

ANALISIS OPTIMUM *DISTRIBUTED GENERATION* PADA KELUARAN TRANSFORMATOR UNIT I KAPASITAS 30 MVA DI GI MRICA KABUPATEN BANJARNEGARA DENGAN *SOFTWARE* ETAP 7.0.0

Melfa Silitonga^{*)}, Karnoto, and Susatyo Handoko

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik – Universitas Diponegoro
Jln. Prof. Sudharto, SH. Kampus UNDIP Tembalang, Semarang 50275, Indonesia

^{*)}*Email : melfaasilitonga@yahoo.co.id*

Abstrak

Pembangkit Distribusi adalah pembangkitan dipasang di jaringan distribusi untuk mengurangi tegangan jatuh dan rugi-rugi daya karena impedansi saluran. Pembangkit terdistribusi yang digunakan pada PENELITIAN adalah pembangkit listrik tenaga mikrohidro (PLTMH). Gardu Induk (GI) Mrica 150 kV melalui Trafo I menyuplai daya listrik ke beban di penyulang Mrica 01, Mrica 03 dan Mrica Tapen. Penyulang Mrica 01 memiliki dua DG yaitu PLTMH Karangtengah 320 kVA dan PLTMH Singgi 200 kVA, penyulang Mrica 03 tidak memiliki DG dan penyulang Mrica Tapen memiliki tiga DG yaitu PLTMH Tapen 1000 kVA, PLTMH Siteki 1200 kVA dan PLTMH Plumbungan 1600 kVA. Sistem diatas disimulasikan ke program ETAP 7.0.0 selanjutnya dianalisis susut energi, tegangan jatuh, rugi-rugi daya, profil tegangan. Objective function dari sistem dihitung dengan bantuan Microsoft Office Excel 2007. Hasil pengujian PENELITIAN pada Trafo Unit I saat terkoneksi dan tidak terkoneksi dengan DG menunjukkan bahwa selisih susut energi adalah 0,07 % dan selisih tegangan jatuh sebesar 0,08 %. Analisis kondisi terkoneksi dan tidak terkoneksi DG menghasilkan selisih daya reaktif dan daya aktif sebesar 212,2 kVAR dan 13,5 kW. Nilai objective function Trafo Unit I paling optimum sebesar 595656,1253. Hal ini membuktikan bahwa DG sangat berpengaruh meminimalkan rugi-rugi daya, tegangan jatuh dan objective function.

Kata Kunci : Pembangkit Terdistribusi (DG) , Daya Aktif, Daya Reaktif, drop voltage, Objective function , Profil Tegangan, Software ETAP 7.0.0, Microsoft Office Excel 2007.

Abstract

DG is a generation that installed in distribution network to reduce drop voltage, power losses because of line impedance. DG used in this final assigment is PLTMH. Substation Mrica 150 kV through the Trafo Unit I supplies electrical power to load feeders Mrica 01, Mrica 03, Mrica Tapen. Mrica 01 load feeder has two DG, those are PLTMH Karangtengah 320 kVA, PLTMH Singgi 200 kVA. Mrica 03 load feeder doesn't have DG, Mrica Tapen load feeder has three DG, those are PLTMH Tapen 1000 kVA, PLTMH Siteki 1200 kVA, PLTMH Plumbungan 1600 kVA. It was simulated by ETAP 7.0.0 software, analysis the energy losses, drop voltage, power loss, profile of voltage. Objective function was made, calculated by Microsoft Office Excel 2007. Test result on the final project of Trafo Unit I when it was connected, not connected to DG shows in energy losses was 0,07 %, drop voltage was 0,08 %. Analysis it was connected, not connected to DG results a reative power, active power 212,2 kVAR, 13,5 kW consecutively. The most optimum Objective function of Trafo Unit I was 595656,1253. The result proves that the DG is very important to minimize power losses, drop voltage and the objective function.

Keyword : Distributed generation (DG), Active Power , Reactive Power , drop voltage, Objective function , voltage profile , ETAP Software 7.0.0, Microsoft Office Excel 2007.

1. Pendahuluan

Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMh) adalah pembangkit listrik yang berskala kecil yang pada dasarnya memanfaatkan energi potensial air jatuhnya air. Kondisi air yang bisa dimanfaatkan sebagai sumber daya

