

“PENGARUH PERUBAHAN ARUS EKSITASI TERHADAP DAYA REAKTIF PADA GENERATOR SINKRON DI PLTU BENGKAYANG 2 x 50 MW”

Putra Herlangga¹, Yandri², Kho Hie Khwee³

putraherlangga55@gmail.com¹, yandri.hasan@ee.untan.ac.id², andreankhow@yahoo.co.id³

Universitas Tanjungpura

ABSTRAK

Peran daya reaktif sebagai daya penyeimbang adalah untuk mempertahankan batas-batas tegangan keluaran pada generator agar tegangan tersebut mampu mendorong arus ke beban. Pengaturan daya reaktif pada generator dilakukan dengan mengatur arus eksitasi. Generator mampu menyerap atau memberikan daya reaktif, namun kemampuan ini dibatasi oleh kurva kapabilitas reaktif yang dimiliki oleh setiap generator. Kurva kapabilitas generator adalah kurva yang menjelaskan pola operasi generator dilihat dari sisi beban yang diterima jaringan. Namun jika eksitasinya berlebihan (over excitation) maka hal ini akan mengakibatkan panas yang berlebihan pada lilitan rotornya, dan jika generator menyerap daya reaktif, dapat dikatakan generator bersifat induktif, namun jika eksitasinya kurang (under excitation) maka hal ini akan mengakibatkan panas yang berlebihan pada lilitan statornya. Tegangan yang berbeda terlalu besar dengan jaringan dapat menyebabkan generator lepas sinkron. Hal ini menjadi bukti peranan sistem eksitasi dalam pengaturan daya reaktif begitu penting. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh perubahan arus eksitasi terhadap daya reaktif dan pengaruh perubahan daya reaktif terhadap nilai faktor daya. Metode yang digunakan Dalam penelitian metode kuantitatif, dengan melakukan perhitungan data-data pada Logsheet Electrical PLTU Bengkayang. Hasil akhir dari penelitian ini adalah Dalam waktu seminggu perubahan daya reaktif terbesar terjadi pada tanggal 6 Januari dengan persentase rata-rata perubahan daya reaktif sebesar 20,58% dengan persentase rata-rata perubahan arus eksitasi sebesar 2,07%. Perubahan yang terjadi pada daya reaktif adalah agar mempertahankan tegangan keluaran generator yang berubah akibat dari permintaan daya tegangan yang tidak stabil. Perubahan yang terjadi pada daya reaktif berbanding terbalik terhadap faktor dayanya. Dapat dilihat pada tanggal 2 Januari pukul 01.00 daya reaktifnya 10,12 MVAR dan didapatkan faktor dayanya 0,97 dan pada pukul 02.00 daya reaktif mengalami penurunan menjadi 8,24 MVAR akan tetapi faktor daya mengalami peningkatan menjadi 0,98. Pada pukul 03.00 daya reaktif kembali mengalami penurunan menjadi 5,74 MVAR dengan faktor daya yang meningkat menjadi 0,99. Adapun hasil yang didapat dari penelitian ini adalah daya reaktif tersebut diatur untuk menjaga tegangan generator agar tetap pada nilai nominal. Ini membuktikan bahwa arus eksitasi berguna untuk mengatur daya reaktif yang diinginkan dan untuk menjaga tegangan generator.

Kata Kunci: Daya Reaktif, Faktor Daya, Arus Eksitasi, Generator Sinkron, PLTU.

ABSTRACT

The role of reactive power as a balancing power is to maintain the output voltage limits on the generator so that the voltage can drive current to the load. The adjustment of reactive power on the generator is done by regulating the excitation current. The generator is capable of absorbing or providing reactive power, but this capability is limited by the reactive capability curve owned by each generator. The generator capability curve is a curve that describes the generator's operating pattern from the load side received by the network. However, if the excitation is excessive (overexcitation), it will result in excessive heat in the rotor windings, and if the generator absorbs reactive power, it can be said that the generator is inductive. On the other hand, if the excitation is insufficient (underexcitation), it will result in excessive heat in the stator windings. Different voltages from the network can cause the generator to lose synchronization. This is evidence of the crucial role of the excitation system in regulating reactive power. The aim of this research is to determine the effect of changes in excitation current on reactive power and the impact of changes in reactive power on the power factor value. The method used in the research is a quantitative

method, involving the calculation of data from the Electrical Logsheet of the Bengkayang Power Plant. The final results of this research show that the most significant change in reactive power occurred on January 6, with an average percentage change of 20.58%, and the average percentage change in excitation current was 2.07%. The changes in reactive power aim to maintain the generator output voltage, which changes due to unstable voltage power demand. The changes in reactive power are inversely proportional to the power factor. For example, on January 2 at 01:00, the reactive power is 10.12 MVAR with a power factor of 0.97. At 02:00, the reactive power decreases to 8.24 MVAR, but the power factor increases to 0.98. At 03:00, the reactive power further decreases to 5.74 MVAR, with an increased power factor of 0.99. The research findings indicate that reactive power is regulated to maintain the generator voltage at the nominal value. This proves that excitation current is useful for regulating the desired reactive power and maintaining generator voltage.

