

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis Data Operasi Harian Sistem Eksitasi di PLTU Kaltim Teluk

Data operasi harian sistem eksitasi di PLTU Kaltim Teluk digunakan untuk menganalisis karakteristik sistem eksitasi terhadap variabel keluaran yang berada pada generator sinkron unit 2 ini, data yang digunakan adalah data keluaran dari generator sinkron unit 2 PLTU Kaltim Teluk yang di ambil mulai darj tanggal 17 Agustus 2019 sampai dengan 15 Agustus 2019, data operasi harian ini di olah dari hasil rata-rata setiap satu jam dalam 1 hari mulai dari pukul 00.00-23.00 sehingga di dapatkan hasil rata-rata per hari yang dijadikan bahan analisis dalam penulisan ini.

Data-data operasi harian yang di ambil dari generator unit 2 tersebut terdiri dari, daya aktif generator (MW), daya reaktif generator (MVAR), tegangan generator (KV), frekuensi generator (HZ), arus generator (I), factor daya (COS PHI), arus eksitasi (If) dan tegangan eksitasi (V). Berikut adalah data rata-rata operasi harian PLTU Kaltim Teluk.

Tabel 4. 1 Data operasi harian 8 september - 7 oktober 2019

TANGGAL	Variabel Generator							
	Daya aktif (MW)	Daya reaktif (MVAR)	Tegangan output generator (kV)	Frekuensi generator (hz)	Arus output generator (A)	Faktor daya	Arus Eksitasi (A)	Tegangan eksitasi (V)
08-09-2019	1.62	1.72	1.82	50.15	100.54	0.62	80.15	11.08
09-09-2019	52.61	15.55	13.97	50.06	2199.86	0.95	742.40	104.21
10-09-2019	68.53	14.87	14.07	50.03	2778.88	0.98	805.62	113.35
11-09-2019	85.50	16.56	14.06	50.08	3486.14	0.98	894.95	126.81
12-09-2019	90.05	17.63	14.05	50.02	3685.22	0.98	924.74	131.31
13-09-2019	89.94	18.12	14.05	50.09	3685.40	0.98	925.92	131.50

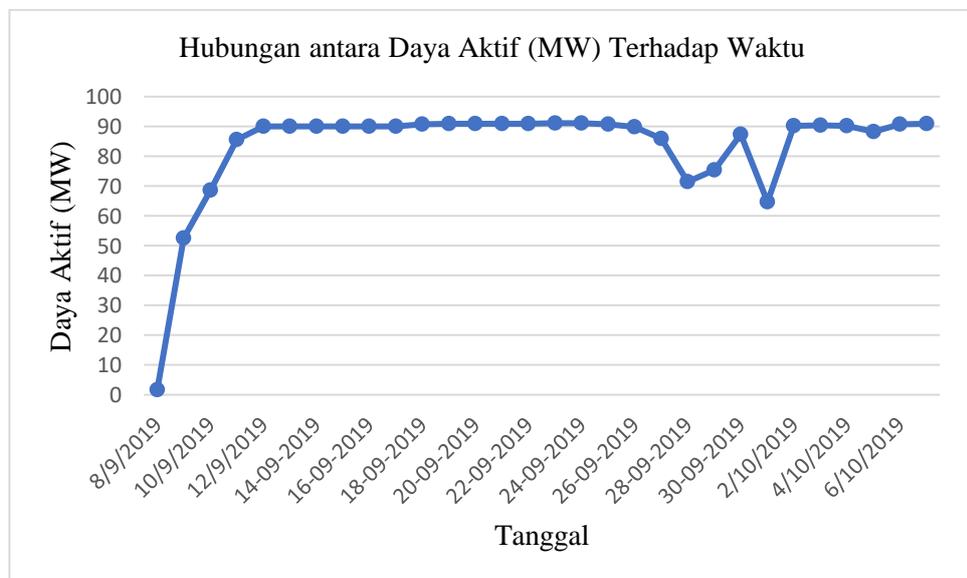
Tabel 4. 2 Data operasi harian 8 september - 7 oktober 2019 (lanjutan)

TANGGAL	Daya aktif (MW)	Daya reaktif (MVAR)	Tegangan output generator (kV)	Frekuensi generator (hz)	Arus output generator (A)	Faktor daya	Arus Eksitasi (A)	Tegangan eksitasi (V)
14-09-2019	89.99	17.61	14.11	50.12	3686.28	0.98	924.82	131.34
15-09-2019	90.01	18.29	14.13	50.09	3690.08	0.98	929.40	132.06
16-09-2019	90.02	29.32	14.13	50.05	3855.09	0.95	997.09	142.50
17-09-2019	89.99	23.70	14.11	50.05	3782.64	0.96	962.74	137.21
18-09-2019	90.74	27.86	14.10	50.04	3869.88	0.95	990.48	141.46
19-09-2019	90.86	26.89	14.10	50.05	3854.64	0.96	984.30	140.49
20-09-2019	90.87	30.23	14.11	50.05	3889.24	0.95	1004.63	143.72
21-09-2019	90.94	24.90	14.09	49.99	3832.47	0.96	974.07	139.02
22-09-2019	90.89	25.07	14.11	50.02	3853.79	0.96	975.87	139.34
23-09-2019	91.12	27.35	14.14	50.11	3860.82	0.95	988.56	141.37
24-09-2019	91.05	23.27	14.10	50.03	3810.20	0.97	964.79	137.66
25-09-2019	90.76	22.43	14.10	50.07	3792.05	0.97	957.99	136.65
26-09-2019	89.86	26.27	14.16	50.01	3785.32	0.95	979.30	140.05
27-09-2019	86.00	29.13	14.21	50.10	3665.17	0.95	976.87	139.62
28-09-2019	71.48	23.00	14.12	50.05	3080.39	0.94	878.21	124.51
29-09-2019	75.44	18.40	14.07	50.07	3175.62	0.97	862.67	122.24
30-09-2019	87.40	22.84	14.11	50.02	3655.59	0.97	945.40	134.89
01-10-2019	64.64	16.68	14.10	50.06	2711.33	0.96	804.95	113.48
02-10-2019	90.27	21.98	14.10	50.02	3755.83	0.97	952.97	135.91
03-10-2019	90.47	20.84	14.11	50.03	3771.08	0.97	948.21	135.25
04-10-2019	90.18	21.95	14.12	50.06	3758.77	0.97	952.33	136.14
05-10-2019	88.27	21.99	14.02	50.07	3730.44	0.97	941.61	134.56
06-10-2019	90.82	18.63	14.04	50.06	3789.72	0.98	935.64	133.58
07-10-2019	90.94	20.03	14.04	50.31	3812.09	0.98	938.68	133.98

4.1.1 Hubungan antara data operasi harian keluaran generator dan sistem eksitasi terhadap waktu

Tabel 4.1 merupakan tabel data operasi harian sistem eksitasi yang akan di jadikan bahan analisis untuk mengetahui hubungan karakteristik setiap variabel yang ada pada data tersebut terhadap waktu. Analisis yang pertama ialah analisis data pada setiap variabel terhadap waktu (hari) dan analisis yang kedua adalah perbandingan tegangan eksitasi dan daya aktif terhadap hari libur dan hari kerja. untuk mengetahui hubungan dari setiap variabel terhadap waktu maka dibuat grafik sebagai berikut.

4.1.1.1 Hubungan antara daya aktif (MW) terhadap waktu (hari)



Gambar 4. 1 Grafik hubungan daya aktif terhadap waktu

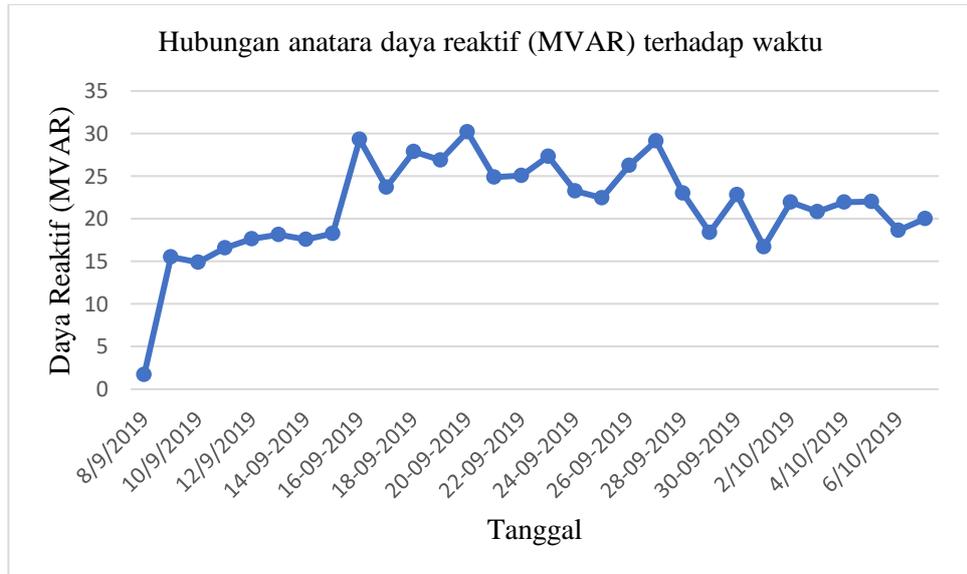
Setelah data setiap jam di rata-rata dan didapatkan data perhari lalu selanjutnya di buat grafik hubungan antara waktu terhadap daya aktif, bisa dilihat pada gambar grafik 4.1 bahwa kebutuhan daya aktif yang harus di *supply* ke konsumen setiap harinya berbeda-beda tergantung beban yang di tanggung oleh generator, daya aktif merupakan salah satu daya yang digunakan secara umum oleh konsumen listrik yang nantinya daya ini akan di konversikan ke bentuk sistem kerja yang akan melakukan energi sebenarnya.

Dilihat dari bentuk grafiknya daya aktif yang dikeluarkan oleh generator unit 2 ini besarnya daya yang keluar setiap harinya berkisar sekitar 90 MW sehingga generator harus bekerja optimal untuk bisa mensupply daya aktif ke beban-beban yang harus di tanggung. Agar generator tetap bisa mengeluarkan daya yang optimal setiap waktunya maka perlu di jaga perputaran rotor dan juga menjaga frekuensi dari generator unit 2 ini. Bisa dilihat di grafik bahwa pada tanggal 8/9/2019 daya aktif yang keluar sebesar 0 MW hal ini terjadi karena pada tanggal tersebut generator sedang tidak sinkron dengan jaringan sehingga belum bisa mensupply energi listrik ke beban-beban, dikarenakan pada tanggal sebelumnya dilakukan *overhaul* pada generator unit 2 ini.

Pada tanggal 27-9-2019 sampai dengan tanggal 2-10-2019 bisa dilihat pada gambar grafik 4.1 bahwa terjadi fluktuasi yaitu kenaikan dan penurunan nilai daya aktif yang di kelurkan oleh generator, terjadinya fluktuasi ini di sebabkan oleh beban-beban yang di tanggung oleh generator tidak stabil dan selalu berubah-ubah sehingga generator mengeluarkan daya aktif sesuai dengan permintaan beban yang ada, jika beban kecil maka daya aktif yang keluar juga kecil begitu juga sebaliknya. Fluktuasi yang terjadi pada nilai daya aktif ini juga berpengaruh pada nilai arus dan tegangan eksitasi, yang mana jika daya aktif turun maka nilai sistem eksitasi yang di supply ke generator juga kecil, begitu pula sebaliknya.

Ketidak stabilan daya aktif yang keluar setiap waktunya bisa menyebabkan tegangan generator ikut berubah, disini sistem eksitasi perlu di jaga agar tegangan generator tetap stabil walaupun daya aktif selalu berubah-ubah.

4.1.1.2 Hubungan antara daya reaktif (MVAR) terhadap waktu (hari)



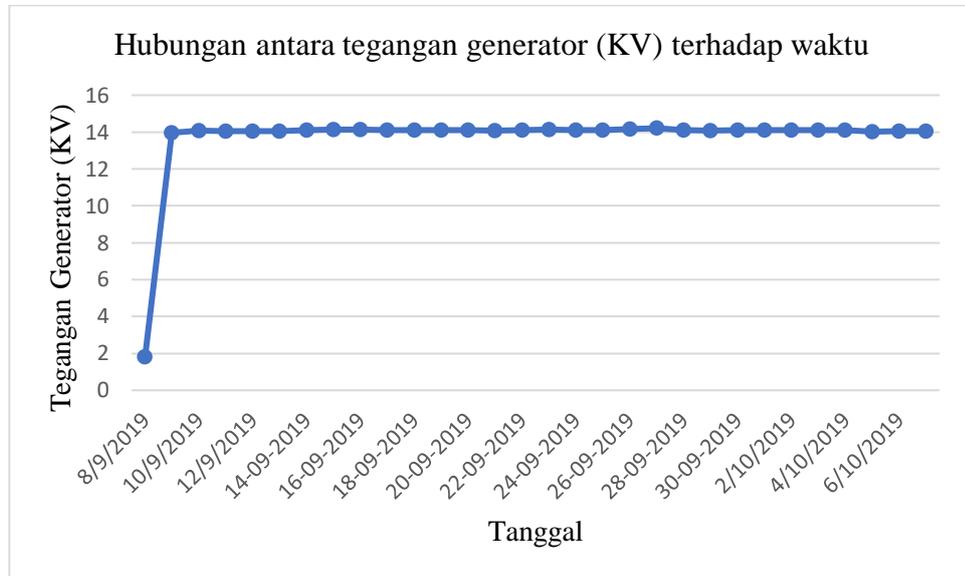
Gambar 4. 2 Grafik hubungan daya reaktif (MVAR) terhadap waktu

Setelah data daya reaktif setiap jam di rata-rata dan didapatkan data perhari lalu selanjutnya di buat grafik hubungan antara waktu terhadap daya reaktif, bisa dilihat pada gambar grafik 4.2 bahwa kebutuhan daya reaktif sama seperti daya aktif yaitu selalu bervariasi setiap harinya tergantung permintaan beban yang di tanggung oleh generator. Daya reaktif ini mensupply beban yang menggunakan daya reaktif untuk bekerja agar bisa menghasilkan medan magnet yaitu beban induktif. Dilihat dari grafik di atas bahwa keluaran daya reaktif tidak stabil dan berubah-ubah dikarenakan kebutuhan dari daya reaktif yang di keluarkan oleh generator unit 2 ini bergantung pada beban-beban yang di tanggung.

sehingga disini sistem eksitasi merupakan salah satu faktor yang berpengaruh untuk menjaga agar generator selalu bisa menghasilkan daya reaktif yang diinginkan oleh beban, Daya reaktif juga digunakan dalam proses sistem eksitasi untuk mendapatkan medan magnet sehingga besarnya daya reaktif juga bergantung pada arus eksitasi. Maka untuk menjaga atau mengatur daya reaktif setiap harinya sesuai

kebutuhan atau permintaan beban maka diperlukan *supply* arus eksitasi yang stabil juga.

