

Pengaruh penempatan distributed generation terhadap ketidakseimbangan beban pada penyulang kh-01 di PT. PLN (persero) ULP Krueng Geukueh

Muhammad Azizi¹, Selamat Meliala², Andik Bintoro³

^{1,3}Department of Electrical Engineering, Malikussaleh University, Indonesia

**Corresponding Author: muhammad.160150031@mhs.unimal.ac.id*

ABSTRACT

Distributed Generation is a power plant with a small capacity which is usually located close to the load in the electric power distribution system. One effort to reduce the value of power losses and also improve voltage drops in the distribution network is by interconnecting DG in the electric power distribution system. This research method uses data from PT. PLN (Persero) ULP Krueng Geukueh, the data was processed and simulated using ETAP 12.6 software with several scenarios carried out. The results obtained before connecting distributed generation, the resulting power losses were 97 MW for active power losses and 114 Mvar for reactive power losses. and after the introduction of distributed generation using scenario 1, it was able to improve the value of power losses by 94 MW for active power losses and 107 Mvar for reactive power losses and scenario 2 was able to reduce power losses by 71 MW for active power losses and 57 Mvar for reactive power loss and by using scenario 3 the resulting power loss value increases by 139 MW for active power loss and 147 Mvar for reactive power loss. It can be concluded that scenario 2 is able to improve the voltage profile and power losses on the KH-01 feeder.

Keywords: Distributed generation, Power losses, ETAP 12.6 Software

ABSTRAK

Distributed Generation merupakan pembangkit listrik dengan kapasitas kecil yang biasanya terletak dekat dengan beban pada sistem distribusi tenaga listrik. Salah satu upaya untuk mengurangi nilai rugi daya dan juga memperbaiki drop tegangan pada jaringan distribusi yaitu dengan interkoneksi DG pada sistem distribusi tenaga listrik. Metode penelitian ini menggunakan data dari PT. PLN (Persero) ULP Krueng Geukueh, data tersebut diolah dan disimulasikan menggunakan software ETAP 12.6 dengan beberapa skenario yang dilakukan. Hasil yang didapatkan sebelum dihubungkan distributed generation nilai rugi – rugi daya yang dihasilkan sebesar 97 MW untuk rugi daya aktif dan 114 Mvar untuk rugi daya reaktif. dan setelah masuknya distributed generation dengan menggunakan skenario 1 mampu memperbaiki nilai rugi - rugi daya sebesar 94 MW untuk rugi daya aktif dan 107 Mvar untuk rugi daya reaktif dan skenario 2 mampu mengurangi rugi – rugi daya sebesar 71 MW untuk rugi daya aktif dan 57 Mvar untuk rugi daya reaktif dan dengan menggunakan skenario 3 nilai rugi daya yang dihasilkan semakin bertambah sebesar 139 MW untuk rugi daya aktif dan 147 Mvar untuk rugi daya reaktif. Dapat disimpulkan skenario 2 mampu memperbaiki profil tegangan dan rugi - rugi daya pada penyulang KH-01.

Kata kunci: Distributed generation, Rugi – rugi daya, Software ETAP 12.6

Manuscript received 26 January. 2024; accepted 2 May. 2024.

Journal Geuthee of Engineering and Energy is licensed under a Creative Commons Attribution-Share Alike 4.0 International License.



1. PENDAHULUAN

Sistem Distribusi merupakan salah satu sistem dalam sistem tenaga listrik yang mempunyai peran penting karena berhubungan langsung dengan konsumen terutama pada konsumen tegangan menengah dan tegangan rendah. Dengan bertambahnya jumlah konsumen maka akan meningkatkan jumlah titik - titik beban pada suatu sistem distribusi [1].

Distributed Generation merupakan pembangkit listrik dengan kapasitas kecil yang biasanya terletak dekat dengan beban pada sistem distribusi tenaga listrik. Salah satu upaya untuk mengurangi nilai rugi daya dan juga memperbaiki drop tegangan pada jaringan distribusi yaitu dengan interkoneksi DG pada sistem distribusi tenaga listrik [2]. Rugi daya merupakan masalah yang belum dapat dipecahkan secara menyeluruh, Rugi daya hanya bisa diminimalisasi atau direduksi. pembangkit tenaga listrik memungkinkan daya listrik yang akan dihasilkan oleh pembangkit listrik skala kecil relatif dekat dengan pusat - pusat yang langsung terhubung ke jaringan distribusi. Distributed Generation mencakup berbagai teknologi pembangkit seperti sistem fotovoltaic dan turbin angin [3].

Photovoltaic merupakan piranti yang dapat mengkonversi cahaya matahari menjadi energi listrik. Energi matahari dapat menghasilkan daya hingga 156.486 MW jumlah yang lebih besar jika dibandingkan dengan sumber energi terbarukan yang lainnya [4].