Keywords: *Reactive Power, Power Factor, Excitation Current, Synchronous Generator, PLTU.*

PENDAHULUAN

Listrik adalah kebutuhan utama bagi semua lapisan masyarakat, seperti publik, bisnis, industri maupun sosial. Hampir semua aktifitas umat manusia, mulai dari masyarakat yang ada di pelosok pedesaan, masyarakat perkotaan, dunia usaha, terlebih bagi masyarakat dunia industri, sangat tergantung pada ketersediaan energi listrik. Agar kebutuhan listrik di semua sektor ini dapat dipenuhi, maka diperlukan suatu sistem tenaga listrik yang handal agar pasokan listrik dapat terjaga dan merata distribusinya untuk semua wilayah yang membutuhkan. Jika sewaktu-waktu konsumsi energi listrik mengalami perubahan atau tidak tetap, maka pembebanan pada generator di pembangkit listrik yang terkoneksi dengan sistem tenaga listrik akan mengalami perubahan [1].

Kondisi sistem yang dapat berubah sewaktu-waktu dan peningkatan penggunaan tenaga listrik pada saat beban puncak menyebabkan terjadinya fluktuasi perubahan tegangan keluaran generator. Perubahan tegangan keluaran dapat menimbulkan bermacam-macam efek pada generator dan dapat mempengaruhi kestabilan sistem tenaga listrik secara umum. Ketidakstabilan sistem tenaga listrik merupakan ketidakmampuan sistem tenaga yang menyebabkan sistem tersebut tidak berada pada kondisi dalam batas operasi yang diinginkan saat keadaan normal pada sistem tenaga. Sehingga dampak dari ketidakstabilan sistem tenaga listrik yaitu menyebabkan terganggunya keseimbangan dalam sistem tenaga listrik. Peran daya reaktif sebagai daya penyeimbang adalah untuk mempertahankan batas-batas tegangan keluaran pada generator agar tegangan tersebut mampu mendorong arus ke beban [2].

Pengaturan daya reaktif pada generator dilakukan dengan mengatur arus eksitasi. Sistem eksitasi adalah suatu sistem sumber listrik DC yang berfungsi sebagai pensuplai tegangan eksitasi (V_f) dan arus eksitasi (I_f) pada kumparan rotor generator, agar kumparan rotor menghasilkan fluksi medan magnet [3]. Dengan kata lain perubahan daya reaktif atau pengaturan daya reaktif dapat dipandang sebagai fenomena pengaturan fluks medan magnet atau pengaturan arus eksitasi medan. Dengan mengatur besar kecilnya arus eksitasi tersebut kita dapat mengatur besar daya reaktif yang diinginkan pada generator. Generator mampu menyerap atau memberikan daya reaktif, namun kemampuan ini dibatasi oleh kurva kapabilitas reaktif yang dimiliki oleh setiap generator. Kurva kapabilitas generator adalah kurva yang menjelaskan pola operasi generator dilihat dari sisi beban yang diterima jaringan.

Generator yang memberikan atau mensuplai daya reaktif, dapat dikatakan generator bersifat kapasitif, namun jika eksitasinya berlebihan (over excitation) maka hal ini akan mengakibatkan panas yang berlebihan pada lilitan rotornya, dan jika generator menyerap daya reaktif, dapat dikatakan generator bersifat induktif, namun jika eksitasinya kurang

(under excitation) maka hal ini akan mengakibatkan panas yang berlebihan pada lilitan statornya. Kondisi over excitation dan under excitation pada saat pengoperasian harus dihindari, seperti disebutkan di atas pemanasan yang berlebihan dapat mengakibatkan kerusakan laminasi dari lilitan tersebut dan jika lilitan dari laminasi tersebut rusak maka tidak menutup kemungkinan akan terjadi hubung singkat antar fasa atau dengan badan generator. Selain itu dilihat dari sisi keluaran tegangan generator, tegangan yang berbeda terlalu besar dengan jaringan dapat menyebabkan generator lepas sinkron. Hal ini menjadi bukti peranan sistem eksitasi dalam pengaturan daya reaktif begitu penting [4].