4.1.1.3 Hubungan antara tegangan generator (KV) terhadap waktu (hari)



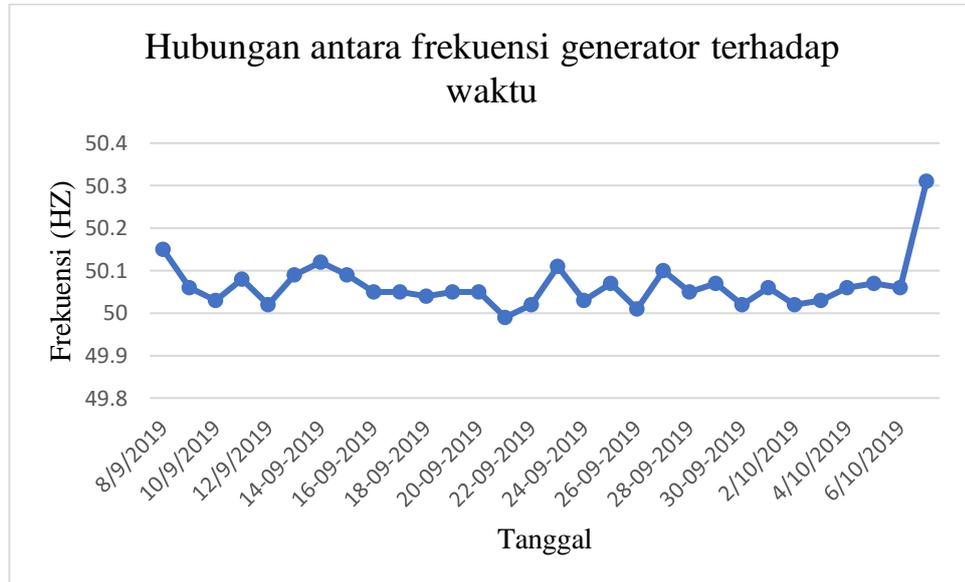
Gambar 4. 3 Grafik hubungan tegangan generator terhadap waktu

Tegangan merupakan salah satu variabel yang paling penting dalam keluaran generator sehingga besarnya tegangan yang keluar dari generator harus stabil dan konstan sesuai dengan parameter yang tertera pada *name plate* generator, hal ini harus di perhatikan karena tegangan merupakan salah satu variabel yang digunakan sebagai parameter agar generator dapat selalu sinkron terhadap jaringan.

Dilihat dari gambar grafik 4.3 hubungan tegangan terhadap waktu pada generator unit 2, bahwa garis grafik menunjukkan garis lurus tidak seperti grafik pada daya aktif dan daya reaktif yang naik turun dikarekan keluaran dari tegangan generator tidak bergantung pada beban-beban yang di tanggung oleh generator, sehingga bisa dikatakan bahwa tegangan yang keluar dari generator unit 2 ini sudah stabil dan dilihat dari grafik di atas bahwa setiap harinya tegangan yang keluar berkisar antara 14 KV angka ini sudah lebih tinggi di bandingkan parameter keluaran tegangan yang tertera pada *name plate* generator yaitu sebesar 13,8 KV. Dengan stabilnya nilai

generator yang keluar setiap harinya maka bisa dikatakan sistem eksitasi pada PLTU Kaltim Teluk bisa dikatakan bagus karena nilai eksitasi berbanding lurus dengan keluaran tegangan pada generator setiap harinya.

4.1.1.4 Hubungan antara frekuensi generator (HZ) terhadap waktu (hari)



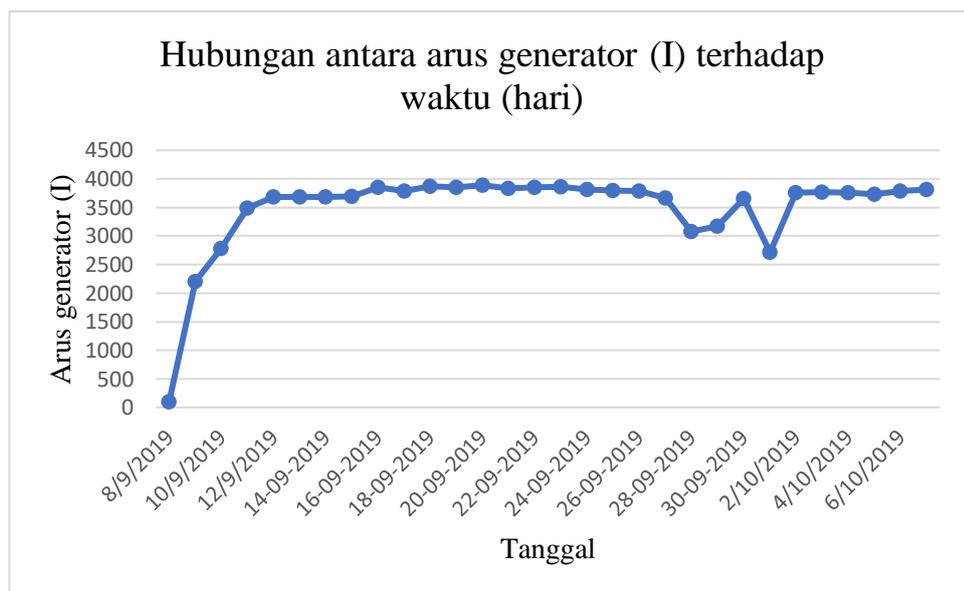
Gambar 4. 4 Grafik Hubungan antara frekuensi generator (HZ) terhadap waktu (hari)

Setelah data frekuensi generator setiap jam di rata-rata dan didapatkan data perhari lalu selanjutnya di buat grafik hubungan antara waktu terhadap frekuensi, sama seperti tegangan, frekuensi merupakan variabel yang penting dalam keluaran generator karena frekuensi adalah salah satu syarat agar generator dapat bekerja dengan sinkron sehingga besarnya nilai frekuensi harus selalu di jaga.

Dapat dilihat dari gambar grafik 4.4 nilai frekuensi setiap harinya tidak sama namun besarnya nilai frekuensi setiap harinya sudah berada di atas nilai 50 Hz sesuai dengan nilai parameter frekuensi pada *name plate* generator unit 2 yaitu sebesar 50 Hz, ini berarti nilai frekuensi pada generator setiap harinya berdasarkan grafik diatas sudah baik dan bisa dikatakan stabil sehingga nilai frekuensi ini mampu untuk menjaga dan mengembalikan keseimbangan antara

sistem pada generator seperti keluaran daya dan tegangan terhadap beban yang di tanggung oleh generator. Salah satu factor yang mampu mengatur maupun menjaga nilai frekuensi pada generator adalah putaran dari rotor yang terkopel langsung dengan *prime mover* atau turbin, maka bisa dikatakan semakin tinggi putaran maka semakin tinggi juga nilai frekuensinya.

4.1.1.5 Hubungan antara arus generator (I) terhadap waktu (hari)



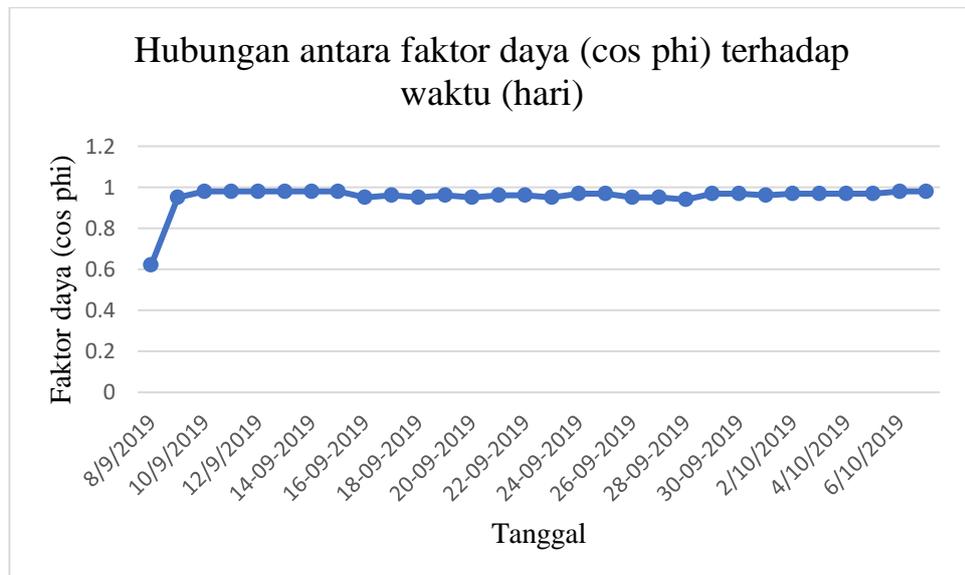
Gambar 4. 5 Grafik hubungan antara arus generator (I) terhadap waktu (hari)

Setelah besarnya nilai arus dalam 24 jam di rata-rata dan menjadi data dalam 1 hari, maka selanjutnya di buat grafik besarnya arus terhadap waktu seperti gambar grafik 4.5 grafik tersebut menunjukkan bahwa besarnya arus selalu berubah-ubah di kisaran angka 3000 A hal ini karena besarnya arus yang keluar tergantung pada permintaan beban dari konsumen yang di tanggung oleh generator uni 2 ini, sehingga bisa di katakan arus berbanding lurus dengan daya yang di keluarkan setiap waktunya yang mana bergantung pada beban yang di tanggung.

Arus tertinggi yang kelur dari generator sebesar 3889.24 A pada tanggal 20-09-2019 besarnya arus generator ini juga berbanding lurus

dengan arus eksitasi sehingga semakin tinggi arus eksitasi yang di berikan kepada generator maka semakin besar juga arus generator yang akan di keluarkan setiap waktunya dibuktikan dengan nilai arus eksitasi terbesar berada pada tanggal yang sama dengan besarnya adalah 1004.63 A, begitupula sebaliknya serta arus terendah yang keluar dari generator ini sebesar 100.54 A pada tanggal 08-09-2019 arus yang keluar pada tanggal tersebut memang kecil di karenakan kondisi generator yang bareda dalam keadaan *over haul* sehingga generator unit 2 ini pada tanggal tersebut belum tersinkronisasi.

4.1.1.6 Hubungan antara factor daya (cos phi) terhadap waktu (hari)



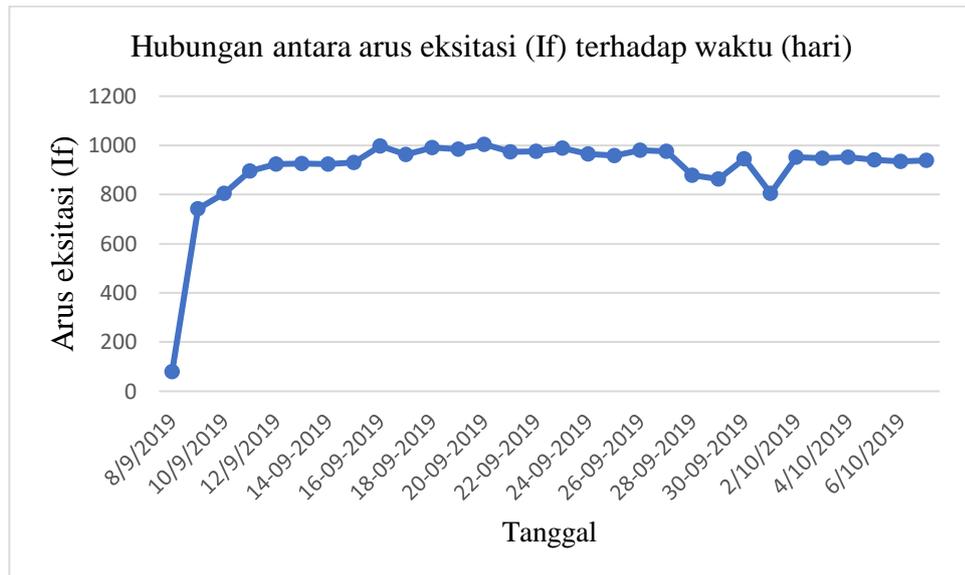
Gambar 4. 6 Grafik hubungan antara factor daya (cos phi) terhadap waktu (hari)

Berdasarkan grafik hasil rata-rata factor daya selama 1 bulan di atas berdarakan grafik terhadap waktu menunjukkan bahwa pada setiap harinya cos phi hampir membentuk garis lurus pada angka 0,95-0,98. Sehingga bisa di katakan factor daya pada generator sinkton ini sudah bagus yang dibuktikan dengan besarnya nilai cos phi yang mendekati angka 1 setiap harinya.

