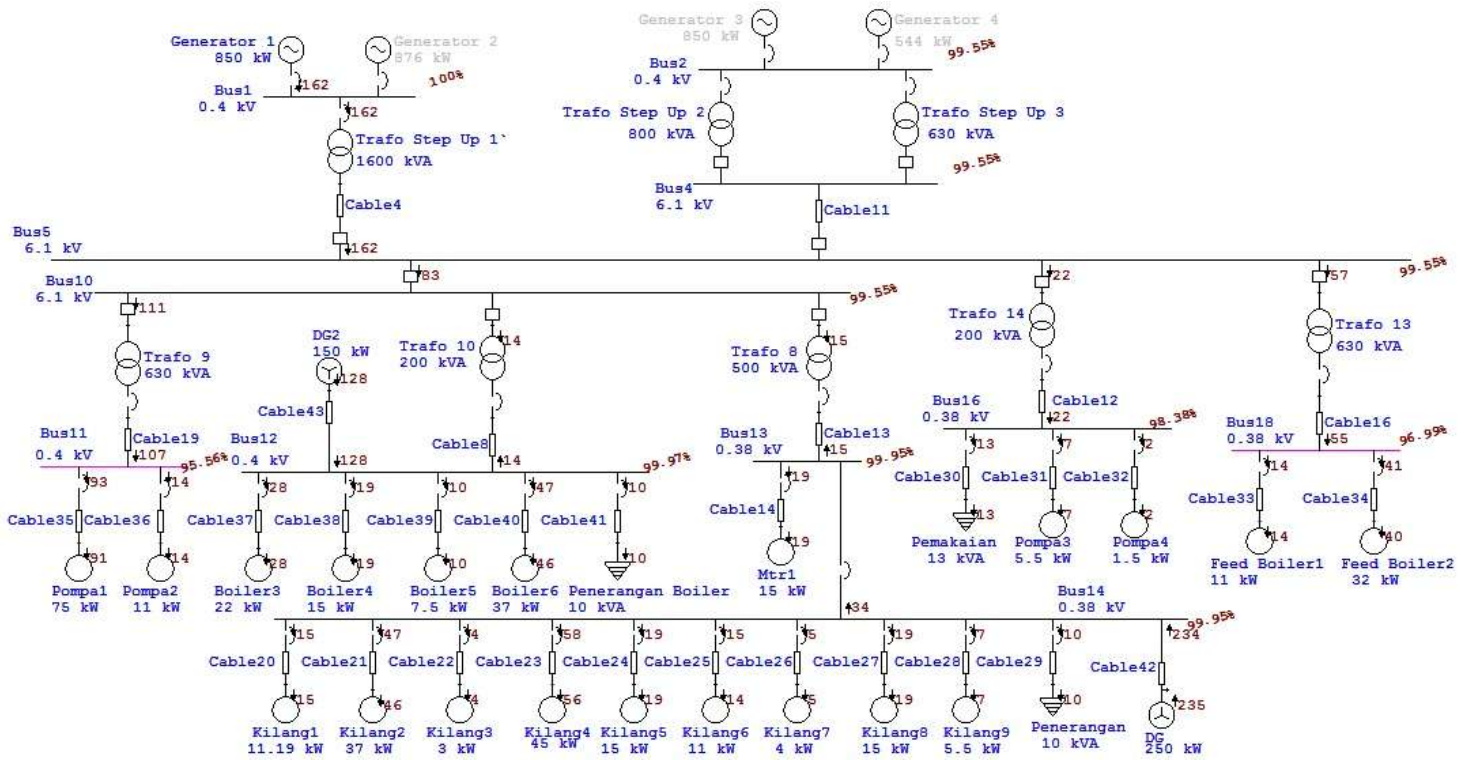
Setelah melakukan percobaan pemasangan DG pada bus14, profil tegangan mengalami perbaikan namun pada beberapa bus nilai *drop* tegangan masih melebihi ambang toleransi. Oleh karena itu, dilakukan percobaan kembali dengan memasang DG dengan kapasitas 150 KW, 400 V pada bus 12. Berikut hasil simulasi pemasangan DG pada bus12



Gambar 4. Hasil simulasi pemasangan DG pada bus12

Secara keseluruhan pemasangan DG pada bus12 menunjukkan hasil yang tidak terlalu baik. Hasil simulasi pemasangan DG pada bus12 lebih jelek dibandingkan saat DG dipasang pada bus14. Nilai *drop* tegangan pada bus11, bus13, dan bus14 masih melebihi toleransi.