Berdasarkan dari latar belakang diatas maka saya melakukan studi penelitian tugas akhir yang berjudul **“Pengaruh Perubahan Arus Eksitasi Terhadap Daya Reaktif Pada Generator Sinkron di PLTU Bengkayang 2 x 50 MW”**.

METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini penulis menggunakan metode kuantitatif, yakni pendekatan penelitian yang banyak menggunakan angka-angka, mulai dari mengumpulkan data, penafsiran terhadap data yang diperoleh, serta pemaparan hasilnya. Penelitian ini menggunakan data-data yang ada pada PLTU Bengkayang, kemudian data tersebut diolah menggunakan persamaan-persamaan yang ada. Data yang digunakan pada penelitian ini didapat dari beberapa pihak terkait yaitu tim CCR (Central Control Room) dan tim Engineering PLTU Bengkayang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengambilan Data

Data yang diperlukan untuk menganalisis didapatkan di PLTU Bengkayang 2 x 50 MW unit 1, dengan mengambil data arus generator (I_L), tegangan generator (V_{LL}), beban generator, dan arus eksitasi (I_f). Berikut adalah name plate generator unit 1 pada PLTU Bengkayang 2 x 50 MW.



Gambar 1. Name Plate Generator PLTU Bengkayang 2 x 50 MW

Berdasarkan gambar 4.1 name plate diatas, berikut adalah spesifikasi generator unit 1 pada PLTU Bengkayang 2 x 50 MW.

Tabel 1. Spesifikasi Generator

Merek	<i>Shanghai Electric</i>
Tipe Eksitasi	<i>Brush Excitation</i>
Power	68750 kVA
Tegangan	10500 V
Arus	3780 A
Faktor Daya	0,8
Frekuensi	50Hz
Phasa	3
Koneksi	Y
Putaran	3000 Rpm

Data Yang Digunakan**Sistem Eksitasi PLTU Bengkayang**

Sistem eksitasi pada generator sinkron di PLTU Bengkayang 2 x 50 MW menggunakan jenis eksitasi statis yang menggunakan media sikat (Brush Excitation) sebagai penghantar arus eksitasi.

Data Monitoring Arus Eksitasi dan Daya Reaktif Generator Unit 1

Data kinerja arus eksitasi (I_f), tegangan keluaran (V_{LL}), arus keluaran (I_L) dan faktor daya diambil selama 24 jam di tanggal 2 Januari 2023 – 8 Januari 2023 yang ditunjukkan pada tabel berikut.

Tabel 2. Data Logsheet Electrical PLTU Bengkayang 2 januari 2023

Tanggal	Pukul	I_f (A)	V_{LL} (kV)	I_L (A)	PF
2-Jan-23	00:00	748,69	10,620	2313,00	0,97
2-Jan-23	01:00	732,68	10,617	2264,00	0,97
2-Jan-23	02:00	728,98	10,617	2251,33	0,98
2-Jan-23	03:00	700,32	10,543	2227,00	0,99
2-Jan-23	04:00	699,21	10,580	2207,00	0,99
2-Jan-23	05:00	716,45	10,580	2282,00	0,99
2-Jan-23	06:00	714,29	10,577	2246,33	0,98
2-Jan-23	07:00	727,62	10,577	2239,67	0,98
2-Jan-23	08:00	718,04	10,577	2271,00	0,98
2-Jan-23	09:00	713,58	10,600	2221,67	0,98
2-Jan-23	10:00	733,68	10,597	2217,67	0,97
2-Jan-23	11:00	728,35	10,597	2225,00	0,97
2-Jan-23	12:00	726,77	10,597	2239,33	0,97
2-Jan-23	13:00	732,08	10,597	2236,67	0,97
2-Jan-23	14:00	739,90	10,597	2280,00	0,97
2-Jan-23	15:00	729,84	10,597	2225,67	0,97
2-Jan-23	16:00	726,25	10,597	2226,67	0,98
2-Jan-23	17:00	713,87	10,593	2218,67	0,98
2-Jan-23	18:00	733,70	10,593	2241,67	0,97
2-Jan-23	19:00	726,42	10,620	2254,67	0,98
2-Jan-23	20:00	720,88	10,620	2287,67	0,98
2-Jan-23	21:00	732,44	10,620	2243,67	0,97
2-Jan-23	22:00	722,89	10,640	2256,33	0,98
2-Jan-23	23:00	727,61	10,640	2191,33	0,98