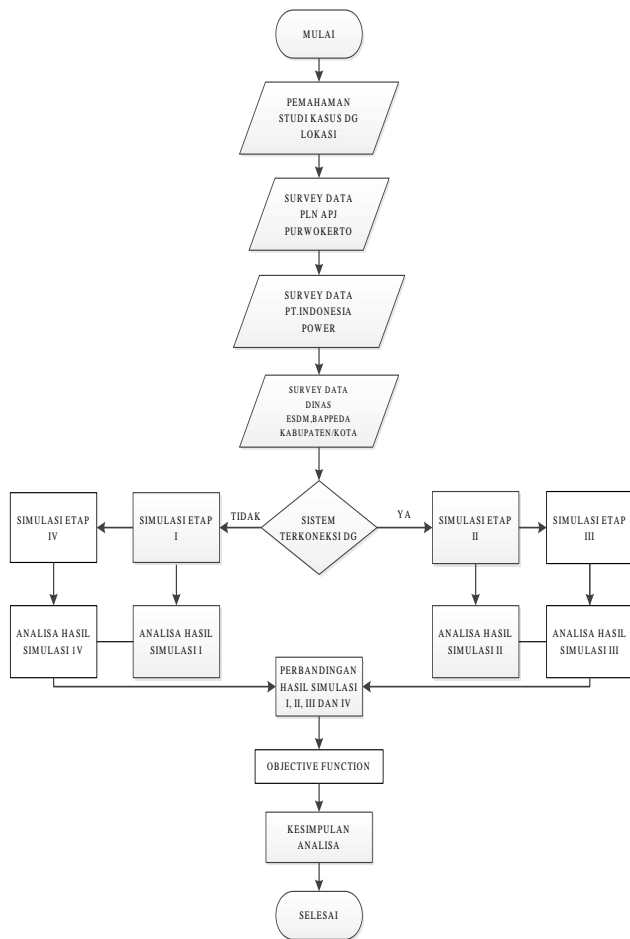
(resources) penghasil listrik adalah memiliki kapasitas aliran dan ketinggian tertentu dan instalasi. Pembangkitan terdistribusi didefinisikan sebagai sumber yang ukurannya berkapasitas kurang dari 15 MW dan terpasang pada gardu induk atau beban. Dengan latar belakang tersebut, maka penulis mencoba melakukan Penelitian ini bertujuan

untuk mengetahui pengaruh pengoperasian DG dilokasi dengan menggunakan *software* ETAP 7.0.0.

Data yang digunakan adalah data lapangan yang digunakan adalah data sistem yang ada milik PT. PLN (Persero) Rayon Banjarnegara, PT. Indonesia Power, Gardu Induk Mrica.

2. Metode

Diagram alir perancangan dan pembuatan program Analisis kinerja operasi optimum *Distributed generation* pada keluaran Transformator Unit I kapasitas 30 MVA di GI Mrica Kabupaten Banjarnegara dengan *Software* Etap 7.0.0 ditunjukkan pada Gambar 1 sebagai berikut :

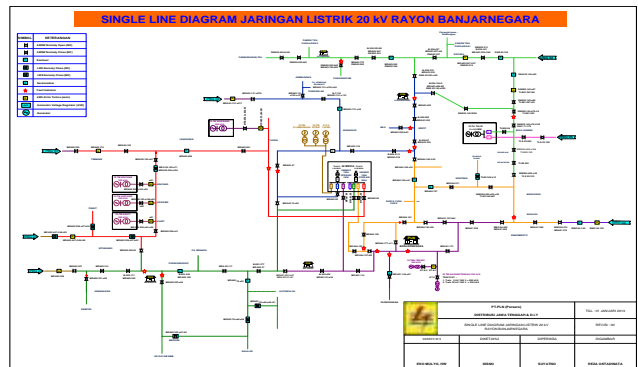


Gambar 1 Diagram alir penyusunan PENELITIAN

2.1 Perancangan Simulasi Sistem

2.1.1 Data – data Sistem

Data jaringan tegangan menengah Banjarnegara yang digunakan dalam PENELITIAN ini adalah data sistem jaringan tegangan menengah Banjarnegara pada tahun 2013.



Sumber : PT PLN (Persero) APJ Purwokerto

Gambar 2 Single Line Diagram JTM 20 kV PT PLN (Persero) Rayon Banjarnegara

2.1.2 Data Pembebanan Gardu Induk (GI) di Rayon Banjarnegara

Data gardu Induk yang dimaksud disini adalah data pembebanan pada masing-masing penyulang GI Mrica.

Tabel 1 Beban Arus Penyulang GI Area Purwokerto Bulan April 2013 jam 10.00 WIB

Gardu Induk	Tipe	Tahun	Bulan	Beban April 2013																								Rata-rata					
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24						
JGDG	1	2013	April	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
				01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
JGDG	2	2013	April	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
				01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
JGDG	3	2013	April	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
				01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30