Setelah DG dipasang pada bus14 saja dan bus12 saja, diperoleh hasil yang cukup baik namun pada bus tertentu nilai *drop* tegangannya masih melewati batas toleransi. Oleh karena itu, dilakukan simulasi dengan memasang DG pada bus14 dan bus12 secara bersamaan. Berikut hasil simulasi pemasangan DG pada bus14 dan bus12



Gambar 5. Hasil simulasi pemasangan DG pada bus14 dan bus12

Setelah DG dipasangkan pada bus14 dan bus12 profil tegangan sistem menunjukkan perubahan yang paling positif. Nilai *drop* tegangan yang terjadi kecil dan masih dalam batas toleransi.

Nilai *drop* tegangan dan profil tegangan pada sistem distribusi Pusdiklat Migas Cepu sebelum dan sesudah pemasangan DG ditunjukkan pada tabel berikut

Tabel 1. Nilai *drop* tegangan sistem distribusi Pusdiklat Migas Cepu

Bus	Nilai Drop Tegangan (%)			
	Sebelum pemasangan DG	Pemasangan DG pada bus14	Pemasangan DG pada bus12	Pemasangan DG pada bus14 dan bus12
1	0	0	0	0
2	1,36	0,76	1,06	0,45
4	1,36	0,76	1,06	0,45
5	1,36	0,76	1,06	0,45
10	1,36	0,76	1,06	0,45
11	5,4	4,77	5,08	4,44
12	7,57	6,93	0,03	0,03
13	12,71	0,06	12,35	0,05
14	12,71	0,06	12,35	0,05

16	2,54	1,93	2,23	1,62
18	4,95	3,33	3,63	3,01

Tabel 2. Profil tegangan sistem distribusi Pusklat Migas Cepu

Bus	Tegangan sistem distribusi (%)			
	Sebelum pemasangan DG	Pemasangan DG pada bus14	Pemasangan DG pada bus12	Pemasangan DG pada bus14 dan bus12
1	100	100	100	100
2	98,64	99,24	100	99,55
4	98,64	99,24	99,46	99,55
5	98,64	99,24	99,43	99,55
10	98,64	99,24	99,43	99,55
11	94,6	95,23	95,43	95,56
12	92,43	93,07	99,97	99,97
13	87,29	99,94	88,2	99,95
14	87,29	99,94	88,2	99,95
16	97,46	98,07	98,25	98,38
18	96,05	96,67	96,86	96,99

Pemasangan DG juga mempengaruhi besar nilai rugi-rugi daya pada sistem distribusi. Hasil simulasi pemasangan DG pada bus14 menunjukkan terjadi penurunan nilai rugi-rugi daya sebesar 58,99% menjadi 21,2 KW untuk daya aktif dan sebesar 62,17% menjadi 16 KVAR untuk daya reaktif.

Percobaan berikutnya menempatkan DG pada bus12, hasil simulasi juga menunjukkan terjadi penurunan namun tidak lebih besar saat DG dipasang pada bus14. Penurunan nilai rugi-rugi daya yang terjadi yaitu sebesar 17,21% menjadi 42,8 KW untuk daya aktif dan sebesar 38,53% menjadi 26 KVAR untuk daya reaktif.

Percobaan ketiga yaitu melakukan pemasangan DG pada bus14 dan bus12 sekaligus. Hasil simulasi menunjukkan penurunan nilai rugi-rugi daya sistem paling tinggi. Nilai penurunan rugi-rugi daya yang terjadi sebesar 72,72% menjadi 14,1 KW untuk daya aktif dan sebesar 82,74% menjadi 7,3 KVAR untuk daya reaktif.