Tabel 3 Data Logsheet Electrical PLTU Bengkayang 3 januari 2023

Tanggal	Pukul	If (A)	V _{LL} (kV)	I _L (A)	PF
3-Jan-23	00:00	748,57	10,640	2249,00	0,98
3-Jan-23	01:00	730,84	10,630	2217,67	0,98
3-Jan-23	02:00	692,93	10,553	2218,00	0,99
3-Jan-23	03:00	691,52	10,553	2214,67	0,99
3-Jan-23	04:00	695,32	10,553	2214,67	0,99
3-Jan-23	05:00	701,25	10,547	2260,67	0,99
3-Jan-23	06:00	697,67	10,547	2218,67	0,99
3-Jan-23	07:00	728,45	10,547	2266,33	0,99
3-Jan-23	08:00	709,38	10,643	2056,67	0,97
3-Jan-23	09:00	672,22	10,643	1743,33	0,94
3-Jan-23	10:00	675,70	10,650	1752,67	0,95
3-Jan-23	11:00	662,43	10,650	1750,00	0,95
3-Jan-23	12:00	642,21	10,647	1703,67	0,97
3-Jan-23	13:00	653,68	10,647	1705,67	0,97
3-Jan-23	14:00	647,87	10,647	1721,00	0,97
3-Jan-23	15:00	646,88	10,647	1724,00	0,97
3-Jan-23	16:00	648,22	10,647	1738,33	0,97
3-Jan-23	17:00	649,49	10,647	1732,33	0,97
3-Jan-23	18:00	665,35	10,647	1757,67	0,97
3-Jan-23	19:00	647,37	10,637	1737,67	0,97
3-Jan-23	20:00	661,47	10,637	1737,67	0,97
3-Jan-23	21:00	652,11	10,637	1744,33	0,97
3-Jan-23	22:00	686,81	10,627	1793,67	0,94
3-Jan-23	23:00	706,97	10,630	1768,00	0,96

Tabel 4. Data Logsheet Electrical PLTU Bengkayang 4 januari 2023

Tanggal	Pukul	If (A)	V _{LL} (kV)	I _L (A)	PF
4-Jan-23	00:00	691,11	10,627	1815,00	0,93
4-Jan-23	01:00	697,75	10,627	1820,33	0,93
4-Jan-23	02:00	663,65	10,567	1776,33	0,96
4-Jan-23	03:00	653,93	10,567	1770,00	0,96
4-Jan-23	04:00	656,04	10,527	1797,67	0,95
4-Jan-23	05:00	672,94	10,527	1793,67	0,95
4-Jan-23	06:00	652,99	10,527	1789,33	0,95
4-Jan-23	07:00	616,34	10,540	1764,67	0,98
4-Jan-23	08:00	635,92	10,540	1782,33	0,96
4-Jan-23	09:00	647,96	10,567	1741,67	0,98
4-Jan-23	10:00	646,51	10,570	1772,67	0,96
4-Jan-23	11:00	641,15	10,570	1756,67	0,97
4-Jan-23	12:00	634,22	10,570	1743,33	0,98
4-Jan-23	13:00	646,15	10,570	1743,33	0,98
4-Jan-23	14:00	647,91	10,570	1744,33	0,97
4-Jan-23	15:00	636,93	10,570	1788,67	0,98
4-Jan-23	16:00	634,04	10,540	1769,00	0,98
4-Jan-23	17:00	653,90	10,570	1862,00	0,98
4-Jan-23	18:00	762,33	10,570	2500,00	0,98
4-Jan-23	19:00	751,01	10,570	2515,33	0,99
4-Jan-23	20:00	797,40	10,620	2525,33	0,98
4-Jan-23	21:00	759,85	10,580	2537,67	0,99

4-Jan-23	22:00	764,39	10,583	2534,00	0,98
4-Jan-23	23:00	806,67	10,580	2534,00	0,98