Sumber : PT PLN (Persero) Area Purwokerto

2.1.3 Data Impedansi Kabel Jaringan

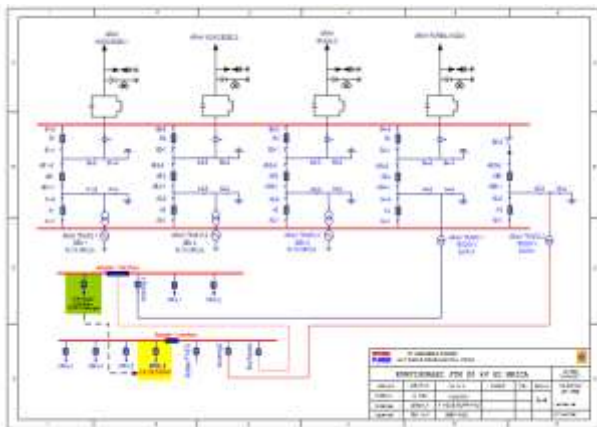
Data kabel jaringan ini diperlukan agar diketahui susut tegangan dan susut energi yang terjadi pada jaringan. Berikut ini adalah data impedansi kabel jaringan:

Tabel 3 Data Impedansi Kabel Jaringan

mm ²	AAAC			
	Z1,Z2		Zo	
	R1	jx1	Ro	jxo
1	6.0000	7.0000	8.0000	9.0000
16	2.0161	0.4036	2.1641	1.6911
25	0.9217	0.3790	1.0697	1.6695
50	0.6452	0.3678	0.7932	1.6553
70	0.4608	0.3572	0.6088	1.6447
95	0.3396	0.3449	0.4876	1.6324
120	0.2688	0.3375	0.4168	1.6251
150	0.2162	0.3305	0.3631	1.6180
185	0.1744	0.3239	0.3224	1.6114
240	0.1344	0.3158	0.2824	1.6003

Sumber : SPLN S2-3:1983

2.1.4 Data Konfigurasi JTM 20 KV GI MRICA



Sumber : PT Indonesia Power UBP Mrica

Gambar 3 Data log-sheet pengoperasian peralatan GI 150 KV MRICA

3. Hasil dan Analisa

3.1 Simulasi Sistem dengan Software ETAP 7.0.0

Simulasi yang dilakukan terdiri dari empat macam, yaitu Simulasi I, simulasi II, Simulasi III, dan Simulasi IV.

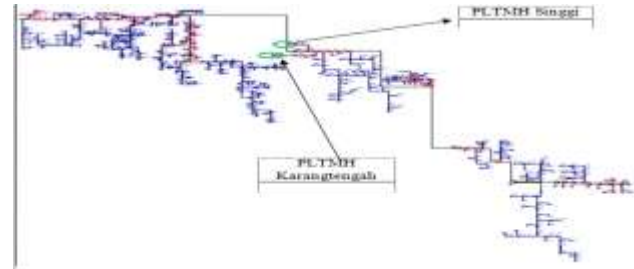
1. Simulasi I : penyulang Mrica 01
2. Simulasi II : penyulang Mrica 03
3. Simulasi III : penyulang Mrica Tapan
4. Simulasi IV : gabungan penyulang Mrica 01, penyulang Mrica 03 dan penyulang Mrica Tapan pada keluaran Transformator I Gardu Induk Mrica dengan kapasitas 30 MVA.

3.2 Hasil Running Simulasi dengan menggunakan program ETAP 7.0.0

Pada simulasi ini yang digunakan dalam metode ini adalah dengan menggunakan *Balanced Load Flow Analysis*.

3.2.1 Simulasi I

Hasil gambar *running* pada simulasi pertama yaitu pada penyulang Mrica 01.



Gambar 4 Hasil simulasi pertama *Balance Load Flow Analysis* pada penyulang Mrica 01

3.2.2 Simulasi II

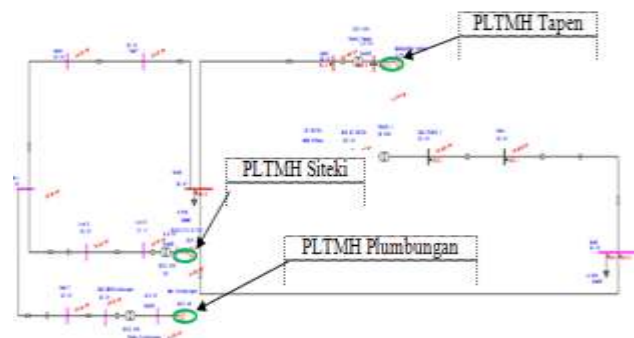
Hasil gambar *running* pada simulasi kedua adalah penyulang Mrica 03.



Gambar 5 Hasil simulasi kedua *Balance Load Flow Analysis* pada penyulang Mrica 03 yang tidak memiliki DG

3.2.3 Simulasi III

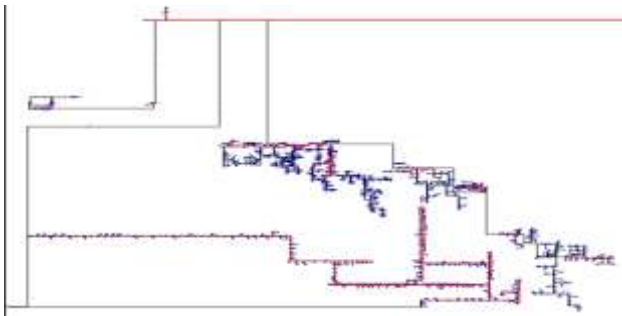
Hasil gambar *running* pada simulasi ketiga adalah penyulang Mrica Tapan.