Nilai factor daya terbesar pada grafik diatas adalah 0,98. Nilai cos phi berada di bawah angka 1 adalah hal yang wajar karena adanya daya reaktif yang menyebabkan kerugian daya pada daya aktif yang

mengakibatkan daya aktif akan lebih kecil di bandingkan dengan daya semu. Sehingga untuk memperbesar atau menjaga nilai factor daya agar selalu mendekati angka 1 maka perlu memperkecil nilai daya reaktif.

4.1.1.7 Hubungan antara arus eksitasi (If) terhadap waktu (hari)



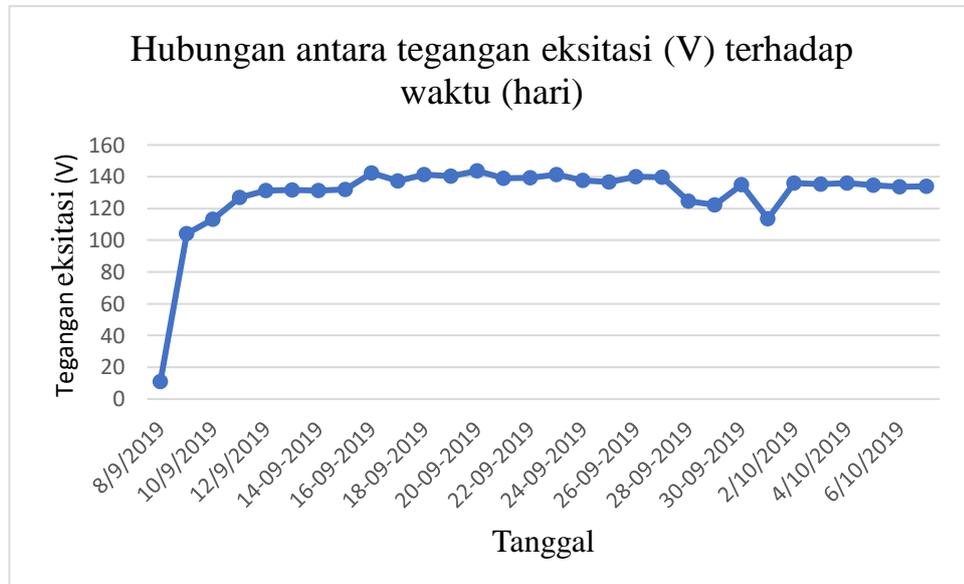
Gambar 4. 7 Grafik hubungan antara arus eksitasi (If) terhadap waktu (hari)

Dilihat dari gambar grafik 4.7 hubungan antara rata-rata arus eksitasi terhadap waktu menunjukkan setiap harinya nilai eksitasi berada pada kisaran nilai 800-1000 A, setiap harinya ada perubahan nilai eksitasi yang terjadi dan itu adalah hal yang sangat wajar di karenakan arus eksitasi sangat bergantung pada keluaran tegangan generator setiap waktunya sehingga jika setiap harinya permintaan tegangan generator berbeda maka arus eksitasi juga akan ikut berubah sehingga bisa di katakana berdasarkan grafik arus eksitasi setiap harinya pada grafik di atas bahwa arus eksitasi akan berbanding lurus dengan tegangan pada generator dan juga daya aktif dan reaktif yang di keluarakn oleh generator setiap waktu.

Permintaan beban yang berbeda-beda setiap harinya juga menyebabkan grafik antara arus eksitasi dan waktu tidak stabil karena

besarnya arus eksitasi juga mengikuti besar kecilnya beban yang di tanggung oleh setiap daya.

4.1.1.8 Hubungan antara tegangan eksitasi (V) terhadap waktu (hari)



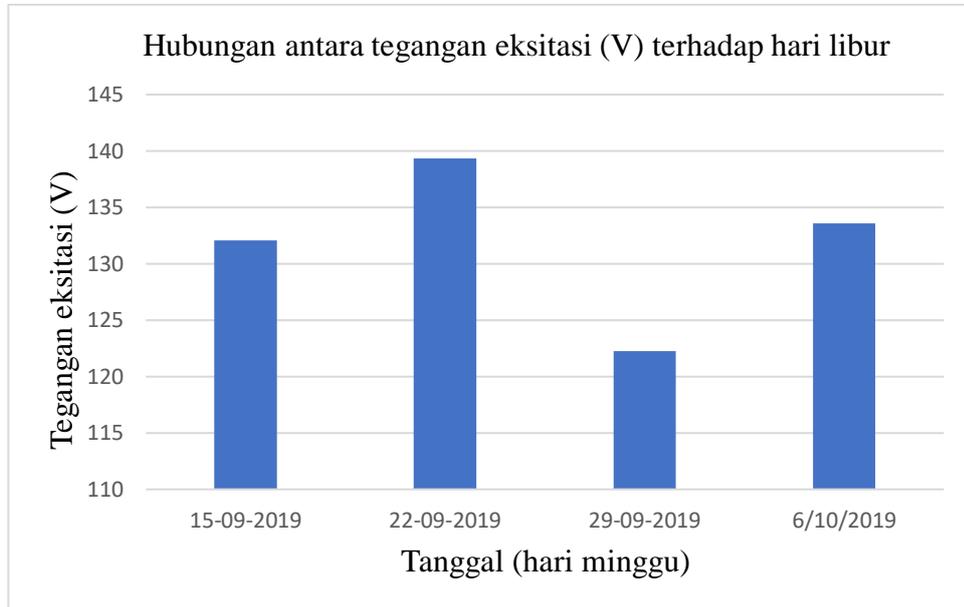
Gambar 4. 8 Grafik hubungan antara tegangan eksitasi (V) terhadap waktu (hari)

Setelah data tegangan eksitasi pada setiap jam di rata-rata dan didapatkan data perhari lalu selanjutnya di buat grafik hubungan antara waktu terhadap tegangan eksitasi, bisa dilihat pada gambar grafik 4.8 bahwa besar nilai tegangan eksitasi setiap harinya berkisar antara 100-140 V. besarnya nilai yang berbeda setiap harinya ini di sebabkan karena permintaan *supply* eksitasi yang berbeda-beda pula untuk menjaga agar tegangan keluaran dari generator tetap stabil sehingga hal itu yang menyebabkan setiap harinya nilai tegangan eksitasi berbeda-beda.

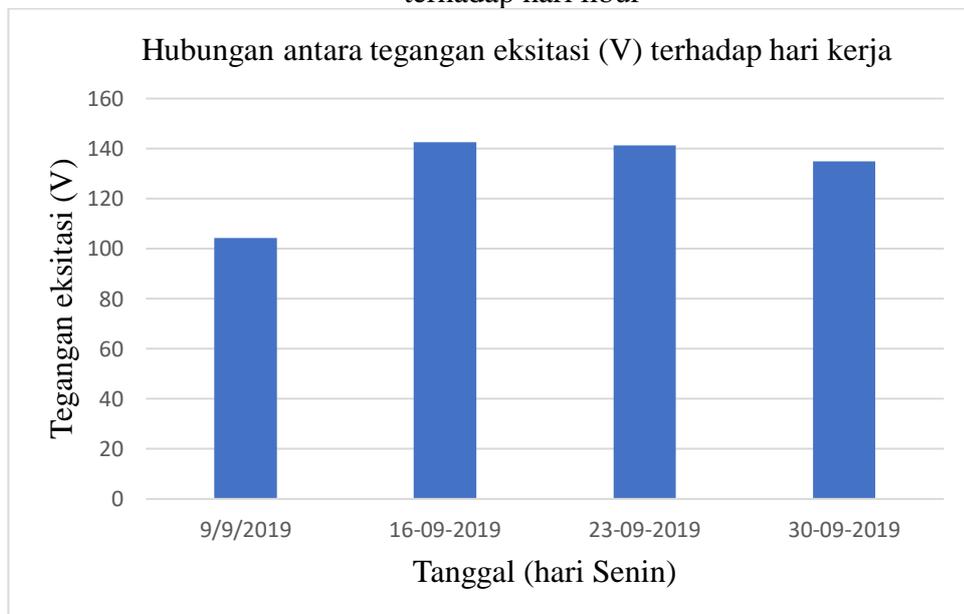
Nilai tegangan eksitasi terbesar adalah sebesar 143.72 yang berada pada tanggal 20-09-2019 besarnya nilai tegangan eksitasi ini berbanding lurus dengan besarnya nilai keluaran setiap variabel pada generator, maka bisa dikatakan bahwa besarnya nilai tegangan eksitasi sangat berpengaruh terhadap keluaran nilai generator

sehingga besarnya nilai supply tegangan eksitasi harus selalu di jaga setiap waktunya.

4.1.1.9 Hubungan analisis perbandingan antara tegangan eksitasi (V) terhadap hari libur (Minggu) dan hari kerja (Senin)



Gambar 4. 9 Grafik hubungan antara tegangan eksitasi (V) terhadap hari libur

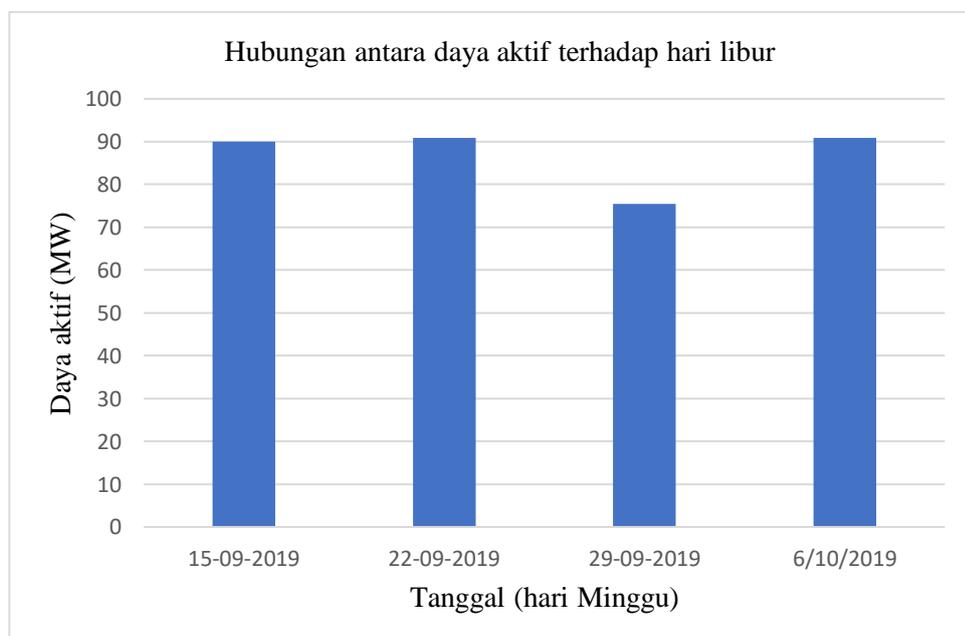


Gambar 4. 10 Grafik hubungan antara tegangan eksitasi (V) terhadap hari kerja

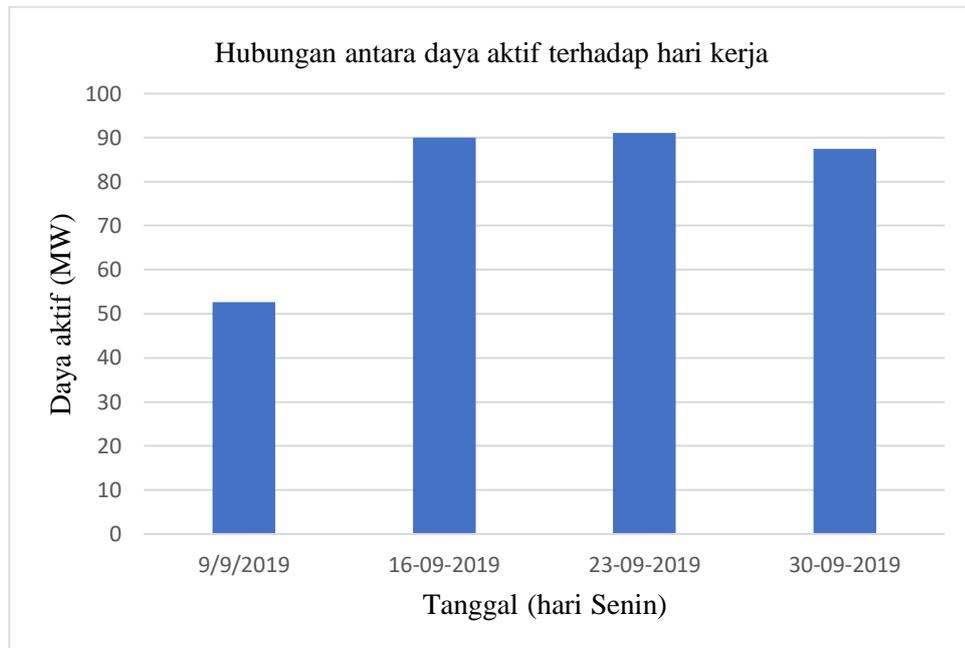
Setelah dibuat 2 grafik sebagai perbandingan seperti di atas yaitu grafik Hubungan antara tegangan eksitasi terhadap hari libur (hari Minggu) dan grafik Hubungan antara tegangan eksitasi terhadap hari kerja (hari Senin) selama satu bulan, maka bisa dilihat bahwa tidak ada perbedaan tegangan eksitasi yang sangat signifikan antara hari kerja dan hari libur sebagai contoh pada tanggal 22-09-2019 pada hari minggu tegangan eksitasi sebesar 139.34 V dan dan pada hari kerja yaitu hari senin pada tanggal 23-09-2019 tegangan eksitasi yang keluar adalah sebesar 141.37.