Tabel 5 Data Logsheet Electrical PLTU Bengkayang 5 januari 2023

Tanggal	Pukul	If (A)	V _{LL} (kV)	I _L (A)	PF
5-Jan-23	00:00	814,44	10,623	2586,00	0,96
5-Jan-23	01:00	789,29	10,600	2578,00	0,97
5-Jan-23	02:00	764,18	10,533	2551,67	0,99
5-Jan-23	03:00	769,37	10,533	2535,33	0,99
5-Jan-23	04:00	774,99	10,583	2555,67	0,98
5-Jan-23	05:00	784,79	10,580	2571,67	0,98
5-Jan-23	06:00	792,13	10,537	2527,00	0,98
5-Jan-23	07:00	772,89	10,533	2515,00	0,98
5-Jan-23	08:00	692,96	10,580	2131,33	0,98
5-Jan-23	09:00	708,34	10,573	2026,33	0,96
5-Jan-23	10:00	684,29	10,580	1993,33	0,97
5-Jan-23	11:00	676,77	10,577	2008,33	0,98
5-Jan-23	12:00	681,69	10,573	1990,00	0,98
5-Jan-23	13:00	689,19	10,577	2016,67	0,97
5-Jan-23	14:00	684,20	10,577	1997,33	0,97
5-Jan-23	15:00	685,44	10,577	1993,33	0,97
5-Jan-23	16:00	690,86	10,577	1996,67	0,98
5-Jan-23	17:00	688,31	10,580	1996,67	0,97
5-Jan-23	18:00	768,61	10,577	2525,33	0,98
5-Jan-23	19:00	754,75	10,580	2535,00	0,99
5-Jan-23	20:00	766,01	10,580	2542,67	0,98
5-Jan-23	21:00	771,90	10,580	2532,67	0,99
5-Jan-23	22:00	724,48	10,577	2413,33	0,98
5-Jan-23	23:00	687,36	10,577	2005,67	0,98

Tabel 6 Data Logsheet Electrical PLTU Bengkayang 6 januari 2023

Tanggal	Pukul	If (A)	V _{LL} (kV)	I _L (A)	PF
6-Jan-23	00:00	695,24	10,580	2010,00	0,97
6-Jan-23	01:00	691,78	10,583	1993,33	0,97
6-Jan-23	02:00	685,82	10,583	2024,00	0,97
6-Jan-23	03:00	681,37	10,583	1969,00	0,98
6-Jan-23	04:00	688,80	10,583	1985,67	0,97
6-Jan-23	05:00	726,74	10,583	1985,67	0,97
6-Jan-23	06:00	735,25	10,600	2055,33	0,95
6-Jan-23	07:00	735,20	10,603	2073,33	0,94
6-Jan-23	08:00	711,92	10,570	2002,67	0,97
6-Jan-23	09:00	682,31	10,533	2016,67	0,98
6-Jan-23	10:00	673,15	10,560	2024,33	0,99
6-Jan-23	11:00	665,02	10,557	1966,67	0,98
6-Jan-23	12:00	662,79	10,557	1995,67	0,99
6-Jan-23	13:00	676,44	10,560	1987,33	0,98
6-Jan-23	14:00	671,77	10,537	1999,67	0,98
6-Jan-23	15:00	672,35	10,533	2010,00	0,99
6-Jan-23	16:00	656,49	10,537	1968,33	0,99
6-Jan-23	17:00	691,53	10,620	1990,33	0,98
6-Jan-23	18:00	730,90	10,640	2027,67	0,96

6-Jan-23	19:00	693,01	10,620	1975,33	0,97
6-Jan-23	20:00	718,67	10,617	2031,33	0,95
6-Jan-23	21:00	708,40	10,617	2028,67	0,96
6-Jan-23	22:00	705,86	10,617	2030,00	0,95
6-Jan-23	23:00	701,46	10,617	1983,00	0,96

Tabel 7 Data Logsheet Electrical PLTU Bengkulu 7 januari 2023

Tanggal	Pukul	If (A)	V _{LL} (kV)	I _L (A)	PF
7-Jan-23	00:00	723,79	10,617	2038,00	0,95
7-Jan-23	01:00	715,81	10,617	2026,67	0,95
7-Jan-23	02:00	707,15	10,617	2019,67	0,95
7-Jan-23	03:00	693,97	10,617	2026,67	0,95
7-Jan-23	04:00	699,69	10,610	2023,67	0,96
7-Jan-23	05:00	710,50	10,610	2021,33	0,98
7-Jan-23	06:00	719,98	10,610	2026,67	0,96
7-Jan-23	07:00	701,52	10,610	2036,00	0,96
7-Jan-23	08:00	702,72	10,573	2013,67	0,96
7-Jan-23	09:00	690,82	10,570	2011,33	0,97
7-Jan-23	10:00	672,20	10,570	1989,33	0,98
7-Jan-23	11:00	666,78	10,573	1967,67	0,98
7-Jan-23	12:00	668,76	10,570	1992,67	0,99
7-Jan-23	13:00	666,30	10,573	1972,67	0,98
7-Jan-23	14:00	666,41	10,573	1987,67	0,99
7-Jan-23	15:00	682,34	10,617	2010,00	0,98
7-Jan-23	16:00	687,36	10,613	2001,33	0,97
7-Jan-23	17:00	685,91	10,613	2008,67	0,97
7-Jan-23	18:00	710,90	10,613	2022,33	0,96
7-Jan-23	19:00	762,56	10,613	2354,33	0,98
7-Jan-23	20:00	782,89	10,617	2535,00	0,97
7-Jan-23	21:00	797,84	10,610	2560,67	0,97
7-Jan-23	22:00	710,55	10,613	2043,67	0,96
7-Jan-23	23:00	693,81	10,613	2000,33	0,97