Gambar 6 Hasil simulasi ketiga *Balance Load Flow Analysis* pada penyulang Mrica Tapan

3.2.4 Simulasi IV

Hasil gambar selanjutnya adalah gambar *running* pada simulasi keempat yaitu gabungan dari penyulang I,II,III,IV.



Gambar 7 Gabungkan dari penyulang I,II,III,IV

3.3 Susut energi dan susut tegangan

Pada simulasi pertama adalah hasil *report* dari simulasi penyulang Mrica 01.

SUMMARY OF TOTAL GENERATION, LOADING & DEMAND				
	MW	Mvar	MVA	% PF
Source (Droop Bus):	0.000	0.000	0.000	00.00 Lagging
Source (Non-Droop Bus):	0.135	0.110	0.281	85.00 Lagging
Total Demand:	6.614	4.516	8.000	85.39 Lagging
Total Motor Load:	0.284	0.279	0.216	88.80 Lagging
Total Static Load:	1.196	0.741	1.407	85.00 Lagging
Total Constant Load:	0.000	0.000	0.000	
Total Control Load:	0.000	0.000	0.000	
Apparent Losses:	0.135	0.110	0.281	
System Minimum:	0.000	0.000		
Number of Iterations:	3			

Gambar 8 Summary of total generation, loading and demand pada penyulang Mrica 01

Untuk mencari susut energi (*losses energy*) pada simulasi pertama rumus yang digunakan adalah

$$LOSSES = \frac{\sum \text{Apparent Losses}}{\sum \text{Total Demand}} \times 100\%$$

$$LOSSES = \frac{\sum 0,135}{\sum 6,614} \times 100\%$$

$$LOSSES = 2,04\%$$

Sedangkan untuk mencari susut tegangan atau *drop voltage* pada simulasi pertama rumus yang digunakan adalah

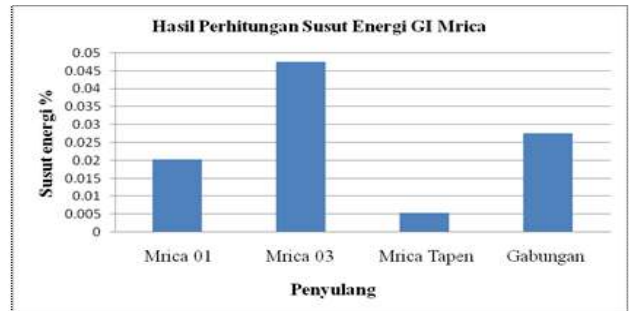
$$DROP VOLTAGE = \% \text{TEGANGAN PD GI} - \% \text{TEGANGAN PALING UJUNG}$$

$$= 98,46\% (19,692 \text{ kV}) - 94,49\% (18,899 \text{ kV})$$

$$= 3,97\% (0,793 \text{ kV})$$

Tabel 4 Susut energi (*losses energy*) setiap hasil penyulang

Gardu Induk	Losses			
	Feeder	Total Demand	Apparent Losses	Susut Energi (Losses %)
MRICA	MRA 01	6.614	0.135	0.020411249
	MRA 03	7.186	0.342	0.047592541
	MRA Tapen	9.755	0.053	0.005433111
	Gabungan	22.757	0.627	0.027551962

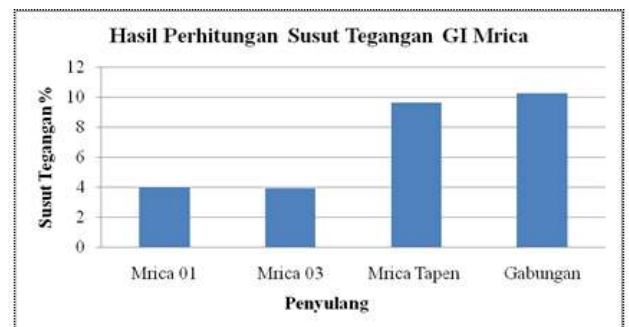


Gambar 9 hasil susut energi (*losses energy*)

Hasil keluaran dari Trafo Unit I menghasilkan susut energi sebesar 0.028170913

Tabel 5 Susut tegangan (*drop voltage*) setiap hasil penyulang

Gardu Induk	Penyulang	Tegangan Pangkal (KV)	Tegangan Ujung (KV)	DROP VOLTAGE
MRICA	Mrica 01	19.692	18.899	3.97
	Mrica 03	19.618	17.518	3.89
	Mrica Tapen	19.603	19.43	9.637
	Gabungan	19	17	10.19



Gambar 10 hasil susut tegangan (*drop voltage*)