Dari perbandingan antara hari libur dan hari kerja tersebut hanya ada selisih tegangan yang kecil yaitu sebesar 2.03 V maka bisa di katakan bahwa hari libur dan hari kerja tidak terlalu berpengaruh terhadap besarnya keluaran tegangan ekitasi di karenakan generator memang harus selalu mengeluarkan tegangan yang stabil sebagai salah satu syarat untuk sinkronisasi generator setiap waktunya.

4.1.1.10 Hubungan analisis perbandingan antara daya aktif terhadap hari libur (Minggu) dan hari kerja (Senin)



Gambar 4. 11 Grafik hubungan antara daya aktif (MW) terhadap hari libur



Gambar 4. 12 Grafik hubungan antara daya aktif (MW) terhadap hari libur

Setelah dibuat 2 grafik perbandingan antara daya aktif terhadap waktu libur dan daya aktif terhadap hari kerja bisa dilihat dari gambar grafik 4.11 dan 4.12 tersebut bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan antara daya aktif yang keluar saat hari kerja (Senin) dan hari libur (Minggu). Sebagai contoh saat tanggal 15-09-2019 daya aktif yang keluar dari generator sebesar 90.01 MW dan daya aktif yang keluar saat hari kerja yaitu tanggal 16-09-2019 adalah 90.02 hanya ada perbedaan yang sangat sedikit yaitu sebesar 0.01 MW.

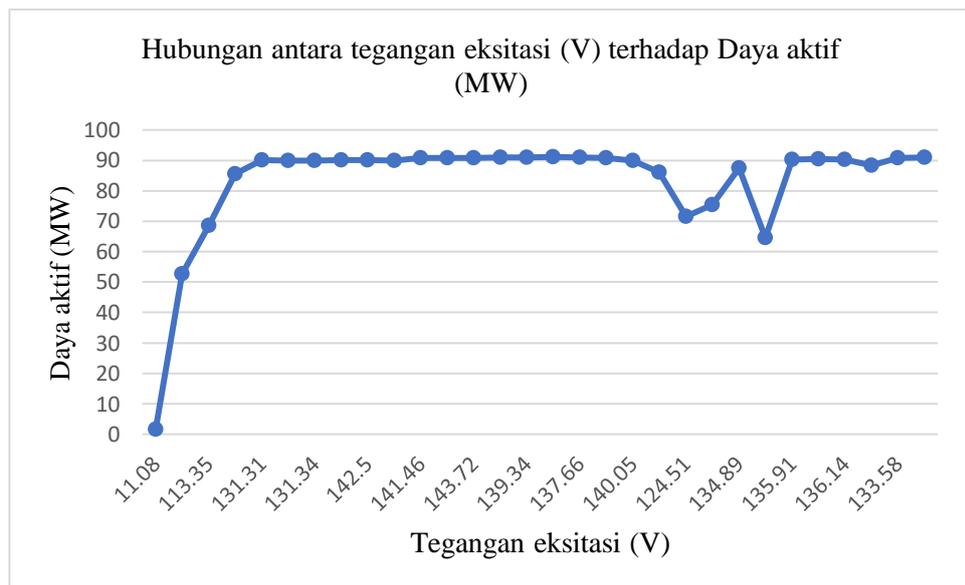
Bisa di katakan bahwa berdasarkan selisih daya aktif yang sedikit tersebut maka tidak ada pengaruh daya aktif yang keluar dari generator unit 2 pada PLTU Kaltim Teluk terhadap hari kerja dan hari libur karna sebagian besar pasokan listrik atau beban yang berada di kota Balikpapan Kalimantan timur adalah beban-beban untuk rumah dan sedikit untuk industri sehingga daya yang keluar setiap harinya hampir sama, tidak ada perbedaan yang menunjukkan bahwa saat hari libur daya yang keluar lebih kecil dari pada hari kerja karna saat hari libur beban-beban yang bekerja sangat sedikit seperti di perkantoran dan di industri, ternyata hal yang terjadi adalah walaupun saat hari

libur tetapi tetap ada beberapa beban tetap bekerja seperti hari -hari biasanya.

4.1.2 Hubungan antara variabel sistem eksitasi terhadap variabel keluaran generator

Berdasarkan Tabel 4.1 di atas yang merupakan tabel data operasi harian sistem eksitasi yang akan di jadikan bahan analisis untuk mengetahui hubungan karakteristik antara variabel sistem eksitasi terhadap variabel keluaran generator. Analisis yang pertama ialah analisis data pada tegangan eksitasi (V) terhadap data keluaran generator dan analisis yang kedua adalah perbandingan arus eksitasi (A) terhadap data variabel keluaran generator unit 2. Untuk mengetahui hubungan antara variabel eksitasi terhadap variabel keluaran generator sonkron unit 2 pada PLTU Kaltim Teluk maka di buat grafik hubungan seperti di bawah ini.

4.1.2.1 Hubungan antara tegangan eksitasi (V) terhadap daya aktif (MW)



Gambar 4. 13 Grafik hubungan antara tegangan eksitasi (V) terhadap Daya aktif (MW)

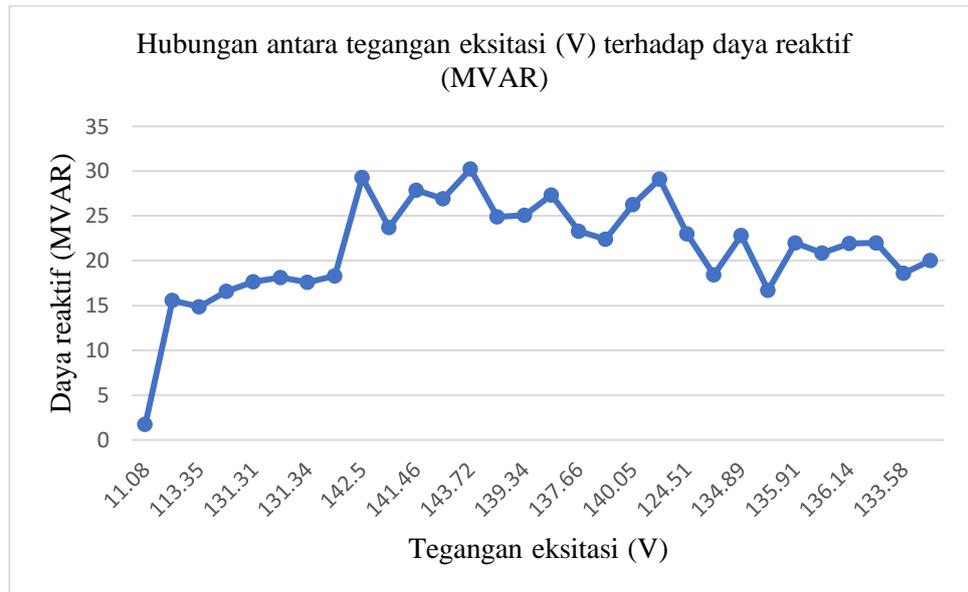
Berdasarkan grafik hubungan antara tegangan eksitasi terhadap daya aktif setiap harinya selama 30 hari seperti gambar grafik 4.13, bahwa berubahnya tegangan eksitasi juga akan berpengaruh kepada besarnya nilai daya aktif yang keluar dari generator dilihat dari grafik

di atas bahwa semakin besar tegangan eksitasi maka daya aktif juga semakin besar atau bisa di katakan nilai tegangan eksitasi berbanding lurus dengan daya akti (MW).

Sebagai pembuktian nilai eksitasi terbesar adalah 143.72 V dan nilai daya aktif nya adalah 90.87 MW sedangkan nilai tegangan eksitasi terkecil adalah sebesar 11.08 V dengan keluaran daya aktif dari generator sebesar 1.06 MW. Daya aktif yang keluar tegantung beban yang di tanggung oleh generator. Sebenarnya secara umum besar kecilnya tegangan eksitasi yang di atur tidak berpengaruh atau tidak bergantung kepada besar kecilnya daya aktif yang akan keluar dari generator sebab pengaturan tegangan eksitasi hanya sangat berpengaruh kepada besar tegangan keluaran dari generator sinkron.

Berdasarkan grafik 4.13 di atas bisa di analisis dan dibuktikan bahwa semakin besar nilai eksitasi yang di berikan maka daya aktif juga akan besar mengikuti besar kecilnya nilai tegangan eksitasi. Besar kecilnya daya aktif yang keluar akan menyebabkan berubahnya fluktuasi tegangan keluaran generator sehingga untuk menjaga tegangan keluaran generator agar tetap sinkron pada jaringan maka tegangan eksitasi harus selalu di jaga.

4.1.2.2 Hubungan antara tegangan eksitasi (V) terhadap daya reaktif (MVAR)



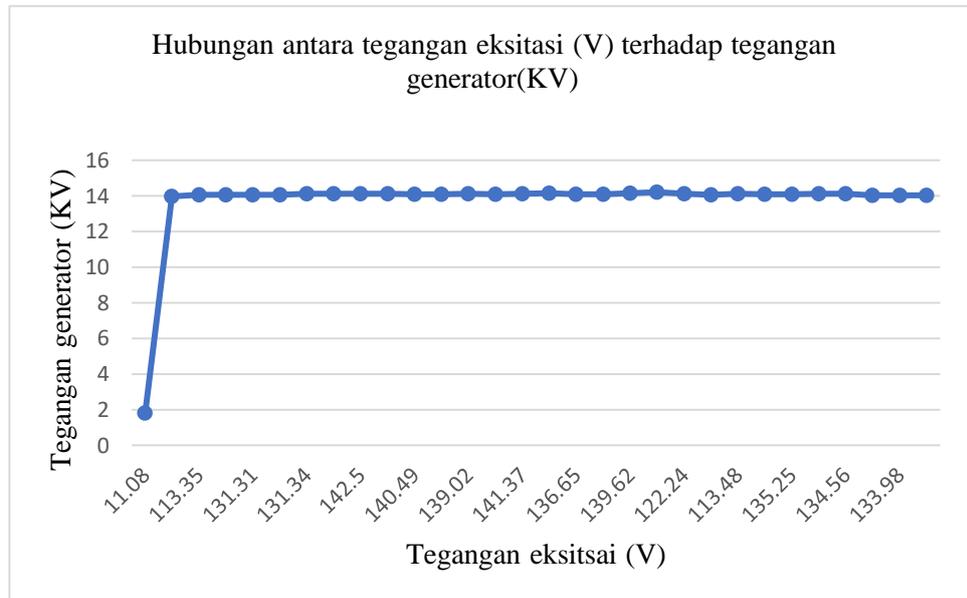
Gambar 4. 14 Grafik hubungan antara tegangan eksitasi (V) terhadap daya reaktif (MVAR)

Pada grafik di atas di lihat grafik hubungan antara tegangan eksitasi (V) terhadap daya reaktif (MVAR) dilihat bentuk grafiknya yang naik turun atau tidak stabil maka bisa di katakan berubahnya nilai tegangan eksitasi setiap waktunya juga menyebabkan berubah juga nilai pada daya reaktif berdasarkan grafik 4.14 di atas terlihat fluktuasi yang terjadi antara tegangan eksitasi terhadap daya reaktif berbanding lurus hal ini karena permintaan daya reaktif untuk mensuply beban induktif sangat berbeda-beda besarnya setiap waktu dan daya reaktif yang keluar ini di atur dengan mengatur arus penguat pada generator.

Sehingga berdasarkan grafik 4.14 di atas maka daya reaktif bergantung kepada tegangan eksitasi karena daya reaktif sebagai daya penyeimbang untuk mempertahankan batas-batas tegangan keluaran. Sekalipun daya ini tidak bisa di rubah menjadi daya aktif, tetapi daya reaktif sangat berguna pada generator untuk menstabilkan tegangan khususnya pada saat terjadi fluktuasi beban. Dalam 30 hari grafik di atas dilihat tegangan eksitasi tertinggi adalah 143.72 V dengan daya

reaktif yang keluar pada hari yang sama sebesar 30.23 MVAR dan daya reaktif terkecil sebesar 1.72 MVAR

4.1.2.3 Hubungan antara tegangan eksitasi (V) terhadap tegangan generator (KV)



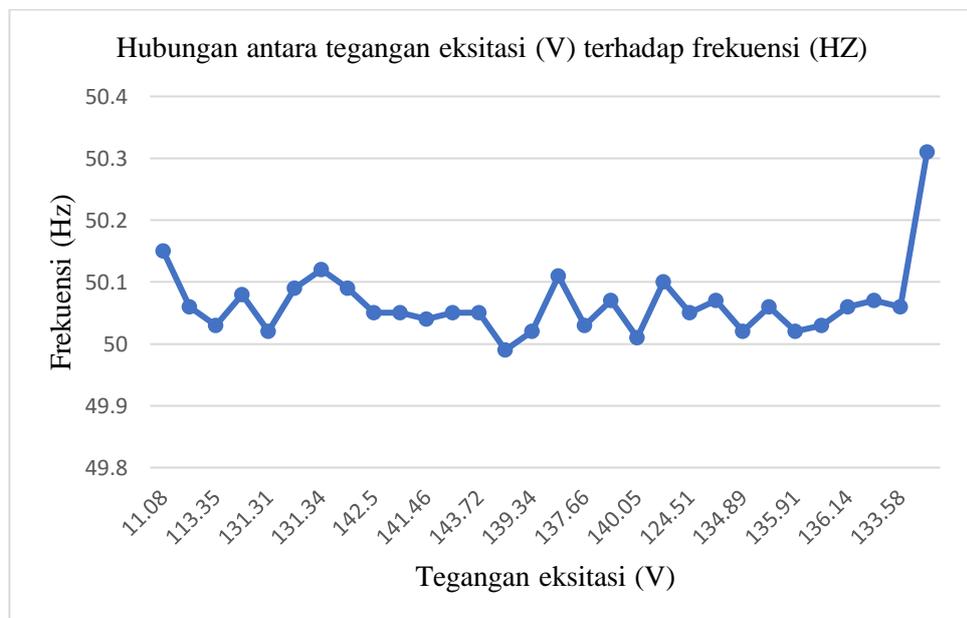
Gambar 4. 15 Grafik hubungan antara tegangan eksitasi (V) terhadap tegangan generator (KV)

Setelah grafik hubungan antara tegangan eksitasi (V) terhadap tegangan keluaran generator (KV) di buat seperti gambar grafik 4,15 maka bisa dilihat dari grafik di atas berbentuk garis lurus dan tidak menunjukkan adanya fluktuasi tegangan itu berarti tegangan eksitasi sama dengan tegangan keluaran generator atau saling berbanding lurus. Hal itu menunjukkan bahwa tegangan eksitasi yang berada di PLTU kaltim teluk pada generator unit 2 ini performanya sudah bagus di buktikan dengan stabilnya tegangan yang keluar dari generator yaitu di sekitaran 13-14 KV sesuai dengan *name plate* pada generator yaitu sebesar 13,8 KV dan juga menjaga stabilnya nilai tegangan keluaran generator ini menjadi bagian untuk menjaga sinkronisasi jaringan pada sistem.