Tabel 8 Data Logsheet Electrical PLTU Bengkulu 8 januari 2023

Tanggal	Pukul	If (A)	V _{LL} (kV)	I _L (A)	PF
8-Jan-23	00:00	697,04	10,573	2012,67	0,97
8-Jan-23	01:00	696,61	10,573	2017,00	0,97
8-Jan-23	02:00	682,29	10,573	2015,33	0,98
8-Jan-23	03:00	688,96	10,573	1997,67	0,98
8-Jan-23	04:00	690,44	10,573	2009,67	0,97
8-Jan-23	05:00	696,58	10,573	2019,67	0,96
8-Jan-23	06:00	679,56	10,540	2021,33	0,96
8-Jan-23	07:00	692,44	10,537	2007,00	0,97
8-Jan-23	08:00	707,70	10,537	2031,00	0,96
8-Jan-23	09:00	695,52	10,537	2028,00	0,97
8-Jan-23	10:00	713,54	10,537	2022,00	0,96
8-Jan-23	11:00	696,68	10,537	2017,67	0,96
8-Jan-23	12:00	680,81	10,537	2008,67	0,98
8-Jan-23	13:00	686,95	10,563	1999,67	0,97
8-Jan-23	14:00	693,84	10,563	2016,33	0,97
8-Jan-23	15:00	686,78	10,563	2014,33	0,97

8-Jan-23	16:00	682,38	10,563	1999,67	0,97
8-Jan-23	17:00	697,45	10,563	2004,00	0,97
8-Jan-23	18:00	703,70	10,570	2018,67	0,97
8-Jan-23	19:00	688,54	10,570	2014,33	0,97
8-Jan-23	20:00	683,61	10,567	2067,67	0,96
8-Jan-23	21:00	691,87	10,567	2070,67	0,96
8-Jan-23	22:00	677,46	10,567	2023,00	0,98
8-Jan-23	23:00	672,06	10,567	2003,67	0,98

Pembahasan

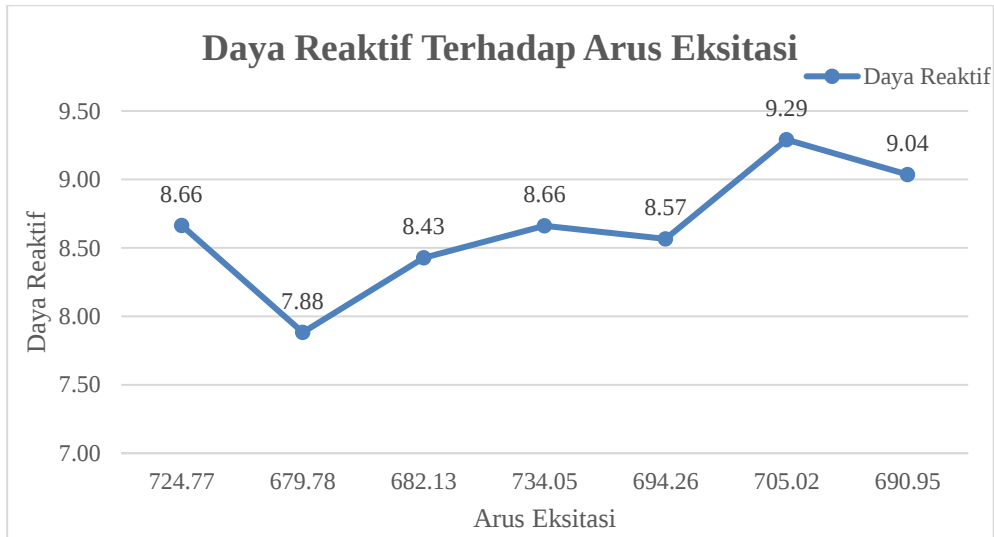
Pada gambar grafik hubungan arus eksitasi (I_f) terhadap beban ditunjukkan pengaruh daya aktif (P) terhadap besarnya arus eksitasi. Berdasarkan karakteristik daya aktif terhadap arus eksitasi generator PLTU Bengkayang 2 x 50 MW pada tanggal 2 sampai dengan 8 Januari 2023 pada waktu pembebanan puncak dapat disimpulkan bahwa semakin besar daya aktif yang dibangkitkan oleh generator maka semakin besar arus eksitasi yang diinjeksikan pada rotor generator. Dari kesimpulan ini dapat diketahui bahwa hubungan daya aktif (P) dengan arus eksitasi (I_f) adalah $P \approx I_f$.