Tujuan penelitian ini adalah untuk melihat pengaruh masuknya DG (Distributed Generation) berbasis PV (photovoltaic) ke sistem Distribusi pada penyulang KH-01 di PT. PLN (Persero) ULP Krueng Geukueh dengan menggunakan ETAP (Electrical Transient Analyser Program) 12.6.

2. RESEARCH METHOD

2.1. Sistem Tenaga Listrik

Struktur tenaga listrik atau sistem tenaga listrik sangat besar dan kompleks karena terdiri atas komponen peralatan atau mesin listrik seperti generator, transformator, beban dan alat-alat pengaman dan pengaturan yang saling dihubungkan membentuk suatu sistem yang digunakan untuk membangkitkan, menyalurkan, dan menggunakan energi listrik.

Namun secara mendasar sistem tenaga listrik dapat dikelompokkan atas 3 bagian utama yaitu:

1. Sistem Pembangkitan

Pusat pembangkit tenaga listrik (electric power station) biasanya terletak jauh dari pusat-pusat beban dimana energi listrik digunakan.

2. Sistem Transmisi

Energi listrik yang dibangkitkan dari pembangkit listrik yang jauh disalurkan melalui kawat-kawat atau saluran transmisi menuju gardu induk (GI).

3. Sistem Distribusi

Energi listrik dari gardu-gardu induk akan disalurkan oleh sistem distribusi sampai kepada konsumen [5].

2.2. Distributed Generation

Distributed generation adalah pembangkit listrik skala kecil yang terletak pada bus sistem distribusi yaitu daerah yang terhubung langsung dengan beban. International Council on Large Electricity System (CIGRE) mendefinisikan DG sebagai pembangkit yang berkapasitas maksimum 50 - 100 MW yang terhubung dengan jaringan distribusi. Institute of Electrical and Electronic Engineers (IEEE) mendefinisikan DG sebagai pembangkit listrik yang lebih kecil dari pembangkit pusat yang memungkinkan terjadi interkoneksi antar titik pada sistem tenaga listrik. Sehingga secara umum DG dapat diartikan sebagai pembangkit listrik yang tersebar di jaringan distribusi dan terhubung langsung dengan beban dengan kapasitas yang relatif kecil.

2.3. Fotovoltaic

Fotovoltaic merupakan salah satu dari beberapa macam teknologi dibidang renewable energy yang reliable, ramah lingkungan dan membutuhkan biaya yang rendah jika dibandingkan dengan harga bahan bakar generator konvensional. Selain itu Fotovoltaic tidak membutuhkan

pemeliharaan yang rumit sehingga biaya untuk pemeliharaan pun juga relatif murah. Namun untuk mendapatkan optimisasi daya yang dihasilkan oleh Fotovoltaic dibutuhkan peralatan kontrol yang memadai supaya daya keluaran Fotovoltaic dapat maksimal walaupun itu dalam keadaan gangguan. Fotovoltaic saat terjadi gangguan misalnya dalam keadaan partially shading menyebabkan keeluaran daya dari Fotovoltaic dapat maksimal sehingga sistem kontrol perlu dikombinasikan dengan menggunakan metode tiruan cerdas (*artificial Intellegent*).

2.4. Daya Listrik

Dalam sistem tenaga listrik terdapat tiga macam beban listrik yaitu beban resistif, beban induktif, dan beban kapasitif [11]. Beban resistif adalah beban yang hanya terdiri dari tahanan ohm dan daya yang dikonsumsi hanya daya aktif saja. Beban induktif mempunyai ciri – ciri yaitu disamping mengkonsumsi daya aktif juga menyerap daya reaktif yang diperlukan untuk pembentukan medan magnet dalam beban tersebut. Daya listrik dibagi menjadi 3 jenis daya sesuai dengan bagaimana proses pembangkitannya yaitu daya aktif, daya reaktif, dan daya total. .

Daya aktif adalah daya yang dihasilkan dari energi yang nyata dan digunakan untuk melakukan energi yang nyata pula. Pada prinsipnya daya aktif dibangkitkan dari proses konversi energi primer seperti energi panas, energi mekanik, ataupun energi potensial. Daya aktif disimbolkan dengan “P” dan dinyatakan dalam satuan Watt.

Daya reaktif adalah daya yang dibutuhkan untuk membangkitkan medan magnet. Pada prinsipnya daya reaktif dihasilkan dari pembangkitan medan listrik pada generator sinkron melalui system eksitasinya. Daya reaktif disimbolkan dengan “Q” dan dinyatakan dalam satuan VAR. Daya total adalah daya yang dihasilkan dari perkalian antara arus dan tegangan, disimbolkan dengan “S” dan dinyatakan dalam satuan VA.