3.4 Terkoneksi DG dan tidak terkoneksi DG

Hasil simulasi aliran daya pada keluaran Trafo Unit I Pada GI Mrica Trafo Unit I nilai beban terukur sebesar daya aktifnya 21,728 MW = 21.728 kW, dan nilai daya reaktifnya 16,563 MVAR = 16.563 kVAR, Maka berdasarkan dapat dihitung :

$$kVAR_{Threshold} = kW_{Terukur} \times 0,484$$

$$= 21.728 \times (0,484)$$

$$= 10,516352 \text{ kVAR}$$

Dari persamaan rumus diatas dapat dihitung juga *charge* kVAR atau kelebihan kVAR atau kVAR tertagih sebagai berikut

$$kVAR_{Tertagih} = kVAR_{Terukur} - kVAR_{Threshold}$$

$$= 16.563.000 - 10.516.352$$

$$= 6.046,688 \text{ kVAR}$$

Dengan demikian berdasarkan hasil simulasi pada sistem yaitu keluaran Trafo Unit I saat terkoneksi dengan

GI Mrica mengalami kelebihan kVAR, sebesar 6.046,688 kVAR.

CCT - Branch	From To Bus Flow		To From Bus Flow		Wp	Wq	Wv	Wp + Wq + Wv
	MVA	MVar	MVA	MVar				
Line000-1	0.041	0.020	-0.041	-0.020	0.0	0.0	0.0	0.00
Line001-1	0.009	0.006	-0.009	-0.006	0.0	0.0	0.0	0.00
Line002-1	0.032	0.012	-0.032	-0.012	0.0	0.0	0.0	0.00
Line003-1	0.473	0.143	-0.473	-0.143	0.0	0.0	0.0	0.00
Line000-1	0.040	0.020	-0.040	-0.020	0.0	0.0	0.0	0.00
Line001-1	0.009	0.006	-0.009	-0.006	0.0	0.0	0.0	0.00
Line002-1	0.032	0.012	-0.032	-0.012	0.0	0.0	0.0	0.00
Line003-1	0.463	0.143	-0.463	-0.143	0.0	0.0	0.0	0.00
Line000-1	0.040	0.020	-0.040	-0.020	0.0	0.0	0.0	0.00
Line001-1	0.009	0.006	-0.009	-0.006	0.0	0.0	0.0	0.00
Line002-1	0.032	0.012	-0.032	-0.012	0.0	0.0	0.0	0.00
Line003-1	0.453	0.143	-0.453	-0.143	0.0	0.0	0.0	0.00
Line000-1	0.040	0.020	-0.040	-0.020	0.0	0.0	0.0	0.00
Line001-1	0.009	0.006	-0.009	-0.006	0.0	0.0	0.0	0.00
Line002-1	0.032	0.012	-0.032	-0.012	0.0	0.0	0.0	0.00
Line003-1	0.443	0.143	-0.443	-0.143	0.0	0.0	0.0	0.00
Line000-1	0.040	0.020	-0.040	-0.020	0.0	0.0	0.0	0.00
Line001-1	0.009	0.006	-0.009	-0.006	0.0	0.0	0.0	0.00
Line002-1	0.032	0.012	-0.032	-0.012	0.0	0.0	0.0	0.00
Line003-1	0.433	0.143	-0.433	-0.143	0.0	0.0	0.0	0.00
Tran's (Total)	0.170	0.105	-0.170	-0.105	0.0	0.0	0.0	0.00
TRAF001-1	21.720	10.760	-21.720	-10.760	0.0	0.0	0.0	0.00

Gambar 11 Hasil contoh simulasi *balance losses* pada keluaran Trafo Unit I saat terkoneksi dengan DG

Daya aktif pada Trafo Unit I ini memiliki sebesar 626,5 kW sedangkan pada total daya reaktif yang dimiliki Trafo Unit I saat terkoneksi dengan DG yaitu sebesar 3763,6 kVAR.