Pada gambar grafik hubungan arus eksitasi (I_f) dan daya reaktif (Q) terlihat bahwa perubahan pada arus eksitasi menyebabkan perubahan daya reaktif generator. Arus eksitasi dihubungkan ke bagian rotor generator, besarnya arus eksitasi yang mengalir pada belitan rotor akan mempengaruhi nilai daya reaktif. Hal tersebut dibuktikan dengan persentase rata-rata perubahan daya reaktif dan arus eksitasi yang terjadi dalam waktu 24 jam dari tanggal 2 Januari – 8 Januari 2023. Dalam waktu seminggu perubahan daya reaktif terbesar terjadi pada tanggal 6 Januari dengan persentase rata-rata perubahan daya reaktif sebesar 20,58% dengan persentase rata-rata perubahan arus eksitasi sebesar 2,07%. Perubahan yang terjadi pada daya reaktif adalah agar mempertahankan tegangan keluaran generator yang berubah akibat dari permintaan daya tegangan yang tidak stabil.

Tabel 9 Hasil Perhitungan Nilai Rata-Rata Perhari Arus Eksitasi dan Daya Reaktif

Hari	Arus Eksitasi (A)	Daya Reaktif (MVAR)
1	724,77	8,66
2	679,78	7,88
3	682,13	8,43
4	734,05	8,66
5	694,26	8,57
6	705,02	9,29
7	690,95	9,04
RATA RATA	701,57	8,65

Berdasarkan tabel 9 diperoleh nilai rata-rata dari daya reaktif selama 7 hari sebesar 8,65 MVAR dengan arus eksitasi rata-rata 701,57 A. Pada tabel dapat dilihat daya reaktif terendah terjadi pada hari ke-2 dengan daya reaktif 7,88 MVAR, sedangkan nilai daya reaktif terbesar terjadi pada hari ke-6 dengan daya reaktif sebesar 9,29 MVAR. Dari tabel 4.30 dapat dibuat grafik hubung antara rata-rata arus eksitasi terhadap rata-rata daya reaktif perhari selama 7 hari.



Gambar 2. Grafik Perubahan Rata-Rata Perhari Daya reaktif Terhadap Arus Eksitasi

Pada gambar diagram perubahan daya reaktif terhadap faktor daya, ditunjukkan hubungan antara daya reaktif dengan faktor daya. Pada gambar diagram tersebut didapatkan bahwa perubahan yang terjadi pada daya reaktif berbanding terbalik terhadap faktor dayanya. Seperti yang diketahui untuk faktor daya yang optimal yaitu mendakati 1. Dapat dilihat pada tanggal 2 Januari pukul 01.00 daya reaktifnya 10,12 MVAR dan didapatkan faktor dayanya 0,97 dan pada pukul 02.00 daya reaktif mengalami penurunan menjadi 8,24 MVAR akan tetapi faktor daya mengalami peningkatan menjadi 0,98. Pada pukul 03.00 daya reaktif kembali mengalami penurunan menjadi 5,74 MVAR dengan faktor daya yang meningkat menjadi 0,99. Dari sini dapat kita ketahui bahwa semakin rendah daya reaktif maka nilai faktor daya semakin meningkat, akan tetapi daya reaktif sangat dibutuhkan untuk menjaga stabilitas tegangan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan perhitungan yang telah dilakukan maka dapat ditarik kesimpulan, yaitu:

1. Sistem eksitasi PLTU Bengkayang 2 x 50 MW menggunakan sistem eksitasi statis. Sistem eksitasi statis adalah sistem eksitasi yang pada awal beroperasi arus eksitasinya di suplai dari sumber lain.
2. Perubahan arus eksitasi (If) yang terjadi pada generator Pembangkit mengakibatkan perubahan pada daya reaktifnya (Q). Yang mana dari hasil perhitungan yang dilakukan dari tanggal 2 Januari – 8 Januari 2023 terdapat persentase rata-rata perubahan daya reaktif (Q) terbesar terjadi pada tanggal 6 Januari dengan persentase rata-rata perubahan daya reaktif (Q) yaitu sebesar 20,58% (1,76 MVAR) hal tersebut terjadi akibat perubahan arus eksitasi (If) rata-rata sebesar 2,07% (14,37 A).
3. Daya reaktif memiliki hubungan yang berbanding terbalik dengan faktor dayanya. Daya reaktif yang meningkat dapat menyebabkan faktor daya menurun dan sebaliknya daya reaktif yang turun akan menaikkan faktor daya. Dapat dilihat pada saat daya reaktif berada pada 10,12 MVAR faktor dayanya berada pada 0,97. Pada saat daya reaktif turun menjadi 5,74 MVAR faktor daya menjadi 0,99, yang dimana angka tersebut mendekati faktor daya yang optimal yaitu 1.