2.5. Sistem Distribusi Tidak Seimbang

Sistem distribusi tenaga listrik tiga fasa menggunakan empat kawat dengan tegangan 220/380 volt pada umumnya digunakan untuk mensuplai beban perumahan, gedung perkantoran, kawasan industri dan lainnya. Pada kondisi normal sistem distribusi mempunyai arus beban yang relatif seimbang dengan arus netral yang tidak lebih dari 20% arus nominal, namun pada penerapannya selalu terdapat ketidakseimbangan sehingga menghasilkan arus yang tidak seimbang. Pada operasi normal daya yang disalurkan kepada konsumen diambil dari feeder tiga fasa dengan empat kawat namun karena adanya ketidakseimbangan pada beban di sisi konsumen maka mengakibatkan timbul arus balik yang mengalir pada konduktor netral menuju ke sumber yang dikenal dengan nama arus netral.

2.6. Studi Aliran Daya

Studi aliran daya di dalam sistem tenaga listrik merupakan studi yang penting. Studi aliran daya mengungkapkan kinerja dan aliran daya (nyata dan reaktif) untuk keadaan tertentu tatkala sistem bekerja saat tunak (steady state). Studi aliran daya juga memberikan informasi mengenai beban saluran transmisi di sistem, tegangan di setiap lokasi evaluasi regulasi kinerja sistem tenaga listrik dan bertujuan untuk menentukan besarnya daya nyata (real power), daya reaktif (reactive power) di berbagai titik pada sistem daya yang dalam keadaan berlangsung atau diharapkan untuk operasi normal [10].

3. HASIL DAN DISKUSI

3.1. Diagram Satu Garis Penyulang KH-01

Berikut adalah diagram satu garis penyulang KH-01 di PT. PLN (Persero) ULP Krueng Geukueh di aplikasi ETAP 12.6 pada Gambar 1.

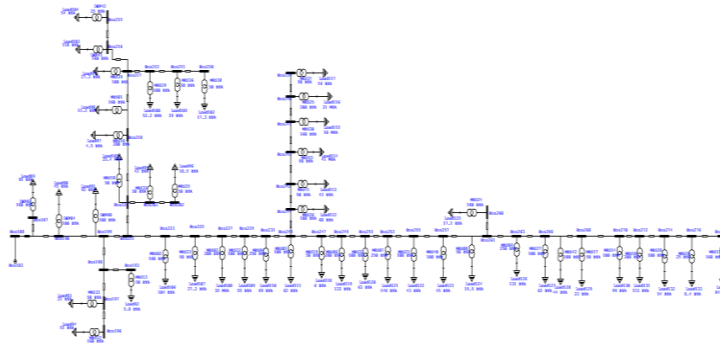


Figure 1. Diagram Satu Garis Penyulang KH-01.

3.2. Analisa Aliran Daya pada Penyulang KH-01

Analisa simulasi aliran daya untuk mempermudah menentukan titik dimana distributed generation dikoneksikan untuk mengetahui profil tegangan pada bus dan juga rugi-rugi daya yang terjadi sebelum dikoneksikan distributed generation ke penyulang. adapun Gambar 2 merupakan simulasi single line diagram penyulang KH-01

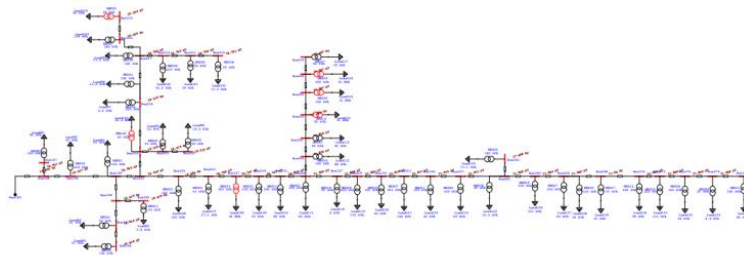


Figure 2. Single Line Diagram Pada ETAP.

Berdasarkan Gambar 3.2 yang merupakan hasil dari simulasi aliran daya yang sudah dilakukan banyaknya bus bus yang mengalami jatuh tegangan dimana didapatkan profil tegangan dari hasil simulasi terdapat pada Tabel 1.

Table 1. Nilai Jatuh Tegagan Pada Bus Penyulang KH-01

Bus ID	Tegangan Sisi Bus		Losses Sisi Bus	
	KV	%	MW	Mvar
Bus187	18.957	5.2	0.071	0.045
Bus188	18.957	5.2	8.772	10.534
Bus190	18.937	6.9	8.693	10.477
Bus193	18.619	6.9	0.004	0.003
Bus196	18.618	6.9	0.037	0.023
Bus197	18.619	6.9	0.052	0.032
Bus198	18.619	6.9	0.071	0.045
Bus199	18.626	6.8	8.772	10.534
Bus202	18.315	6.4	8.693	10.477
Bus203	18.316	6.4	0.004	0.003
Bus210	18.301	8.5	0.037	0.023
Bus211	18.302	8.4	0.052	0.032
Bus212	18.303	8.4	0.071	0.045
Bus215	18.303	8.4	8.772	10.534
Bus216	18.305	8.4	8.693	10.477
Bus217	18.305	8.4	0.004	0.003
Bus218	18.315	8.4	0.037	0.023
Bus220	18.316	8.4	0.052	0.032