Tegangan eksitasi memang sangat berpengaruh kepada tegangan yang akan keluar pada generator sehingga untuk menjaga nilai keluaran generator maka harus mengatur atau bisa di atur melalui

sistem eksitasi. Jika tegangan pada generator drop atau di bawah batas normal maka harus menaikkan nilai masukan pada sistem eksitasi sehingga nilai keluatran generator juga akan ikut naik begitu juga sebaliknya jika tegangan terlalu tinggi maka sistem eksitasi bisa menurunkan tegangan eksitasinya dan tegangan keluaran generator juga otomatis akan ikut turun karna pada sistem eksitasi terdapat AVR (*Automatic voltage regulator*) yang berguna untuk mengatur besarnya tegangan arus searah (DC) yang akan masuk ke generator.

4.1.2.4 Hubungan antara tegangan eksitasi (V) terhadap frekuensi (HZ)

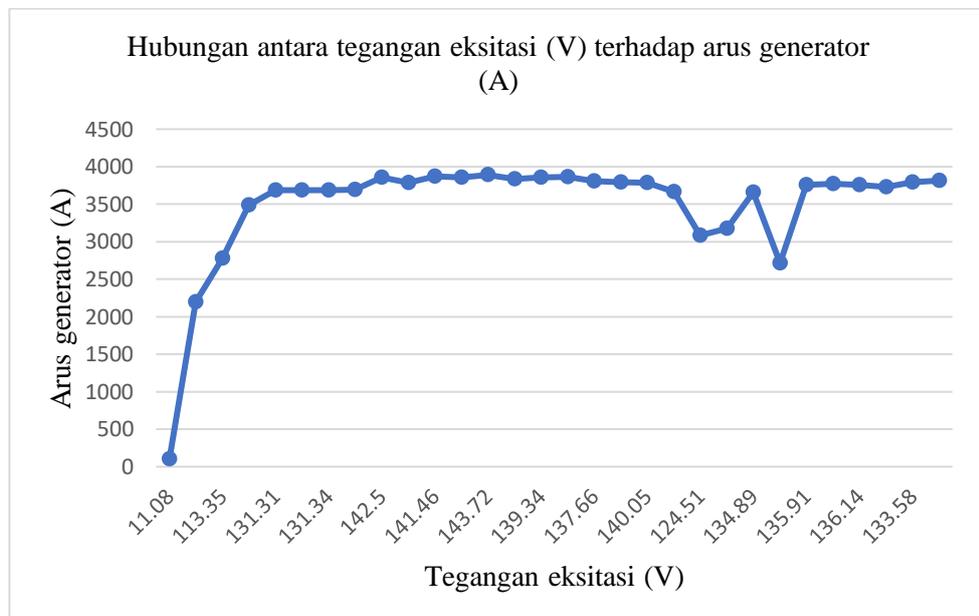


Gambar 4. 16 Grafik hubungan antara tegangan eksitasi (V) terhadap frekuensi (HZ)

Setelah di buat grafik hubungan antara tegangan eksitasi (V) terhadap frekuensi (HZ) bisa dilihat berdasarkan gambar grafik 4,16 bahwa terjadi fluktuasi atau tidak stabil dilihat dengan naik turunnya nilai frekuensi yang ada namun berada di kisaran sebesar 50 Hz. Ini berarti tidak ada hubungan antara tegangan eksitasi terhadap frekuensi pada generator sinkron karna tidak ada data yang menunjukkan jika tegangan eksitasi nilainya besar maka frekuensi generator juga akan besar begitu pula sebaliknya.

Frekuensi nilainya harus selalu di jaga sebesar 50 Hz sesuai dengan *name plate* yang ada pada generator uni 2 di PLTU Kaltim Teluk sehingga untuk menjaga frekuensi yang keluar dari generator maka harus menjaga atau mengatur putaran pada rotor. Sehingga rotor pada generator harus berputar stabil sesuai dengan putaran yang di haruskan pada genefrator sinkron di PLTU Kaltim Teluk yaitu sebesar 3000 Rpm sedangkan putaran pada rotor tidak menyebabkan perubahan atau tidak berpengaruh pada sistem eksitasi sehingga tidak ada hubungan antara frekuensi dan tegangan eksitasi.

4.1.2.5 Hubungan antara tegangan eksitasi (V) terhadap Arus generator (A)



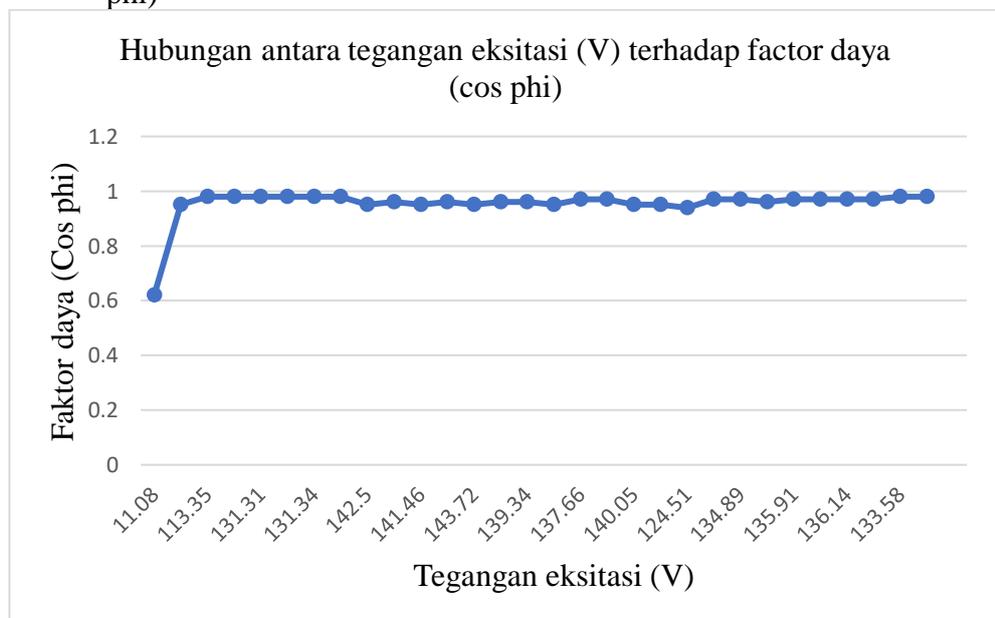
Gambar 4. 17 Grafik hubungan antara tegangan eksitasi (V) terhadap arus generator (A)

Berdasarkan data tabel 4.1 mengenai data operasi harian generator sonkron PLTU Kaltim Teluk lalu di ambil data tegangan eksitasi dan arus generator atau arus jangkar kemudian di buat grafik hubungan antara keduanya untuk mempermudah dalam proses penganalisaan seperti gambar grafik 4.17 di atas

Berdasarkan grafik hubungan di atas antara tegangan eksitasi (V) terhadap arus generator (A), bahwa nilai tegangan eksitasi tertinggi

adalah 143.72 V dengan arus generator sebesar 3889.24 A dan tegangan eksitasi terkecil adalah 11.08V dan arusnya adalah 100.54 A. berdasarkan nilai terbesar dan terkecil dari tegangan eksitasi tersebut menunjukkan juga bahwa nilai arus generatormya juga ikut besar dan kecil itu berarti nilai tegangan eksitasi berbanding lurus dengan nilai arus generator yang di buktikan dengan bentuk grafik di atas yang tidak menunjukkan adanya fluktuasi antara kedua variabel tersebut.

4.1.2.6 Hubungan antara tegangan eksitasi (V) terhadap factor daya (cos phi)



Gambar 4. 18 Grafik hubungan antara tegangan eksitasi (V) terhadap factor daya (cos phi)

Berdasarkan data tabel operasi harian 4.1 dan kemudian di buat gambar grafik 4.18 seperti di atas dapat dilihat pada grafik bahwa grafik menunjukkan garis lurus dan hampir tidak ada fluktuasi antara tegangan eksitasi terhadap factor daya dari generator, dengan di buktikan dari nilai cos phi yang besarnya stabil di kisaran antara 0.9-0.98. yang mana pada setiap keluaran tegangan eksitasi di ikuti besarnya nilai factor daya yang selalu stabil sesuai parameter dari name plate yaitu 0.9.

Nilai factor daya tertinggi adalah sebesar 0.98 di ikuti dengan nilai tegangan eksitasi yang tinggi juga di beberapa hari sesuai tabel data operasi harian 4.1 di atas. Hal ini menunjukkan bahwa PLTU Kaltim Teluk selain selalu menjaga nilai tegangan eksitasi selalu stabil tetapi juga menjaga nilai factor daya yang keluar dari generator agar tetap konstan berada di kisar angka 0.9 atau mendekati 1 dan bisa di katakana performa generator sinkron bekerja dalam keadaan stabil, di mana nilai factor dayanya mendekati angka 1 yang di ikuti dengan besarnya nilai tegangan eksitasi yang keluar juga.

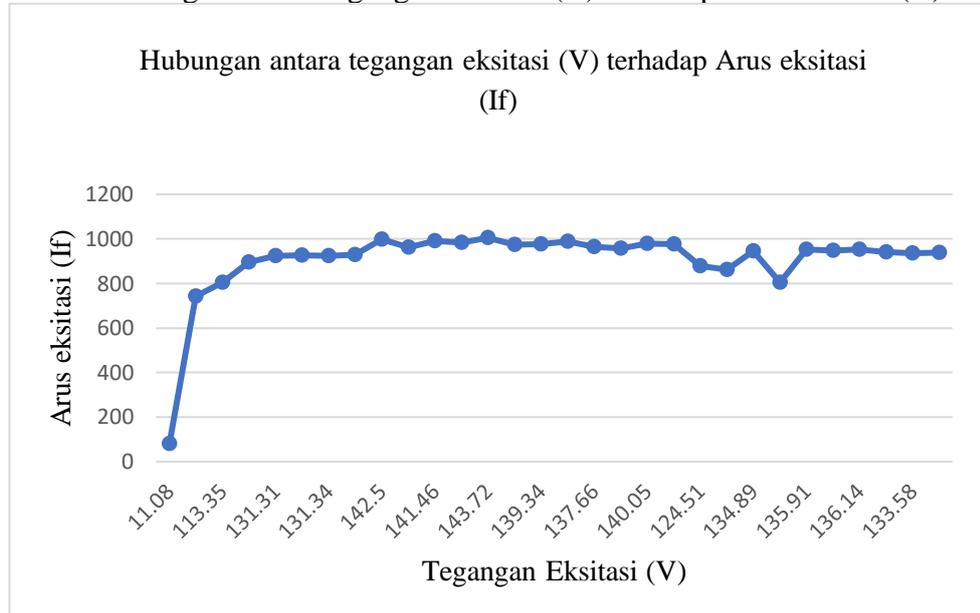
Seharusnya di luar dari nilai tegangan eksitasi, PLTU Kaltim Teluk memang harus selalu menjaga nilai factor daya mendekati angka 1 di karenakan factor daya merupakan besaran yang menyatakan besarnya jaringan yang di miliki dalam proses menyalurkan daya yang mana daya tersebut bisa di dimanfaatkan oleh konsumen. Dalam arti lain semakin bagus atau semakin mendekati angka 1 nilai factor dayanya maka semakin banyak daya aktif yang bisa di salurkan dan di pakai oleh konsumen.

Pada grafik 4.18 di atas menunjukkan adanya beberapa perbedaan antara tegangan eksitasi terhadap factor daya dimana saat factor daya tinggi namun nilai tegangan eksitasinya tidak ikut naik begitu pula sebaliknya hal itu merupakan hal yang wajar di karenakan adanya perubahan nilai pembebanan atau beban yang di tanggung oleh generator berubah-ubah yang menyebabkan nilai factor daya menjadi tidak stabil.

Walaupun dalam keadaan tersebut generator masih tetap bekerja dengan baik dan stabil di karenakan ketika sistem seperti generator sudah tersinkronisasi terhadap jaringan, maka sistem yang lain akan ikut melayani beban dan tegangan eksitasi akan menyesuaikan nilai pembebanan yang nantinya juga akan mempengaruhi nilai factor daya. Ketika permintaan beban meningkat maka nila dari tegangan eksitasi juga akan di perbesar yang mana rotor pada generator juga

akan di tingkatkan putarannya, sehingga tegangan dan daya generator yang di hasilkan akan meningkat dan nilai factor daya akan mendekati angka 1.