CCT - Branch	From To Bus Flow		To From Bus Flow		Wp	Wq	Wv	Wp + Wq + Wv
	MVA	MVar	MVA	MVar				
Line000-1	0.041	0.020	-0.041	-0.020	0.0	0.0	0.0	0.00
Line001-1	0.009	0.006	-0.009	-0.006	0.0	0.0	0.0	0.00
Line002-1	0.032	0.012	-0.032	-0.012	0.0	0.0	0.0	0.00
Line003-1	0.473	0.143	-0.473	-0.143	0.0	0.0	0.0	0.00
Line000-1	0.040	0.020	-0.040	-0.020	0.0	0.0	0.0	0.00
Line001-1	0.009	0.006	-0.009	-0.006	0.0	0.0	0.0	0.00
Line002-1	0.032	0.012	-0.032	-0.012	0.0	0.0	0.0	0.00
Line003-1	0.463	0.143	-0.463	-0.143	0.0	0.0	0.0	0.00
Line000-1	0.040	0.020	-0.040	-0.020	0.0	0.0	0.0	0.00
Line001-1	0.009	0.006	-0.009	-0.006	0.0	0.0	0.0	0.00
Line002-1	0.032	0.012	-0.032	-0.012	0.0	0.0	0.0	0.00
Line003-1	0.453	0.143	-0.453	-0.143	0.0	0.0	0.0	0.00
Line000-1	0.040	0.020	-0.040	-0.020	0.0	0.0	0.0	0.00
Line001-1	0.009	0.006	-0.009	-0.006	0.0	0.0	0.0	0.00
Line002-1	0.032	0.012	-0.032	-0.012	0.0	0.0	0.0	0.00
Line003-1	0.443	0.143	-0.443	-0.143	0.0	0.0	0.0	0.00
Tran's (Total)	0.170	0.105	-0.170	-0.105	0.0	0.0	0.0	0.00
TRAF001-1	21.720	10.760	-21.720	-10.760	0.0	0.0	0.0	0.00

Gambar 12 Hasil simulasi *balance losses* pada keluar Trafo Unit I saat tidak terkoneksi dengan DG

Total daya aktif pada Trafo Unit I menghasilkan sebesar 640,0 kW sedangkan daya reaktif nya menghasilkan sebesar 3975,8 kVAR.



Gambar 13 Bentuk grafik Trafo Unit I saat terkoneksi dengan DG dan tidak terkoneksi dengan DG

Bentuk hasil dari daya reaktif ketika daya reaktif tersebut terkoneksi dengan DG dan tidak terkoneksi dengan DG



Gambar 15 Bentuk grafik simulasi *Active power loss* di keluaran saat terkoneksi dengan DG dan tidak terkoneksi dengan DG

Daya aktif dan daya reaktif yang dihasilkan dari saluran bus tanpa terkoneksi dengan DG.

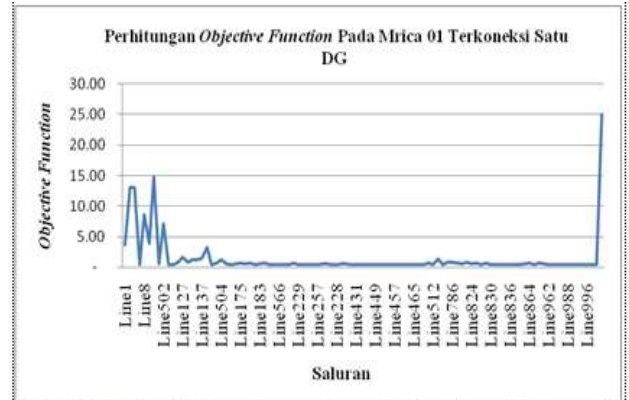
3.5 Objective Function

Dari total hasil simulasi diatas dapat menentukan *Objective Function* (F) yang memiliki DG dengan rumus:

$$\text{Objective Function} = W_p P_l + W_q Q_l + W_v CVD$$

$$W_p = 0,35 \quad W_q = 0,1 \quad W_v = 0,55$$

3.5.1 Objective function saat terkoneksi dengan satu DG pada penyulang Mrica 01



Gambar 14 Bentuk grafik *objective function* pada penyulang Mrica 01 saat terkoneksi satu DG

Pada saluran (line) 1 dapat menghasilkan *Objective Function* (F) sebesar:

$$\begin{aligned} \text{Objective Function} &= W_p P_l + W_q Q_l + W_v CVD \\ &= 0,35 \times 5,4 \text{ kW} + 0,1 \times 12,7 \text{ kVAR} + 0,55 \times (\text{Teg. Pangkal} - \text{Teg. Ujung}) \\ &= 0,35 \times 5400 \text{ W} + 0,1 \times 12700 \text{ VAR} + 0,55 \times (19,7 - 18,869) = 3,61 \end{aligned}$$

Nilai Optimum minimal pada *Objective function* untuk penyulang Mrica 01 dengan kondisi saat terkoneksi satu DG adalah sebesar 0,45.

3.5.2 Objective function saat terkoneksi dengan dua DG pada penyulang Mrica 01

Pada penyulang Mrica 01 memiliki dua DG yaitu PLTMH Karangtengah yang berkapasitas 320 kVA dan PLTMH Singgi dengan kapasitas 200 kVA.



Gambar 15 Bentuk grafik objective function pada penyulang Mrica 01 saat terkoneksi dua DG

$$= 0,35 \times 5,1 \text{ kW} + 0,1 \times 12 \text{ kVAR} + 0,55 \times (\text{Teg. Pangkal -Teg.Ujung})$$

$$= 0,35 \times 5100 \text{ W} + 0,1 \times 12000 \text{ VAR} + 0,55 \times (19,692 - 18,898)$$

$$= 3,43$$

Nilai Optimum minimal pada Objective function untuk penyulang Mrica 01 dengan kondisi saat terkoneksi dua DG adalah sebesar 0,44.