Bus221	18.318	8.4	0.071	0.045
Bus223	18.288	8.5	8.772	10.534
Bus225	18.182	9	8.693	10.477
Bus227	18.167	9.1	0.004	0.003
Bus229	18.107	9.4	0.037	0.023
Bus231	18.078	9.6	0.052	0.032
Bus239	17.687	11.5	0.071	0.045
Bus240	17.687	11.5	8.772	10.534
Bus241	17.687	11.5	8.693	10.477
Bus242	17.809	10.9	0.004	0.003
Bus243	17.818	10.9	0.037	0.023
Bus244	17.878	10.6	0.052	0.032
Bus245	17.893	10.5	0.071	0.045
Bus247	17.888	10.5	8.772	10.534
Bus249	17.882	10.5	0.714	0.449
Bus251	17.879	10.6	0.626	0.393
Bus253	17.877	10.6	0.585	0.367
Bus255	17.875	10.6	0.488	0.306
Bus257	17.871	10.6	0.46	0.288
Bus260	17.868	10.6	0.012	0.007
Bus261	17.868	10.6	0.43	0.27
Bus263	17.864	10.6	0.408	0.257
Bus266	17.862	10.6	0.321	0.202
Bus268	17.86	10.7	0.251	0.158
Bus270	17.859	10.7	0.236	0.149
Bus272	17.858	10.7	0.171	0.108
Bus274	17.858	10.7	0.097	0.061
Bus276	17.858	10.7	0.061	0.039
Bus277	17.858	10.7	0.056	0.035
TOTAL			97	114

Keterangan :

0 KV – 19 KV	Kondisi Drop Voltage
>19 KV – 19.5 KV	Kondisi Marginal
>19.5 KV – 20 KV	Kondisi Normal

Dari Tabel 3.1 diatas berdasarkan simulasi aliran daya pada penyulang KH-01 yang telah dilakukan dapat dianalisa dari total 48 bus yang ada pada penyulang KH-01 semua bus memiliki nilai jatuh tegangan yang melewati standart yaitu 5%. Nilai jatuh tegangan yang dihasilkan juga berbeda – beda, 4 bus yang memiliki nilai jatuh tegangan sebesar 6% mulai dari bus 198, bus 199, bus 202, dan bus 203.

10 bus yang memiliki nilai jatuh tegangan sebesar 8% mulai dari bus 210, bus 211, bus 212, bus 215, bus 216, bus 217, bus 218, bus 220, bus 221 dan bus 223. 4 bus yang memiliki nilai jatuh tegangan sebesar 9% mulai dari bus 225, bus 227, bus 229 dan bus 231. 3 bus yang memiliki nilai jatuh tegangan paling besar yaitu sebesar 11.5% mulai dari bus 239, bus 240 dan bus 241. Dan 20 bus lainnya memiliki nilai jatuh tegangan sebesar 10%.

3.3. Analisa Pemasangan Distributed Generation Pada Penyulang KH-01

Distributed Generation yang akan dikoneksikan kedalam penyulang KH-01 dengan menggunakan beberapa skenario percobaan, skenario yang dimaksud seperti dibawah ini :

- Skenario 1 : DG dipasang pada bus 190 dengan nilai jatuh tegangan pertama yang melebihi 5%
- Skenario 2 : DG dipasang pada bus 239 dengan nilai jatuh tegangan paling besar yaitu 11.5%
- Skenario 3 : DG dipasang pada bus 274 dengan nilai jatuh tegangan sebesar 10.7%

3.3.1 Photovoltaic Terhubung ke Bus 190

Photovoltaic setelah terhubung pada bus 190 terdapat pada Gambar 3.3

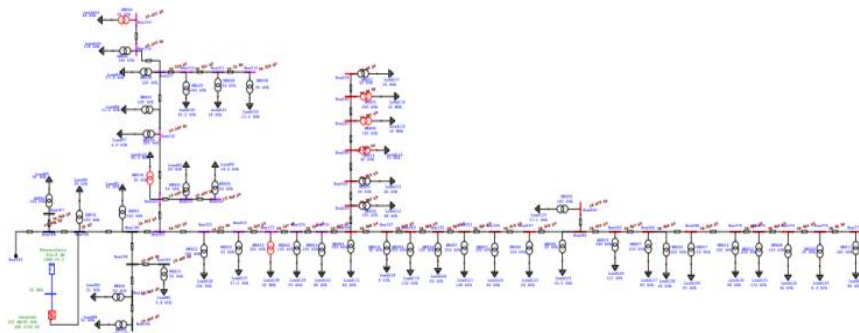


Figure 3. Photovoltaic Terhubung Bus 190.