4.1.2.7 Hubungan antara tegangan eksitasi (V) terhadap Arus eksitasi (If)



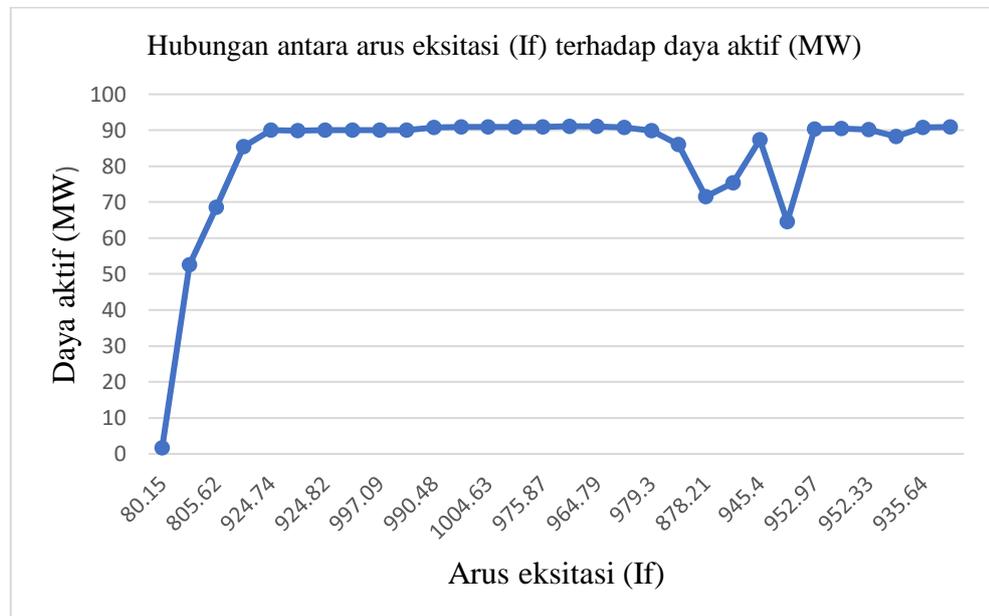
Gambar 4. 19 Grafik hubungan antara tegangan eksitasi (V) terhadap Arus eksitasi (If)

Berdasarkan gambar grafik 4.19 di atas menunjukkan bahwa hubungan antara tegangan eksitasi terhadap arus eksitasi berbanding lurus yang di huktikan dengan jika nilai tegangan eksitasi besar maka nilai arus eksitasi juga harus ikut besar begitu pula sebaliknya. Nilai arus eksitasi terbesar adalah sebesar 1004.63 A di ikuti dengan besarnya nilai tegangan eksitasi yang paling besar juga yaitu sebesar 143.72 V. nilai kedua variabel tersebut sudah sangat membuktikan bahwa nilai tegangan eksitasi berbanding lurus dengan nilai arus eksitasi.

Hal ini menunjukkan berarti sistem eksitasi pada generator PLTU Kaltim Teluk dalam performa yang bagus karena kedua nilai variabel tersebut memang harus selalu di jaga agar berbanding lurus nilainya. Dengan stabilnya nilai tegangan eksitasi dan arus eksitasi yang di alirkan ke rotor generator maka generator akan mengeluarkan tegangan

AC yang stabil yang sesuai dengan parameter yang berada pada generator yaitu sebesar 13.8 KV.

4.1.2.8 Hubungan antara arus eksitasi (If) terhadap daya aktif (MW)



Gambar 4. 20 Grafik hubungan antara arus eksitasi (If) terhadap daya aktif (MW)

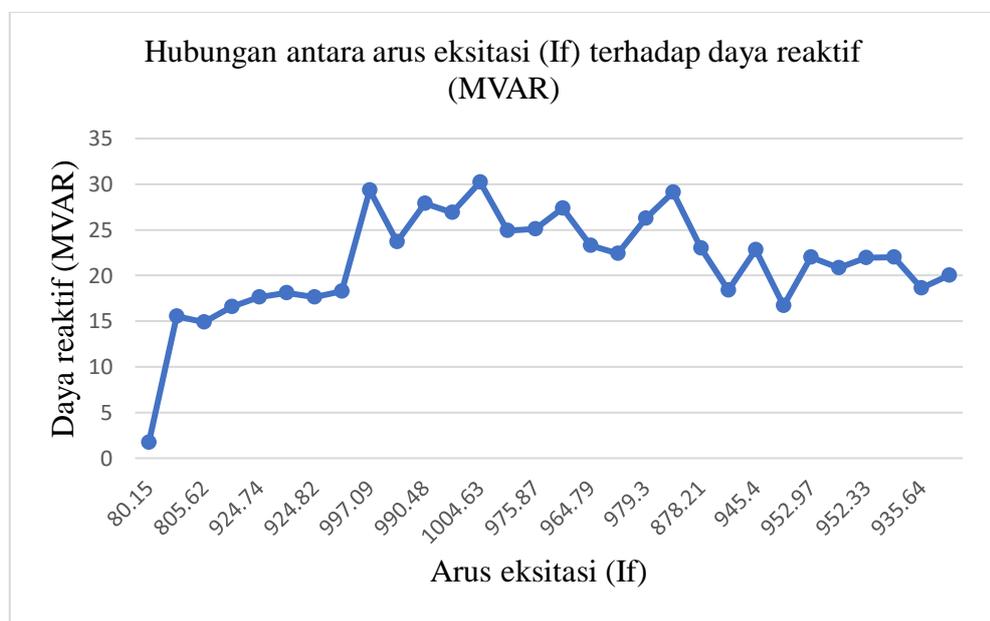
Berdasarkan grafik hubungan antara arus eksitasi terhadap daya aktif seperti gambar grafik 4.20 di atas terlihat bahwa dengan berubahnya nilai arus eksitasi pada generator, maka akan terlihat perubahan hubungan garis grafik antara arus eksitasi terhadap daya aktif yang di keluarkan oleh generator seperti grafik di atas. Nilai daya aktif tertinggi adalah 91.12 MW dan arus eksitasinya adalah sebesar 988.56 A sedangkan daya aktif terkecil adalah sebesar 1.72 MW dan arus eksitasinya adalah 80.15 A.

Kecilnya nilai keluran daya aktif yang diikuti pula dengan kecilnya nilai arus eksitasi ini adalah karena generator pada tanggal tersebut baru saja selesai *overhaul*, sehingga generator belum tersinkronisasi dengan jaringan yang menyebabkan generator belum bisa membebani beban yang ada sehingga masih mengeluarkan daya aktif yang sangat kecil dari putaran rotor pada generator. Begitupula

dengan arus eksitasinya karena tegangan generator belm bisa sinkron maka arus yang keluar hanya sedikit.

Berdasarkan grafik 4.20 di atas bisa dilihat bahwa hubungan antara arus eksitasi terhadap daya aktif adalah berbanding lurus karena semakin besar daya aktif yang keluar dari generator maka semakin besar juga nilai arus eksitasi yang di *supply* ke generator sinkron. Ikut naiknya nilai arus eksitasi ini di lakukan untuk tetap menjaga nilai tegangan generator agar tetap stabil walaupun daya aktif nya berubah-ubah. Naik turunnya daya aktif yang keluar dari generator di sebabkan oleh besarnya pembebanan yang selalu berbeda-beda setiap waktu dari kebutuhan daya aktif konsumen.

4.1.2.9 Hubungan antara arus eksitasi (If) terhadap daya reaktif (MVAR)



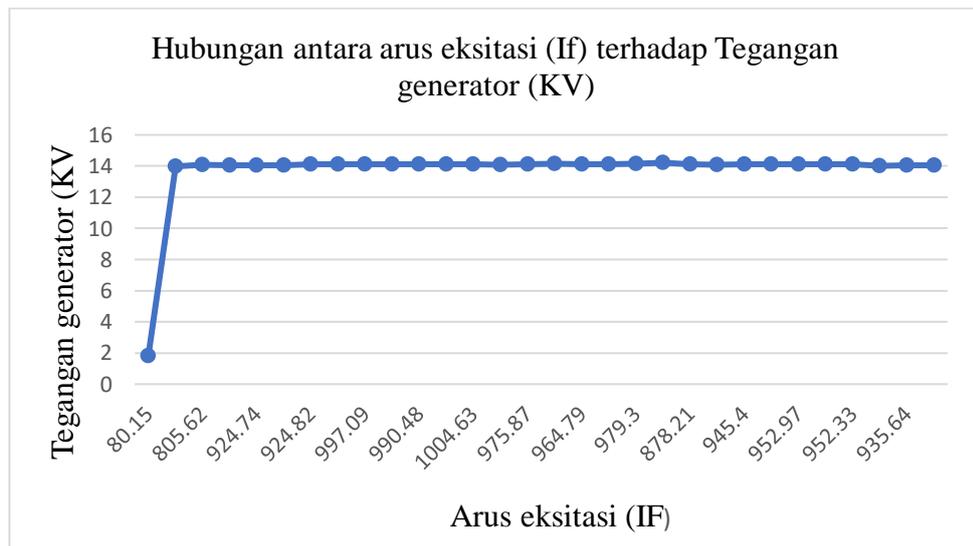
Gambar 4. 21 Grafik hubungan antara arus eksitasi (If) terhadap daya reaktif (MVAR)

Dapat dilihat pada grafik hubungan antara daya aktif terhadap arus eksitasi seperti di atas. Grafik tersenut menunjukkan bahwa terjadi fluktuasi antara kedua nilai variabel tersebut yang di buktikan dengan naik turunnya grafik karena nilai daya reaktif yang selalu berubah ubah sesuai dengan kebutuhan beban induktif yang tanggung oleh

generator sinkron. Nilai terbesar dari daya reaktif adalah 30.23 MVAR di ikuti dengan nilai arus eksitasi yang terbesar pada hari yang sama yaitu sebesar 1004.63 A, sedangkan nilai daya reaktif terkecil sebesar 1.72 MVAR dan nilai arus eksitasinya juga kecil yaitu sebesar 80.15 A.

Hal ini berarti hubungan antara daya reaktif terhadap arus eksitasi adalah berbanding lurus di karenakan semakin tinggi nilai daya reaktif maka nilai arus eksitasi juga akan meningkat begitu pula sebaliknya. Daya reaktif juga di butuhkan dalam sistem eksitasi untuk mensuplai medan magnet pada rotor generator agar nantinya bisa memicu proses reaksi jangkar pada stator dan menghasilkan GGL induksi.

4.1.2.10 Hubungan antara arus eksitasi (If) terhadap Tegangan generator (KV)



Gambar 4. 22 Grafik hubungan antara arus eksitasi (If) terhadap Tegangan generator (KV)

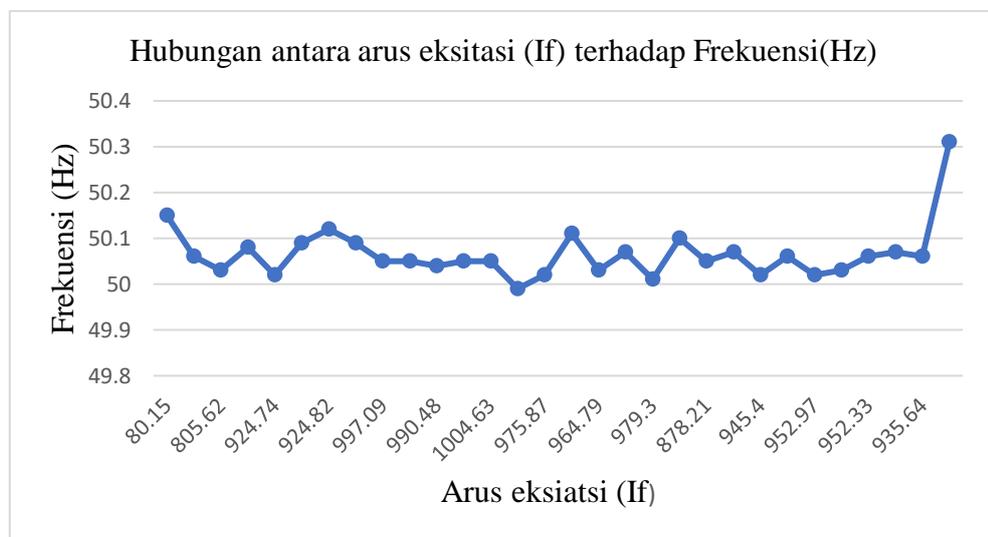
Berdasarkan grafik hubungan antara arus eksitasi terhadap Tegangan generator (K) seperti gambar grafik 4.22 di atas terlihat bahwa dengan berubahnya nilai arus eksitasi pada generator, maka akan terlihat perubahan hubungan garis grafik antara arus eksitasi terhadap Tegangan generator yang di hasilkan oleh generator seperti

grafik di atas. Nilai Tegangan generator tertinggi adalah 14.21 KV dan arus eksitasinya adalah sebesar 976.87 A sedangkahn tegangan generarotor terkecil adalah sebesar 1.82 KV dan arus eksitsinya adalah 80.15 A.

Bisa di analisis berdasarkan grafik di atas berarti nilai hubungan antara tegangan keluaran generator terhadap arus eksitasi berbanding lurus yang di buktikan dengan semakin besar nilai tegangan generator maka nilai arus eksitasi juga akan ikut besar, begitu pula sebaliknya. Ini berarti sistem eksitasi pada generator sinkron performa nya bagus karena nilai arus eksitasi yang di *supply* ke generatoe bisa menjaga nilai tegangan keluaran generator tetap stabil sesuai parameter yang ada pada nameplate yaitu sebear 13.8 KV.

Namun yang terlihat pada tabel operasi harian 4.1 di atas menunjukkan nilai tegangan yang berada di atas angka 13.8 kV itu sangat baik itu berarti PLTU Kaltim Teluk selalu menjaga nilai keluaran tegangan generator sinkron unit 2 ini agar tetap stabil supaya sistem selalu tersinkronisasi dengan jaringan.