3.5.3 Objective function saat penyulang Mrica Tapen

Saat terkoneksi dengan ketiga DG maka total rugi-rugi daya aktifnya dan total rugi-rugi daya reaktifnya sama dengan saat terkoneksi dengan satu DG dan dua DG karena arus pada PLTMH Tapen sebesar 1825.3 A, PLTMH Siteki sebesar 68,3 A sedangkan pada PLTMH Plumbungan maksimal 100 A.



Gambar 16 Bentuk grafik simulasi Objective Function pada penyulang MRICA Tapen terkoneksi tiga DG

$$= 0,35 \times 5,6 \text{ kW} + 0,1 \times 13,2 \text{ kVAR} + 0,55 \times (\text{Teg. Pangkal -Teg.Ujung})$$

$$= 0,35 \times 5600 \text{ W} + 0,1 \times 13200 \text{ VAR} + 0,55 \times (19,6 - 19,43)$$

$$= 3,39$$

Sehingga nilai Optimum minimal pada Objective function untuk penyulang Mrica Tapen dengan kondisi terkoneksi tiga DG adalah sebesar 0,10 sama dengan saat terkoneksi pada satu DG dan dua DG.

3.5.6 Objective function keluaran Trafo Unit I

Pada keluaran Trafo Unit I yang berkapasitas 30 MVA ini adalah



Gambar 17 Bentuk grafik simulasi Objective Function pada keluaran Trafo Unit I

$$= 0,35 \times 5,4 \text{ kW} + 0,1 \times 12,7 \text{ kVAR} + 0,55 \times (\text{Teg. Pangkal -Teg.Ujung})$$

$$= 0,35 \times 5400 \text{ W} + 0,1 \times 12700 \text{ VAR} + 0,55 \times (18,888 - 16,842) = 4,30$$

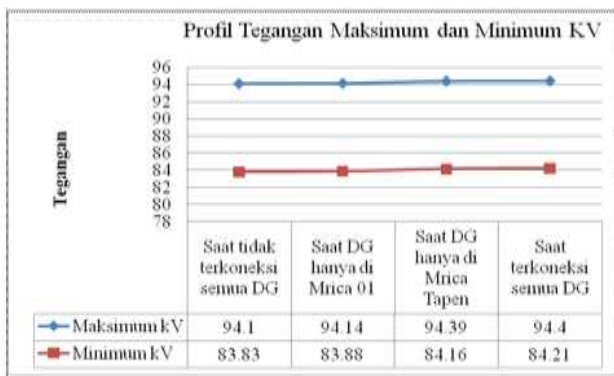
Nilai Optimum minimal pada Objective function untuk simulasi IV dengan kondisi terkoneksi lima DG adalah sebesar 1,13.

3.6 Profil Tegangan

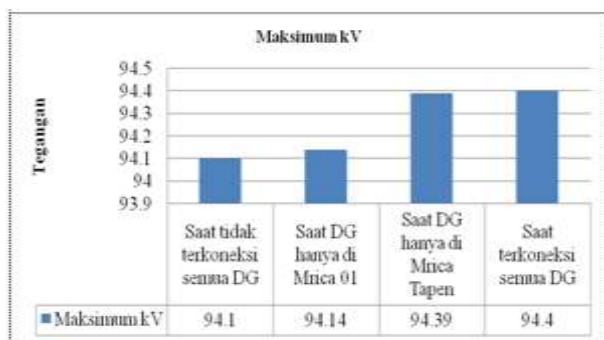
Dari hasil Objective function diatas berikut pengaruh DG terhadap profil tegangan pada jaringan distribusi tenaga listrik:

Tabel 6 Profil tegangan max dan min di keluaran Trafo Unit I 30 MVA

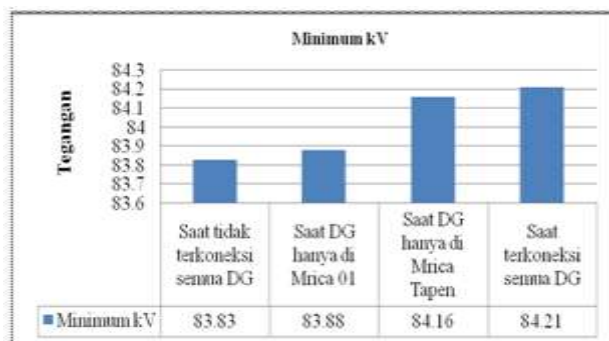
Profil Maksimum dan Minimum kV		
Nama Bus	V (%)	
	Maksimum kV	Minimum kV
Saat tidak terkoneksi semua DG	94.1	83.83
Saat DG hanya di Mrica 01	94.14	83.88
Saat DG hanya di Mrica Tapen	94.39	84.16
Saat terkoneksi semua DG	94.4	84.21