Terhubungnya photovoltaic pada bus 190 dapat memperbaiki profil tegangan dan juga rugi – rugi daya pada penyulang KH-01, yang mana data profil tegangan yang dihasilkan terdapat pada Tabel 2

Table 2. Data Tegangan Bus dan Rugi - Rugi Daya

Bus ID	Tegangan Sisi Bus		Losses Sisi Bus	
	KV	%	MW	Mvar
Bus187	19.992	0.04	0.078	0.05
Bus188	19.992	0.04	5.451	2.987
Bus190	19.665	1.6	0.005	0.003
Bus193	19.664	1.6	0.041	0.026
Bus196	19.665	1.6	0.058	0.036
Bus197	19.665	1.6	0.063	0.035
Bus198	19.672	1.6	9.513	11.463
Bus199	19.344	3.3	0.014	0.009
Bus202	19.344	3.3	0.047	0.029
Bus203	19.329	3.4	0.014	0.008
Bus210	19.33	3.4	0.043	0.026
Bus211	19.331	3.4	0.084	0.051
Bus212	19.331	3.4	0.078	0.05
Bus215	19.331	3.4	0.039	0.026
Bus216	19.333	3.4	0.129	0.083
Bus217	19.333	3.3	0.235	0.146
Bus218	19.344	3.2	0.247	0.153
Bus220	19.345	3.2	0.936	1.114
Bus221	19.347	3.2	9.235	11.189
Bus223	19.315	3.4	8.286	10.057
Bus225	19.203	3.9	8.163	9.946
Bus227	19.187	4	8.136	9.924
Bus229	19.124	4.3	5.688	6.64
Bus231	19.093	4.5	5.639	6.603
Bus239	18.68	6.6	0.012	0.007

Bus240	18.68	6.6	2.298	3.039
Bus241	18.681	6.6	3.952	4.966
Bus242	18.809	5.9	4.586	5.888
Bus243	18.819	5.9	4.618	5.911
Bus244	18.882	5.5	4.683	5.962
Bus245	18.898	5.5	5.534	6.499
Bus247	18.892	5.51	0.801	0.503
Bus249	18.886	5.5	0.797	0.501
Bus251	18.883	5.5	0.699	0.439
Bus253	18.881	5.6	0.652	0.409
Bus255	18.879	5.6	0.545	0.342
Bus257	18.875	5.6	0.513	0.322
Bus260	18.872	5.6	0.013	0.008
Bus261	18.872	5.6	0.479	0.301
Bus263	18.867	5.6	0.455	0.286
Bus266	18.866	5.6	0.358	0.225
Bus268	18.863	5.6	0.28	0.177
Bus270	18.862	5.6	0.263	0.166
Bus272	18.861	5.6	0.191	0.12
Bus274	18.861	5.6	0.108	0.068
Bus276	18.86	5.6	0.068	0.043
Bus277	18.86	5.6	0.062	0.039
TOTAL			94	107

Keterangan:

0 KV – 19 KV	Kondisi Drop Voltage
>19 KV – 19.5 KV	Kondisi Marginal
>19.5 KV – 20 KV	Kondisi Normal

Skenario 1 merupakan terhubungnya photovoltaic pada sisi bus 190 dapat diamati pada Tabel 4.8 , Tabel 4.9 dan Tabel 4.10 dari total 48 bus yang ada pada penyulang KH-01 terdapat 7 bus yang mengalami kondisi normal dimulai dari bus 187 sampai dengan bus 198 dan 17 bus mengalami kondisi marginal atau masih dibatas toleransi dimulai dari bus 199 sampai dengan bus 231 dan 23 bus lainnya mengalami nilai jatuh tegangan diatas 5% dimulai dari bus 239 sampai dengan bus 277.

Dari percobaan skenario 1 pengaruh dari pemasangan photovoltaic ke punyalang KH-01 berdampak pada rugi – rugi daya pada sisi bus yang mana sebelum photovoltaic terhubung rugi daya yang dihasilkan sebesar 97 MW untuk daya aktif dan 114 Mvar untuk daya reaktif berkurang sebesar 3 MW yaitu 94 MW untuk daya aktif dan untuk daya reaktif berkurang sebesar 7 Mvar menjadi 107 Mvar.

3.3.2 Photovoltaic Terhubung ke bus 239

Photovoltaic setelah terhubung pada bus 239 terdapat pada Gambar 3.4

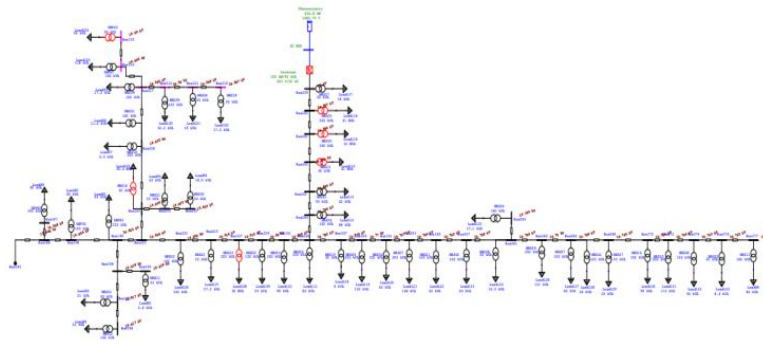


Figure 4. Simulasi PV terhubung bus 239.