DAFTAR PUSTAKA

- R. P. Harahap and K. U. Putra, "Analisis Pengaruh Perubahan Arus Eksitasi Terhadap Karakteristik Generator," *Jurna Teknik Elektro RELE*, vol. 2, no. 1, 2019.
- I. Ridzki, "Analisis Pengaruh Perubahan Eksitasi Terhadap Daya Reaktif Generator," *Jurnal ELTEK*, vol. 11, no. 2, 2013.
- R. E. Zondra and M. P. Halilintar, "Analisis Eksitasi Generator Unit 3 Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG) Teluk Lembu PT.PLN (Persero) Sektor Pembangkit Pekanbaru," *SainETIn (Jurnal Sain, Energi, Teknologi & Industri)*, vol. 6, no. 1, 2021.
- M. S. Fahmi and I. , "Supplay Eksitasi Output Generator 300 Mw Menggunakan Metode Pola Titik Daya Reaktif," *Journal of Mechanical Engineering and Mechatronics*, vol. 5, no. 1, 2020.
- D. F. Nurjaman, "Analisis Pengaruh Sistem Eksitasi Terhadap Tegangan Keluaran Generator Sinkron Mini Hydro," *EPSILON*, vol. 19, no. 3, 2021.
- . M. Farhan, R. Hidayat and Y. Saragih, "PENGARUH PEMBEBANAN TERHADAP ARUS EKSITASI GENERATOR UNIT 2 PLTMH CURUG," *Jurnal SIMETRIK*, vol. 11, no. 1, 2021.
- Elfizon, "Analisis Pengaruh Perubahan Arus Eksitasi Terhadap Arus Jangkar dan Faktor Daya Motor Sinkron Tiga Fasa," *JTEV (Jurnal Teknik Elektro dan Vokasional)*, vol. 1, no. 1, 2015.
- Y. H. Istanto, "Analisis Pengaruh Arus Eksitasi Pada Generator Sinkron Terhadap Pembebanan Di PLTA Wlingi PT PJB Brantas," *Jurnal Qua Teknika*, vol. 9, no. 1, 2019.
- R. Apriandi and A. Mursadin, "Anilisis Kinerja Turbin Uap Berdasarkan Performance Test PLTU PT. INDOCEMENT P-12 Tarjun," *sjme KINEMATIKA*, vol. 1, no. 1, 2016.
- B. Mawarlisti, R. Gianto and Y. , "Optimasi Biaya Pembangkit Unit PLTU Berbahan Bakar Batubara Menggunakan Metode Lagrange," *J3EIT*, vol. 10, no. 2, 2022.
- M. H. F. I. Sitorus, A. Bintoro, A. and f. Zulyanti, "Analisis Pengaruh Perubahan Beban Terhadap Karakteristik Generator di PLTMGG SUMBAGGUT 2 Peaker 250 MW," *Jurnal Energi Elektrik*, vol. 11, no. 2, 2022.
- H. I. Al-Fikri, "ANALISIS PEMBANGKIT LISTRIK DENGAN GENERATOR STIRLING," *JURNAL TEKNIK ELEKTRO UNIVERSITAS TANJUNGPURA*.
- A. Zulhakim, Y. S. Handayani and I. Priyadi, "Pengaruh Sistem Eksitasi Terhadap Generator Sinkron Tiga Fasa di Unit 1 PT. PLN Indonesia Power ULPL TA MUSI," *Jurnak TEKNOSIA*, vol. 17, no. 1, 2023.
- I. Roza, "Analisis Penurunan Cos Phi Dengan Menentukan Kapasitas Kapasitor Bank Pada Pembangkit Tenaga Listrik Pabrik Kelapa Sawit (PKS)," *JESCE*, vol. 2, no. 1, 2018.
- L. Shintawaty, "Peranan Daya Reaktif Pada Sistem Kelistrikan," *Jurnal Desiminasi Teknologi*, vol. 01, no. 2, 2013.
- L. A. Razikin and S. , "Identifikasi dan Analisis Jenis Beban Listrik Rumah Tangga Terhadap faktor daya (Cos Phi)," *JURNAL TEKNIK ELEKTRO UNIVERSITAS TANJUNGPURA*, 2019.