Gambar 18 Grafik profil tegangan maksimal dan minimal kV saat terkoneksi DG dan tidak terkoneksi DG



Gambar 19 Grafik tegangan maksimal saat terkoneksi DG dan tidak terkoneksi DG



Gambar 20 Grafik tegangan minimal saat terkoneksi DG dan tidak terkoneksi DG

Dari hasil simulasi diatas dan grafik pengaruh DG terhadap profil tegangan sangat berpengaruh terhadap tegangan pada jaringan distribusi keluaran Trafo Unit I 30 MVA Gardu Induk Mrica diperoleh bahwa adanya DG sangat berguna bagi penempatan pembangkitan terdistribusi untuk memperbaiki profil tegangan.

4. Kesimpulan

Berdasarkan pengujian dan analisa yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

1. Hasil perhitungan *objective function* menggunakan *Microsoft Office Excel 2007*, menunjukkan bahwa ketika Trafo Unit I terkoneksi dengan semua DG, maka nilai optimum yang dihasilkan adalah sebesar 595656,1253. Nilai ini adalah nilai terkecil dibandingkan dengan kondisi simulasi lainnya. Nilai *objective function* ketika Trafo Unit I terkoneksi hanya DG Mrica 01, Mrica Tapen dan tidak terkoneksi dengan semua DG adalah 614095,7827, 602931,1336 dan 621581,1253.
2. Hasil simulasi *software ETAP 7.0.0* pada Trafo Unit I saat kondisi terkoneksi DG dan tidak terkoneksi DG memiliki selisih dari susut energi sebesar 0,07 % dan susut tegangan sebesar 0,08 %.
3. Hasil simulasi *software ETAP 7.0.0* pada Trafo Unit I saat kondisi terkoneksi dan tidak terkoneksi DG memiliki selisih daya reaktif sebesar 212,2 kVAR dan daya aktif sebesar 13,5 %.
4. Hasil perhitungan *Microsoft Office Excel 2007* pada Trafo Unit I saat kondisi terkoneksi dan tidak terkoneksi semua DG, menghasilkan selisih nilai *objective function* sebesar 615,625.
5. Trafo Unit I saat terkoneksi dengan semua DG menghasilkan profil tegangan dengan nilai terkecil sebesar 2,046 kV, sementara ketika Trafo Unit I tidak terkoneksi dengan semua DG profil tegangan rata-ratanya adalah 2,05 kV.

Referensi

- [1]. Nurullita, Hasta. *Analisa Koneksi PLTA Wonogiri Pada Sistem GI Wonogiri JTM 20 KV Dengan Software ETAP 7.0.0*, Skripsi S-1, Universitas Diponegoro.Semarang 2012.
- [2]. M.F.Kotb, K.M.Shebl, "Genetic Algorithm for Optimum Sizing and Sizing of Distributed Generation,Cairo University,Egypt, December 19-21,2010, Paper ID 196.
- [3]. Mahardhika, Dhimas, *Simulasi Pengembangan Trafo Distribusi Berdasarkan Pertumbuhan Beban Menggunakan Model DKL 3,2 dan Software ETAP 7.0.0 Tahun 2012-2016 di UPJ Batang*. Skripsi S-1, Universitas Diponegoro, Semarang, 2012.
- [4]. Pradana Putradewa Jayawardana. *Analisa Pengaruh Penempatan Distributed Generation Terhadap Kestabilan Tegangan Pada Sistem Distribusi*, Skripsi S-1, Universitas Diponegoro.Semarang 2012.
- [5]. Agus Supardi, Romdhon Prabowo " *Analisis Dampak Pemasangan Distributed Generation (DG) Terhadap Profil Tegangan Dan Rugi-Rugi Daya Sistem Distribusi Standar IEEE 18 Bus*, Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2012.
- [6]. Reza, Muhamad, *Stability Analysis of Transmission Systems with High Penetration of Distributed Generation*, Disertasi-S3, Technische Universiteit Delft, Delft, Belanda, 2006.
- [7]. Hemdan, N.G.A. dan M. Kurrat, "Distributed Generation Location and Capacity Effect on Voltage Stability of Distribution Networks", *Annual IEEE Student Paper Conference*, 2008.
- [8]. U.S.-Canada Power System Outage Task Force, *Final Report on the August 14, 2003 Blackout in the United*

States and Canada: Causes and Recommendations,
<http://certs.lbl.gov/pdf/b-f-web-part1.pdf>, Oktober 2012.

- [9]. Purchala, K., R. Belmans, L. Exarchakos, dan A.D. Hawkes,

Distributed Generation and the Grid Integration Issues,
http://eusustel.be/public/documents_public/WP/WP3/WP%203.4.1%20Distributed%20generation%20and%20grid%20integration%20issues.pdf, September 2012.