Terhubungnya photovoltaic pada bus 239 dapat memperbaiki profil tegangan dan juga rugi – rugi daya pada penyulang KH-01, yang mana data profil tegangan yang dihasilkan terdapat pada Tabel 3

Table 3. Data Tegangan Bus dan Rugi - Rugi Daya

Bus ID	Tegangan Sisi Bus		Losses Sisi Bus	
	KV	%	MW	Mvar
Bus187	19.648	1.6	0.076	0.048
Bus188	19.648	1.7	0.61	1.751
Bus190	19.646	1.7	0.646	1.703
Bus193	19.618	1.7	0.005	0.003
Bus196	19.617	1.9	0.041	0.026
Bus197	19.617	1.9	0.058	0.035
Bus198	19.618	1.9	0.063	0.035
Bus199	19.625	1.9	0.783	1.679
Bus202	19.603	1.8	0.015	0.009
Bus203	19.603	1.8	0.048	0.029
Bus210	19.587	1.9	0.014	0.009
Bus211	19.589	2	0.045	0.026
Bus212	19.59	2	0.086	0.052
Bus215	19.59	2	0.04	0.027
Bus216	19.592	2	0.133	0.085
Bus217	19.592	2	0.241	0.15
Bus218	19.603	2	0.254	0.157
Bus220	19.604	2	0.961	1.144
Bus221	19.606	2	1.746	1.6
Bus223	19.608	2	1.829	0.456
Bus225	19.614	2	1.852	0.403
Bus227	19.615	2	4.391	3.408
Bus229	19.65	2	4.441	3.055
Bus231	19.668	2	4.5	3.094
Bus239	19.997	2	10.779	10.496
Bus240	19.995	2	8.158	7.022
Bus241	19.852	2	6.229	4.767
Bus242	19.646	2	0.646	1.703
Bus243	19.844	0.7	5.55	3.776
Bus244	19.794	0.3	5.506	3.74
Bus245	19.782	1	5.448	3.702
Bus247	19.776	1.1	0.878	0.551

Bus249	19.77	1.1	0.873	0.549
Bus251	19.767	1.1	0.766	0.481
Bus253	19.764	1.1	0.715	0.449
Bus255	19.762	1.1	0.597	0.374
Bus257	19.758	1.2	0.562	0.353
Bus260	19.754	1.2	0.014	0.009
Bus261	19.754	1.2	0.525	0.33
Bus263	19.75	1.2	0.498	0.314
Bus266	19.748	1.2	0.392	0.247
Bus268	19.745	1.2	0.307	0.193
Bus270	19.745	1.2	0.288	0.182
Bus272	19.744	1.2	0.21	0.132
Bus274	19.743	1.2	0.118	0.074
Bus276	19.743	1.2	0.075	0.047
Bus277	19.743	1.2	0.068	0.043
Total			71	57

Keterangan:

0 KV – 19 KV	Kondisi Drop Voltage
>19 KV – 19.5 KV	Kondisi Marginal
>19.5 KV – 20 KV	Kondisi Normal

Saat percobaan menggunakan skenario 2 dengan terhubungnya photovoltaic kedalam bus 239 dapat memperbaiki profil tegangan pada sisi bus dan juga dapat mengurangi rugi rugi daya yang dihasilkan. sebelum photovoltaic terhubung ke penyulang nilai rugi rugi daya yang didapatkan sebesar 97 MW rugi daya aktif dan 114 Mvar untuk rugi daya reaktif. disaat percobaan skenario 2 mendapatkan hasil rugi rugi daya sebesar 71 MW untuk daya aktif dan 57 untuk rugi daya reaktif. Penurunan rugi rugi daya sebesar 26 MW untuk daya aktif dan 57 Mvar untuk daya reaktif.

3.3.3 Photovoltaic Terhubung ke bus 274

Photovoltaic setelah terhubung pada bus 274 terdapat pada Gambar 5

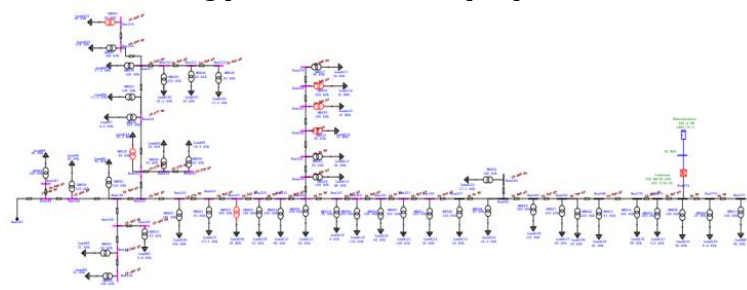


Figure 5. Simulasi PV terhubung bus 274.