4.1.2.11 Hubungan antara arus eksitasi (If) terhadap Frekuensi(Hz)

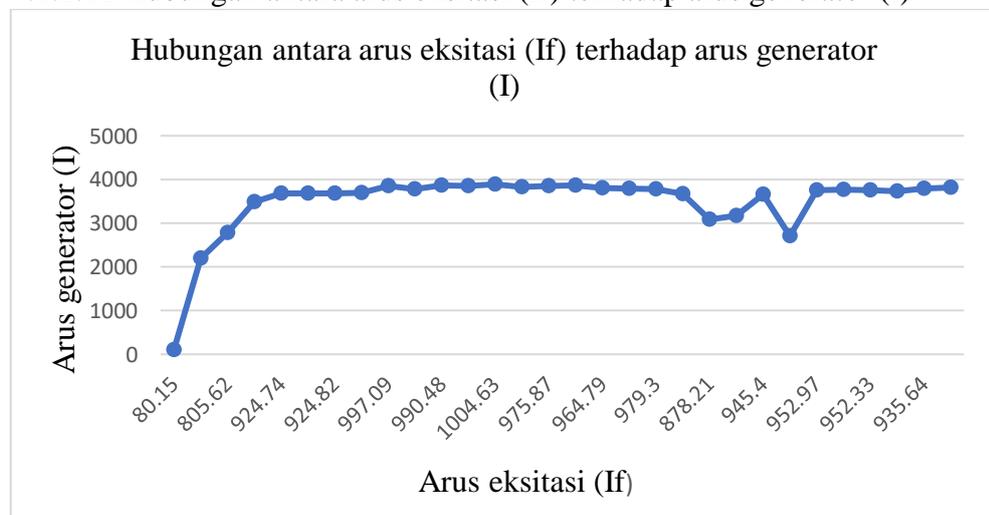


Gambar 4. 23 Grafik hubungan antara arus eksitasi (If) terhadap Frekuensi(Hz)

Setelah di dapatkan data arus eksitasi (I_f) dan frekuensi generator (HZ) maka bisa di buat grafik hubungan antara kedua variabel tersebut seperti gambar grafik 4.23 di atas. Nilai frekuensi tertinggi berada pada angka 50.31 Hz dengan nilai arus eksitasinya sebesar 938.68 A dan nilai frekuensi terendah yaitu 50.01 dan besar nilai arus eksitasinya adalah 979.30 A hal ini berarti semakin besarnya nilai frekuensi tidak di ikuti dengan besarnya nilai arus eksitasi, begitu pula sebaliknya.

Dengan berubahnya nilai arus eksitasi dan nilai frekuensi maka bisa dilihat hubungannya seperti di atas bahwa, bahwa nilai frekuensi selama 30 hari selalu di jaga agar mendekat nilai 50 Hz sesuai dengan nilai dari PLN untuk frekuensi yaitu sebesar ± 0.5 dari 50 Hz. Sehingga besarnya nilai arus eksitasi tidak berpengaruh terhadap besarnya nilai frekuensi generator. Untuk menjaga nilai frekuensi tetap stabil maka perlu menjaga putaran dari rotor generator setiap waktu karena berubahnya nilai putaran rotor bisa menyebabkan nilai frekuensi berubah begitu pula sebaliknya. Dengan bagus dan stabilnya nilai frekuensi maka bisa di katakan kualitas listrik yang di hasilkan oleh generator PLTU Kaltim Teluk sangat baik.

4.1.2.12 Hubungan antara arus eksitasi (I_f) terhadap arus generator (I)

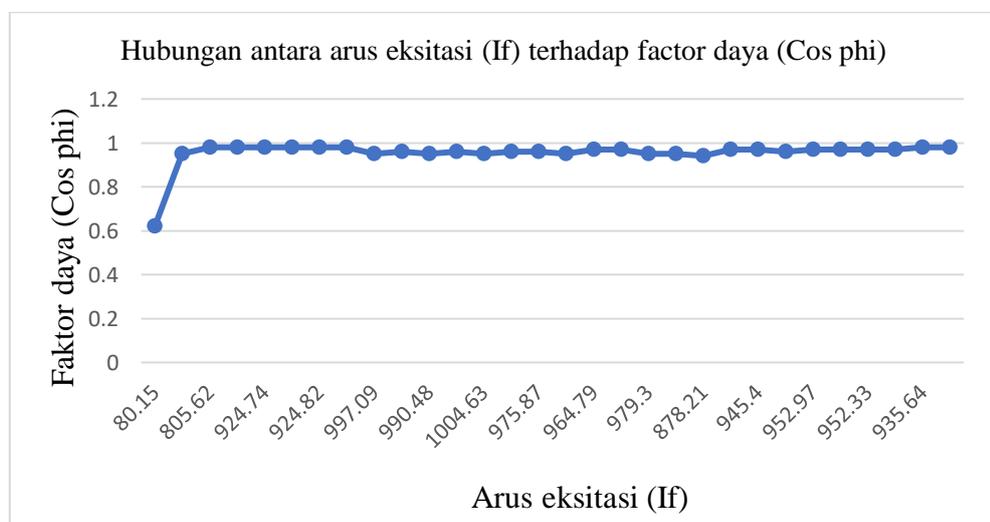


Gambar 4. 24 Grafik hubungan antara arus eksitasi (I_f) terhadap arus generator (I)

Berdasarkan grafik hubungan antara arus eksitasi (I_f) terhadap arus generator (I), bahwa berubahnya nilai arus eksitasi maka bisa terlihat pengaruh hubungan antara kedua variabel tersebut. Dilihat dari grafik di atas bahwa tidak terjadi perubahan atau fluktuasi yang signifikan antara arus generator dan arus eksitasi itu karena semakin besar nilai arus generator yang keluar maka diikuti dengan besarnya nilai arus eksitasi yang besar pula, begitu pula sebaliknya semakin kecil nilai arus generator maka nilai arus eksitasi juga kecil. Hal ini dibuktikan dengan nilai arus generator terbesar adalah 3889.24 A dan nilai eksitasinya juga yang paling besar dalam 30 hari yaitu sebesar 1004.63 A sedangkan nilai arus generator yang paling kecil yaitu sebesar 100.54 A dan nilai arus eksitasinya juga kecil yaitu sebesar 80.15, hal ini sudah membuktikan bahwa hubungan antara arus generator dan arus eksitasi berbanding lurus.

Berubah-ubahnya nilai arus generator ini disebabkan oleh permintaan beban yang berubah-ubah juga setiap waktunya sehingga arus harus mengikuti permintaan beban tersebut, sedangkan berubah-ubahnya nilai arus eksitasi disebabkan karena permintaan untuk mengatur nilai tegangan keluaran generator agar tetap stabil.

4.1.2.13 Hubungan antara arus eksitasi (I_f) terhadap factor daya ($\cos \phi$)



Gambar 4. 25 Grafik hubungan antara arus eksitasi (I_f) terhadap factor daya ($\cos \phi$)

berdasarkan tabel 4.1 tentang data operasi harian generator sinkron unit 2 pada PLTU Kaltim Teluk lalu di ambil data arus eksitasi (I_f) dan factor daya ($\cos \phi$) kemudian di buat grafik hubungan antara kedua variabel tersebut seperti gambar grafik 4.25 di atas. Berdasarkan grafik di atas maka berubahnya nilai factor daya dan arus eksitasi maka akan terlihat pengaruh hubungan antara keduanya.

Nilai factor daya tertinggi adalah sebesar 0.98 di ikuti dengan nilai arus eksitasi yang tinggi juga di beberapa hari sesuai table data operasi 4.1 di atas. Hal ini menunjukkan bahwa PLTU Kaltim Teluk selain selalu menjaga nilai arus eksitasi selalu stabil tetapi juga menjaga nilai factor daya yang keluar dari generator agar tetap konstan berada di kisar angka 0.9 atau mendekati 1 dan bisa di katakana performa generator sinkron bekerja dalam keadaan stabil, di mana nilai factor dayanya mendekati angka 1 yang di ikuti dengan besarnya nilai tegangan eksitasi yang keluar juga.

Seharusnya di luar dari nilai arus eksitasi, PLTU Kaltim Teluk memang harus selalu menjaga nilai factor daya mendekati angka 1 di karenakan factor daya merupakan besaran yang menyatakan besarnya jaringan yang di miliki dalam proses menyalurkan daya yang mana daya tersebut bisa di manfaatkan oleh konsumen. Dalam arti lain semakin bagus atau semakin mendekati angka 1 nilai factor dayanya maka semakin banyak daya aktif yang bisa di salurkan dan di pakai oleh konsumen.

Berdasarkan bentuk gambar grafik 4.25 di atas yang hampir berbentuk garis lurus itu berarti tidak terjadi perubahan atau fluktuasi yang signifikan karena kedua variabel tersebut selalu di jaga besar nilai keluarannya yang mana agar factor daya bisa menghasilkan daya aktif yang tinggi dan nilai arus eksitasi nantinya bisa menghasilkan tegangan generator yang stabil sehingga bisa dikatakan hubungan

antara factor daya dan arus eksitasi adalah berbanding lurus antara satu sama lain.

4.1.3 prosentase Tegangan *Supply* Pada Generator Sinkron PLTU Kaltim Teluk

Analisis prosentase tegangan supply di lakukan untuk mengetahui seberapa banyak tegangan yang keluar dari generator berdasarkan *rated voltage* pada generator sinkron. Untuk mengetahui nilai prosesntase tegangan sepply setiap harinya maka di gunakan rumus sebagai berikut

$$\% = \frac{V_{out\ Generator}}{Rated\ Voltage} \times 100\% \dots\dots\dots(4.1)$$

Setelah di dapakan hasil dari perhitungan berdasarkan rumus di atas, lalu hasilnya di kurangi 100% agar nantinya di dapatkan hasil dari prosentase tegan supply apakah sesuai standar dari PLN dan ANSI atau tidak. Rated voltage yang di gunakan adalah sebesar 13.8 KV sesuai yang tertera pada *name plate* generator sinkron unit 2 PLTU Kaltim Teluk.

Berdasarkan table data operasi harian 4.1 maka dari table di lakukan perhitungan sebagai berikut

1. Data hari ke-1: $V_{out\ generator} = 1.82\ KV = 1820\ V$
 $Rated\ voltage = 13.8\ KV = 13800\ V$

Maka di peroleh

$$\begin{aligned} \% &= \frac{V_{out\ Generator}}{Rated\ Voltage} \times 100\% \\ &= \frac{1820}{13800} \times 100\% \\ &= 13.18\% \\ &= -86.82\% \text{ (kurang dari 100\%)} \end{aligned}$$

2. Data hari ke-2: $V_{out\ generator} = 13.97\ KV = 13970\ V$
 $Rated\ voltage = 13.8\ KV = 13800\ V$

Maka di peroleh

$$\% = \frac{V_{out\ Generator}}{Rated\ Voltage} \times 100\%$$

$$= \frac{13970}{13800} \times 100\%$$

$$= 101.2\%$$

$$= +1.95\% \text{ (lebih dari 100\%)}$$

3. Data hari ke-3: $V_{out} \text{ generator} = 14.07 \text{ KV} = 14007 \text{ V}$

$$\text{Rated voltage} = 13.8 \text{ KV} = 13800 \text{ V}$$

Maka di peroleh

$$\% = \frac{V_{out} \text{ Generator}}{\text{Rated Voltage}} \times 100\%$$

$$= \frac{14007}{13800} \times 100\%$$

$$= 101.5\%$$

$$= +1.88\% \text{ (lebih dari 100\%)}$$

4. Data hari ke-4: $V_{out} \text{ generator} = 14.06 \text{ KV} = 14006 \text{ V}$

$$\text{Rated voltage} = 13.8 \text{ KV} = 13800 \text{ V}$$

Maka di peroleh

$$\% = \frac{V_{out} \text{ Generator}}{\text{Rated Voltage}} \times 100\%$$

$$= \frac{14006}{13800} \times 100\%$$

$$= 101.4\%$$

$$= +1.81\% \text{ (lebih dari 100\%)}$$

5. Data hari ke-5: $V_{out} \text{ generator} = 14.05 \text{ KV} = 14005 \text{ V}$,

$$\text{Rated voltage} = 13.8 \text{ KV} = 13800 \text{ V}$$

Maka di peroleh

$$\% = \frac{V_{out} \text{ Generator}}{\text{Rated Voltage}} \times 100\%$$

$$= \frac{14005}{13800} \times 100\%$$

$$= 101.3\%$$

$$= +1.81\% \text{ (lebih dari 100\%)}$$

Untuk perhitungan selanjutnya yaitu data hari ke-6 sampai dengan data hari ke-30 bisa di lanjutkan dengan menggunakan rumus yang sama seperti perhitungan di atas, kemudian setelah semua data selesai di hitung dan di dapatkan nilai prosentase tegangannya maka di buat tabel seperti di bawah:

Tabel 4. 3 Hasil perhitungan prosentase tegangan *supply* generator

Tanggal	Daya aktif (MW)	VOUT Generator (KV)	Prosentase tegangan supply	Tegangan eksitasi (V)
08-09-2019	1.62	1.82	-86.82%	11.08
09-09-2019	52.61	13.97	+1.23%	104.21
10-09-2019	68.53	14.07	+1.95%	113.35
11-09-2019	85.50	14.06	+1.88%	126.81
12-09-2019	90.05	14.05	+1.81%	131.31
13-09-2019	89.94	14.05	+1.81%	131.50
14-09-2019	89.99	14.11	+2.24%	131.34
15-09-2019	90.01	14.13	+2.39%	132.06
16-09-2019	90.02	14.13	+2.39%	142.50
17-09-2019	89.99	14.11	+2.24%	137.21
18-09-2019	90.74	14.10	+2.17%	141.46
19-09-2019	90.86	14.10	+2.17%	140.49
20-09-2019	90.87	14.11	+2.24%	143.72
21-09-2019	90.94	14.09	+2.10%	139.02
22-09-2019	90.89	14.11	+2.24%	139.34
23-09-2019	91.12	14.14	+2.46%	141.37
24-09-2019	91.05	14.10	+2.17%	137.66
25-09-2019	90.76	14.10	+2.17%	136.65
26-09-2019	89.86	14.16	+2.60%	140.05
27-09-2019	86.00	14.21	+2.97%	139.62
28-09-2019	71.48	14.12	+2.31%	124.51
29-09-2019	75.44	14.07	+1.95%	122.24
30-09-2019	87.40	14.11	+2.24%	134.89
01-10-2019	64.64	14.10	+2.17%	113.48
02-10-2019	90.27	14.10	+2.17%	135.91
03-10-2019	90.47	14.11	+2.24%	135.25

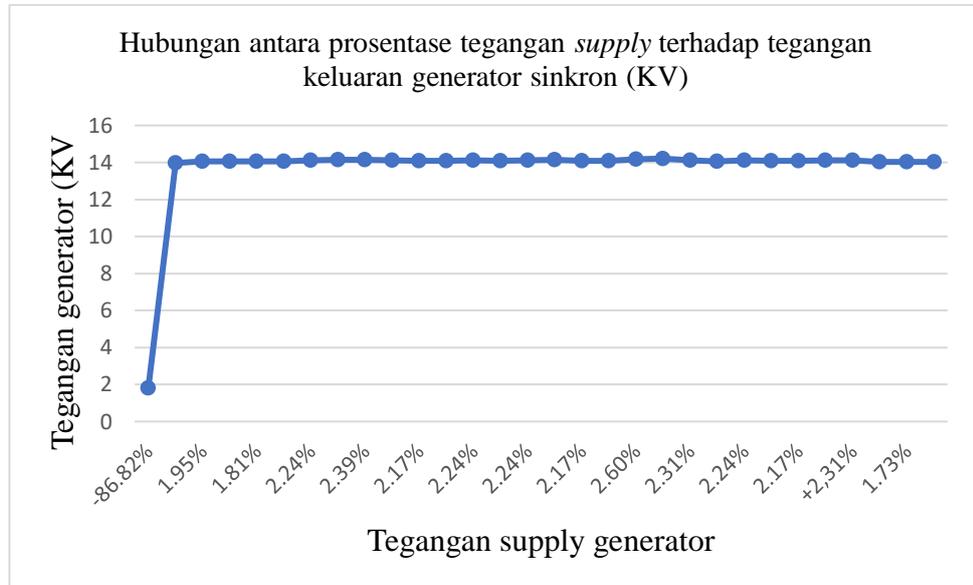
Tabel 4.3 Hasil perhitungan prosentase tegangan supply generator (lanjutan)

Tanggal	Daya aktif (MW)	VOUT Generator (KV)	Prosentase tegangan supply	Tegangan eksitasi (V)
04-10-2019	90.18	14.12	+2,31%	136.14
05-10-2019	88.27	14.02	+1.59%	134.56
06-10-2019	90.82	14.04	+1.73%	133.58
07-10-2019	90.94	14.04	+1.73%	133.98

Seperti terlihat pada tabel 4.2 di atas bahwa nilai prosentase tegangan *supply* generator sinkron unit 2 di PLTU Kaltim Teluk selalu dijaga agar generator dapat mengeluarkan tegangan yang stabil yang di tunjukan dengan nilai prosentase tegangan yang hampir setiap hari bernilai *positive* kecuali pada hari pertama yang nilainya *negative* karena kondisi generator yang belum tersinkron dengan sistem jaringan.

Untuk mempermudah proses analisis, maka selanjutnya dari table 4,2 di atas di buat grafik hubungan antara prosentase tegangan *supply* terhadap tegangan keluaran generator sinkron (KV), prosentase tegangan *supply* generator terhadap daya aktif (MW) dan prosentase tegangan *supply* generator terhadap tegangan eksitasi (V)

4.1.3.1 Hubungan antara prosentase tegangan *supply* terhadap tegangan keluaran generator sinkron (KV)



Gambar 4. 26 Grafik hubungan antara prosentase tegangan *supply* terhadap tegangan keluaran generator sinkron (KV)

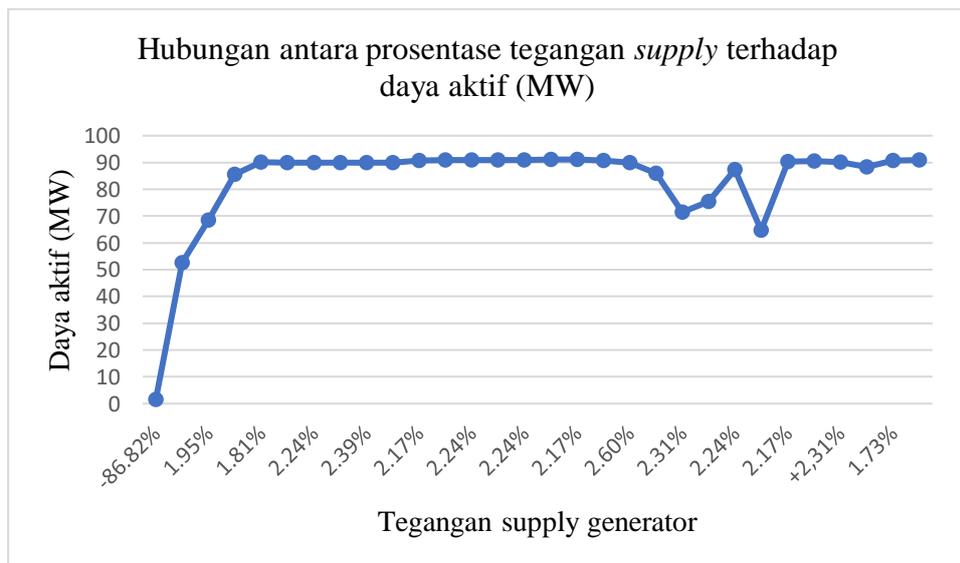
Setelah melakukan perhitungan terhadap prosentase tegangan *supply* generator sinkron pada PLTU Kaltim teluk selama 30 hari lalu selanjutnya di buat grafik hubungan antara prosentase tegangan *supply* terhadap keluaran tegangan generator sinkron. Berdasarkan grafik 4.26 di atas bahwa tidak ada fluktuasi yang terjadi antara kedua hubungan variabel ini, yang mana dibuktikan dengan bentuk grafik yang berbentuk garis lurus, yang mana itu berarti hubungan antara tegangan terminal generator terhadap prosentase tegangan *supply* adalah berbanding lurus.

Nilai prosentase tegangan *supply* tertinggi adalah sebesar +2.97% yang mana di ikuti dengan tegangan yang tertinggi pula yaitu sebesar 14.21 KV, sedangkan untuk prosentase tegangan *supply* terkecil adalah sebesar -86.82% yang mana di ikuti dengan tegangan terminal yang paling kecil yaitu sebesar 1.82 KV. Berdasarkan perhitungan tegangan prosentase *supply* dan grafik 4.26 di atas bisa dikatakan bahwa tegangan *supply* generator di pengaruhi oleh

tegangan terminal generator yang di keluarkan, sehingga untuk mengontrol supaya prosentase tegangan *supply* berada pada angka yang positive maka perlu menjaga dan mengatur nilai keluaran eksitasi yang baik juga.

Setelah melihat hasil prosentase dan bentuk grafik prosentase tegangan *supply* terhadap tegangan terminal maka bisa di simpulkan bahwa performa generator sinkron unit 2 yang berada di PLTU Kaltim Teluk ini dalam keadaan yang baik dan bagus karena berdasarkan standar dari PLN dan ANSI C 84.1 bahwa secara umum tegangan listrik di pusat pembangkit harus memiliki nilai prosentase yang sudah di tetapkan yaitu sebesar +5% dan -10% dalam kondisi normal yang di tetapkan oleh PLN, sedangkan menurut ANSI C 8.41 nilai prosentase yang baik berada pada nilai $\pm 4\%$ pada saat dalam kondisi normal.

4.1.3.2 Hubungan antara prosentase tegangan *supply* terhadap daya aktif (MW)



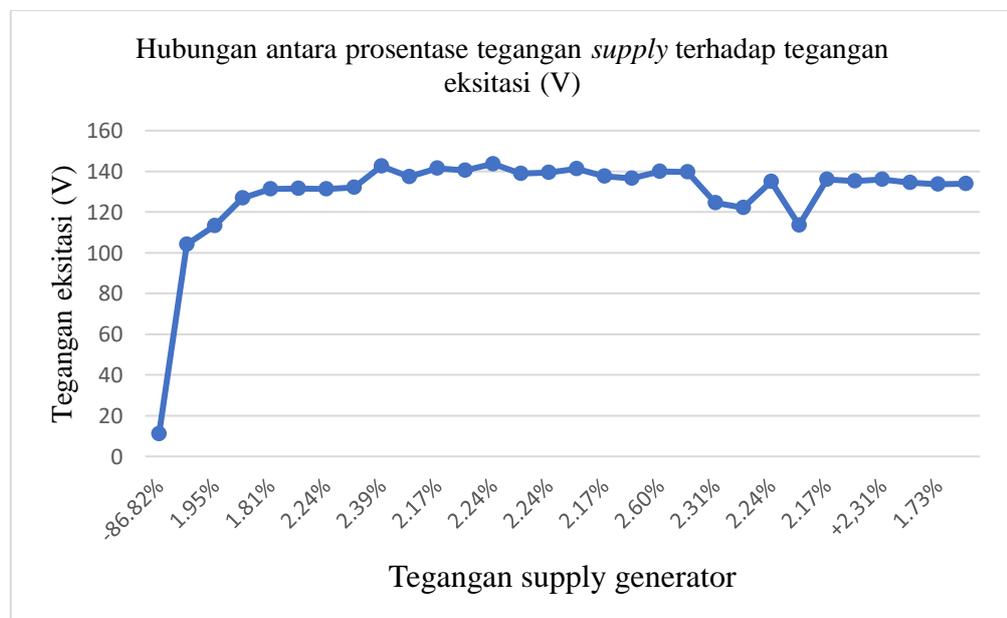
Gambar 4. 27 Grafik hubungan antara prosentase tegangan *supply* terhadap daya aktif (MW)

Berdasarkan gambar grafik 4.27 tentang hubungan antara prosentase tegangan *supply* terhadap daya aktif (MW), bisa di lihat

nilai daya aktif yang tertinggi adalah sebesar 91.12 MW yang mana di ikuti pula dengan nilai prosentase tegangan supply yang tertinggi yaitu sebesar +2.97% , sedangkan nilai daya aktif terkecil berada di nilai 1.62 MW dan prosentase tegangan supply nya juga kecil yaitu - 86.82%. ini berarti hubungan antara daya aktif terhadap prosentase tegangan *supply* adalah berbanding lurus.

Namun bisa di lihat pada grafik bahwa terjadi sedikit fluktuasi pada grafik di atas, namun hal tersebut sangat wajar karena daya aktif nilainya selalu berubah-ubah setiap waktu sesuai permintaan dari konsumen dan juga beban yang di tanggung oleh generator, sehingga untuk menjaga dan menaikkan nilai daya aktif maka perlu menjaga dan menaikkan nilai tegangan generator yang di *supply* oleh arus eksitasi sehingga nantinya besarnya nilai tegangan yang keluar harus mengimbangi daya aktif yang keluar agar tegangan tetap selalu stabil dan selalu dalam keadaan sinkron walaupun daya aktif yang keluar selalu berubah-ubah

4.1.3.3 Hubungan antara prosentase tegangan *supply* terhadap tegangan eksitasi (V)



Gambar 4. 28 Grafik hubungan antara prosentase tegangan *supply* terhadap tegangan eksitasi (V)

Berdasarkan grafik hubungan antara prosentase tegangan *supply* terhadap tegangan eksitasi seperti gambar grafik 4.28 di atas bahwa dengan berubahnya nilai tegangan eksitasi pada generator, maka akan menimbulkan pengaruh hubungan terhadap kedua variabel tersebut yang di buktikan dengan bentuk garis grafik yang naik turun yang mana fluktuasi ini terjadi karena berubahnya nilai tegangan eksitasi yang di alirkan ke rotor pada generator agar selalu menghasilkan tegangan yang stabil, nilai eksitasi tertinggi adalah 143.72 V dan nilai prosentase tegangan *supply* nya juga tinggi yaitu sebesar 2.24%, sedangkan untuk nilai tegangan eksitasi yang terkecil adalah 11.08 dan nilai prosentase tegangan *supply* nya adalah -86.82% ini berarti hubungan antara kedua variabel ini adalah berbanding lurus.

Sehingga dapat di simpulkan bahwa agar generator mampu menghasilkan nilai prosentase tegangan yang baik yang sesuai dengan parameter dari PLN maka perlu menjaga dan mengatur nilai keluaran dari sistem eksitasi generator yang mana nantinya nilai sistem eksitasi ini akan mempengaruhi nilai keluaran tegangan generator, jika tegangan eksitasi yang di berikan besar maka tegangan keluaran generator juga akan ikut besar dan nilai prosentase tegangan *supply* akan bagus dan tinggi, begitu juga sebaliknya, jika tegangan eksitasi kecil maka generator akan mengeluarkan nilai tegangan output yang kecil juga, yang nantinya akan mempengaruhi nilai prosentase tegangan *supply* menjadi kecil.