Nilai rugi-rugi daya yang terjadi pada sistem distribusi Pusklat Migas Cepu dapat dilihat pada tabel berikut

Tabel 3. Rugi-rugi daya sistem distribusi Pusdiklat Migas Cepu

Rugi-rugi daya	Sebelum pemasangan DG	Pemasangan DG pada bus14	Pemasangan DG pada bus12	Pemasangan DG pada bus14 dan bus12
Daya aktif (KW)	51,7	21,2	42,8	14,1
Daya reaktif (KVAR)	42,3	16,0	26,0	7,3

4. PENUTUP

Setelah dilakukan simulasi pemasangan DG dengan menggunakan *software* ETAP *Power Station* 12.6 dapat diambil kesimpulan sebagai berikut

1. Pemasangan DG secara umum dapat memberikan pengaruh penurunan nilai *drop* tegangan dan rugi-rugi daya sistem distribusi.
2. Lokasi pemasangan DG pada bus yang memiliki nilai *drop* tegangan paling tinggi memberikan hasil yang lebih optimal.
3. Pemasangan 2 buah DG masing-masing pada bus14 dan bus12 menghasilkan penurunan nilai *drop* tegangan dan penurunan rugi-rugi daya paling tinggi.
4. DG merupakan solusi alternatif untuk mengatasi jeleknya karakteristik sistem distribusi dan bersifat *renewable*.

PERSANTUNAN

Penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya atas bantuan dan dukungan dari berbagai pihak dalam menyelesaikan tugas akhir. Pihak-pihak yang dimaksud adalah sebagai berikut

1. ALLAH SWT yang telah memberikan kenikmatan dan kemuliaan yang tidak ada hentinya.
2. Nabi Muhammad SAW sebagai suri tauladan dalam menjadi pribadi yang baik.
3. Ibu dan bapak tercinta yang senantiasa mendoakan dan memberi semangat dalam menyelesaikan tugas akhir.
4. Bapak Umar S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Surakarta.
5. Bapak Aris Budiman S.T., M.T. selaku dosen pembimbing.
6. Bapak dan ibu dosen teknik elektro Universitas Muhammadiyah Surakarta.
7. Teman-teman teknik elektro yang telah membantu dan memberikan dukungan dalam menyelesaikan tugas akhir.
8. Serta pihak-pihak lain yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah memberikan dukungan dan bantuan dalam menyelesaikan tugas akhir.

DAFTAR PUSTAKA

- Ackerman, Thomas., dkk. (2000). *Distributed Generation: a Definition*. Stockholm: Royal Institute of Technology.
- Anam, Sjamsjul., dkk. (2012). *Penempatan Dan Penentuan Kapasitas Optimal Distributed Generator (DG) Mneggunakan Artificial Bee Colony (ABC)*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Bawan, Elias K. (2012). *Dampak Pemasangan Distributed Generation Terhadap Rugi-Rugi Daya*. Manokwari: Universitas Negeri Papua.
- El Abiad, A.H., & Stagg, G.W. (1968). *Computer Methods in Power System Analysis*. New Delhi: McGraw-Hill Kogakusha.
- Jaganathan, Ray K., & Saha, Tapan K. (2004). *Voltage Stability Analysis of Grid Connected Embedded Generators*. Australia: Universities Power Engineering.
- IEEE. (2003). *Standard For Interconnecting Distributed Resources With Electric Power Systems*.
- Purchala, K., dkk. *Distributed Generation and The Grid Integration Issues*. London: Imperial College London.
- Putra, Rizky Pratama., dkk. (2012). *Analisa Penempatan Distributed Generation pada Jaringan Distribusi 20KV*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Stevenson, William D. (1990). *Analisis Sistem Tenaga Listrik*. Jakarta: Erlangga.
- Supardi, Agus., & Prabowo, Romdhon. (2012). *Analisis Dampak Pemasangan Distributed Generation (DG) Terhadap Profil Tegangan Dan Rugi-Rugi Daya Sistem Distribusi Standar IEEE 18 Bus*. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Viawan, F.A. (2006). *Steady State Operation and Control of Power Distribution Systems In The Presence of Distributed Generation*. Sweden: University of Teechnology Sweden.
- Zarei, Ali., & Zarei, Negin. (2012). *Overview of Distributed Generation (DG)*. Tehran: Islamic Azad University.