Terhubungnya photovoltaic pada bus 274 dapat memperbaiki profil tegangan dan juga rugi – rugi daya pada penyulang KH-01, yang mana data profil tegangan yang dihasilkan terdapat pada Tabel 4

Table 4. Data Tegangan Bus dan Rugi - Rugi Daya

Bus ID	Tegangan Sisi Bus		Losses Sisi Bus	
	KV	%	MW	Mvar
Bus187	19.468	2.6	0.074	0.047

Bus188	19.468	2.6	1.331	4.275
Bus190	19.462	2.6	1.256	4.227
Bus193	19.363	3.1	0.005	0.003
Bus196	19.362	3.1	0.04	0.025
Bus197	19.362	3.1	0.056	0.035
Bus198	19.363	3.1	0.061	0.034
Bus199	19.369	3.1	1.208	4.188
Bus202	19.278	3.6	0.014	0.009
Bus203	19.278	3.6	0.046	0.029
Bus210	19.262	3.6	0.013	0.008
Bus211	19.264	3.6	0.043	0.026
Bus212	19.265	3.6	0.083	0.05
Bus215	19.265	3.6	0.039	0.026
Bus216	19.266	3.6	0.129	0.082
Bus217	19.267	3.4	0.233	0.145
Bus218	19.277	3.6	0.246	0.151
Bus220	19.278	3.6	0.929	1.106
Bus221	19.281	3.6	1.064	4.097
Bus223	19.274	3.6	0.134	2.989
Bus225	19.254	3.7	0.052	2.936
Bus227	19.251	3.7	2.446	3.283
Bus229	19.263	3.6	2.459	0.388
Bus231	19.269	3.6	2.513	0.422
Bus239	19.088	3.5	0.012	0.008
Bus240	19.088	3.5	2.4	3.173
Bus241	19.088	3.5	4.127	5.185
Bus242	19.22	3.9	4.788	6.148
Bus243	19.23	3.8	4.822	6.171
Bus244	19.294	3.5	4.89	6.225
Bus245	19.31	3.4	7.459	6.688
Bus247	19.367	3.1	7.481	6.715
Bus249	19.434	2.8	7.607	6.808
Bus251	19.47	2.6	7.668	6.854
Bus253	19.507	2.4	7.795	6.942
Bus255	19.539	2.3	7.84	6.977
Bus257	19.61	1.9	7.899	7.03
Bus260	19.669	1.6	0.014	0.009
Bus261	19.669	1.6	7.946	7.072
Bus263	19.752	1.2	8.079	7.176
Bus266	19.799	1	8.18	7.251
Bus268	19.893	1.5	8.23	7.305
Bus270	19.913	1.4	8.317	7.366
Bus272	19.957	0.2	8.424	7.445
Bus274	20	0	0.077	0.048
Bus276	20	0	0.07	0.044
Bus277	19.269	3.6	2.513	0.422
Total			139	147

Keterangan:

0 KV – 19 KV	Kondisi Drop Voltage
>19 KV – 19.5 KV	Kondisi Marginal
>19.5 KV – 20 KV	Kondisi Normal

Saat percobaan menggunakan skenario 3 dengan terhubungnya photovoltaic kedalam bus 274 dapat memperbaiki profil tegangan pada sisi bus dan mengalami kenaikan nilai rugi – rugi yang dihasilkan. pada saat sebelum photovoltaic terhubung ke penyulang nilai rugi rugi daya yang didapatkan sebesar 97 MW untuk rugi daya aktif dan 114 Mvar untuk rugi daya reaktif. disaat percobaan skenario 3 mendapatkan hasil rugi rugi daya sebesar 139 MW untuk daya aktif dan 147 untuk rugi daya reaktif. kenaikan rugi rugi daya sebesar 42 MW untuk daya aktif dan 33 Mvar untuk daya reaktif.

3.4. Analisa Rugi – Rugi Daya Sebelum dan Sesudah Masuknya Photovoltaic

Perbandingan dari sebelum dan sesudah photovoltaic terhubung ke penyulang dari sisi rugi – rugi daya dapat dilihat pada Gambar 3.6 sebagai berikut :

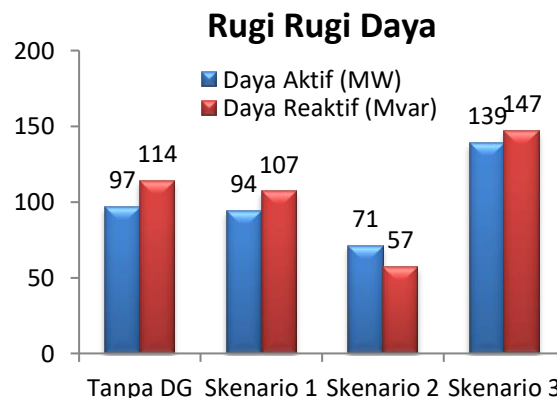


Figure 6. Perbandingan Pada Sisi Rugi Rugi Daya.

Dapat dilihat pada Gambar 3.6 perbandingan rugi – rugi daya pada sisi bus sebelum terkoneksi photovoltaic rugi daya yang dihasilkan sebesar 97 MW untuk rugi daya aktif dan 114 Mvar untuk rugi daya reaktif. Skenario 1 adalah hasil dari masuknya photovoltaic pada bus 190 yang mana hasil yang didapati sebesar 94 MW untuk daya aktif dan 107 Mvar untuk rugi daya reaktif. Skenario 2 dengan masuknya photovoltaic rugi rugi yang didapatkan menjadi berkurang sebesar 71 MW untuk rugi daya aktif dan 57 Mvar untuk rugi daya reaktif. Skenario 3 dengan terhubungnya photovoltaic nilai rugi yang dihasilkan bertambah menjadi 139 MW untuk daya aktif dan 147 Mvar untuk rugi daya reaktif.

Dapat disimpulkan dengan masuknya photovoltaic mampu mengurangi nilai rugi – rugi daya yang dihasilkan terutama pada saat photovoltaic terhubung pada bus 239 dengan skenario 2.

4. KESIMPULAN

Dari hasil analisa dan pembahasan yang telah dilakukan, Adapun kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Nilai rugi – rugi daya terhadap tegangan jatuh pada penyulang KH-01 sebelum terkoneksi Distributed Generation sebesar 97 MW untuk rugi daya aktif dan 114 Mvar untuk rugi daya reaktif

2. Penyulang KH-01 memiliki jumlah bus sebanyak 48 bus dengan kondisi bus dalam kondisi critical saat sebelum terpasangnya Distributed Generation. bus 190 adalah bus yang mengalami jatuh tegangan pertama diatas 5% dan bus 239 adalah bus yang mengalami jatuh tegangan paling besar yaitu sebesar 11.5% dari tegangan nominal dan bus 274 adalah bus dengan jarak terjauh dari sumber.

3. Skenario 2 merupakan skenario yang optimal untuk memperbaiki nilai jatuh tegangan dan juga mengurangi rugi rugi daya pada penyulang KH-01 dan skenario 3 mampu untuk memperbaiki nilai jatuh tegangan dan juga nilai rugi rugi daya yang dihasilkan cukup besar dibandingkan dari skenario 1 dan juga skenario 2 .

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Y. Simamora, "Waktu Menggunakan Algoritma Binary Particle Swarm Optimization Waktu Menggunakan Algoritma Binary," 2017.
- [2] I. K. Adiasa, N. P. Satriya Utama, and I. N. Setiawan, "Optimasi Interkoneksi Distributed Generation (Dg) Penyulang Payogan Menggunakan Metode Genetic Algorithms (GA) Untuk Memperbaiki Drop Tegangan," 2019
- [3] Maiti and Bidinger, "Analisis Pengaruh Penyambungan Distributed Generation Pada Rugi – rugi Daya Saluran Distribusi," 2014.
- [4] J. E. Elektrik, "Analisa Teknologi Fotovoltaik Sebagai Distributed Generation (DG) Pada Sistem Distribusi Menggunakan Software Electric Transient And Analysis Program (ETAP)," 2019.
- [5] Fahrul Azmi, "Analisa Ketidakseimbangan Beban Terhadap Nilai Losses Akibat Arus Netral Pada Penghantar Netral Penyulang Pantan Labu Menggunakan Simulasi Etap 12.6.0," 2017.
- [6] P. D. Pemula, "Studi Penentuan Lokasi Distributed Generation Untuk Mengurangi Rugi-Rugi Daya Pada Jaringan Distribusi Pt.Pln Ranting Dolok Sanggul Menggunakan Metode Genetic Algorithm (GA) Velix," 2017.
- [7] A. M. Dixit et al., "Optimisasi Daya Photovoltaic pada kondisi Partially Shaded dengan Maximum Power Point Tracker (MPPT) Menggunakan Metode Particle Swarm Optimization (PSO) Double Diode Model," 2018,
- [8] N. Patria and U. Putra, "Analisa Stabilitas Tegangan Sistem Distribusi Tidak Seimbang Dengan Metode Backward / Forward Sweep Load-Flow Analysis Dengan Secant Predictor Pada Bandara Juanda Voltage stability analysis of unbalanced distribution system using backward / forward sweep ," 2015.
- [9] J. Sentosa Setiadji, T. Machmudsyah, and Y. Isnanto, "Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Terhadap Arus Netral dan Losses pada Trafo Distribusi," J. Tek. Elektro, vol. 7, no. 2, pp. 68–73, 2008, doi: 10.9744/jte.7.2.68-73.
- [10] F. Otniel, N. Busaeri, and S. Sutisna, "Analisa Aliran Daya Sistem Tenaga Listrik Pada Bagian Penyulang 05Ee0101a Di Area Utilities Ii PT. Pertamina (Persero) Refinery Unit IV Cilacap Menggunakan Metode Newton-Raphson," 2019.
- [11] Syukri. M, teuku multazam, dkk., 'Electrical Energy Audit Analysis at Muara Batu Subdistrict Office, North Aceh", Journal Geuthee of Engineering and Energy, vol 2, nomor 2. pp. 126- 135, 2023, doi: 10.52626/joge.v2i2.31.