

BAB IV

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Sistem Eksitasi Generator Unit 1 dan 2 PLTA Wonogiri

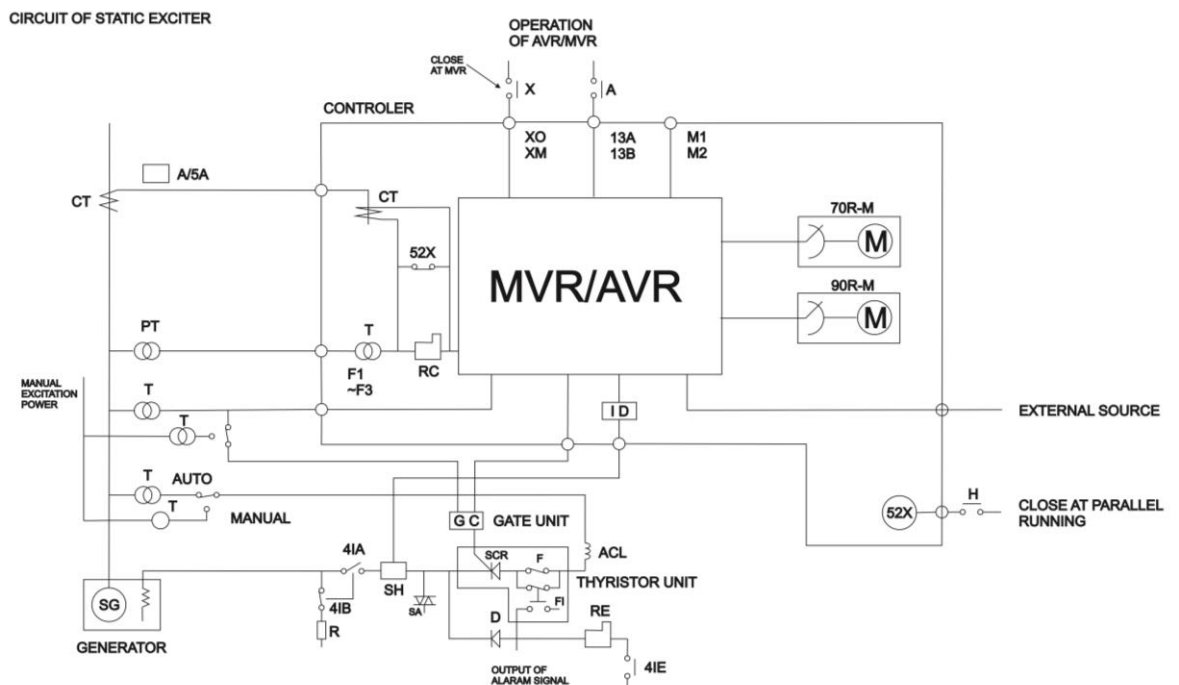
PLTA Wonogiri merupakan salah satu pembangkit yang memanfaatkan limbah air dari aliran sungai Bengawan Solo yang ditampung oleh sebuah waduk yang dimanfaatkan sebagai sumber tenaga utama untuk pembangkitan energi listrik. Dengan memanfaatkan sumber tenaga yang melimpah PLTA Wonogiri dapat mengoperasikan dua buah unit mesin pembangkit dengan daya yang mampu dihasilkan yaitu sebesar 12,4 MW jika jumlah debit air yang tertampung pada waduk dalam jumlah banyak atau mencukupi kebutuhan pembangkitan tenaga listrik untuk mengoperasikan dua unit sekaligus. Dengan beroperasinya dua buah unit pembangkit PLTA Wonogiri mampu menghasilkan tenaga listrik sebesar 108 juta dalam satu tahun. Tenaga listrik yang dihasilkan tersebut kemudian akan disalurkan ke Gardu Induk Pelem Wonogiri yang selanjutnya akan disalurkan kepada konsumen.

Dalam sistem tenaga listrik, sistem eksitasi merupakan sistem yang penting dalam sebuah pembangkitan yang akan bekerja sebagai penguatan tegangan sebelum disalurkan kepada konsumen melalui jaringan distribusi. Sistem eksitasi yang digunakan PLTA Wonogiri yaitu sistem eksitasi tipe *statis* dimana sistem eksitasi yang beroperasi menggunakan alat-alat yang tidak ikut bergerak dengan mesin generator. Alat-alat ini ditempatkan pada tempat yang berbeda dan dihubungkan dengan generator yang akan otomatis bekerja pada saat generator beroperasi dalam pembangkitan tenaga listrik.

Sistem eksitasi generator PLTA Wonogiri dalam pengoperasiannya tidak memerlukan tegangan dari generator tambahan untuk membangkitkan arus eksitasinya. Sistem eksitasi akan bekerja menggunakan tegangan output dari generator itu sendiri. Namun untuk

menggunakan tegangan dari generator sendiri harus melalui proses menggunakan komponen yang ada pada generator untuk menghasilkan tegangan keluaran. Proses tersebut biasanya di sebut juga dengan *self excitation* atau lebih sering dengan sistem eksitasi *statis*.

Namun pada awal pengoprasian unit atau pada saat unit dalam keadaan mati kemudian akan di nyalakan disebut juga dengan proses *start up*, generator belum mampu untuk menghasilkan tegangan keluaran untuk membangkitkan arus eksitasi. Oleh karena itu generator menggunakan tegangan dari luar sebesar 380 V dan selanjutnya akan menghasilkan tegangan keluaran sementara hingga generator mencapai putaran maksimal. Setelah generator berputar maksimal yang artinya generator sudah mampu untuk menghasilkan tegangan keluaran sendiri, maka tegangan dari luar yang di gunakan sebagai tegangan keluaran sementara tersebut akan di putus, kemudian tegangan eksitasi dari generator akan di injeksikan sebagai tegangan keluaran tegangan yang di hasilkan oleh generator.



Gambar 4.1 Diagram garis sistem eksitasi PLTA Wonogiri

(sumber : dokumen PLTA Wonogiri)

4.2 Peralatan Sistem Eksitasi PLTA Wonogiri

PLTA Wonogiri menggunakan sistem eksitasi *statis*, oleh karena itu terdapat beberapa peralatan yang di gunakan sebagai pembangkit tegangan eksitasi yang akan di injeksikan ke dalam tegangan yang di hasilkan pada pembangkitan tenaga listrik. Peralatan tersebut berada pada tempat yang berbeda dengan generator karena sistem eksitasi yang di gunakan adalah sistem eksitasi *statis* yang berarti peralatan yang di gunakan peralatan diam, tidak ikut bergerak dengan rotor pada generator. Berikut adalah peralatan yang di gunakan untuk sistem eksitasi generator unit 1 dan 2 di PLTA Wonogiri :

4.2.1. Generator

Generator adalah komponen atau peralatan utama yang di gunakan sebagai pembangkitan tenaga listrik. Dimana generator tersebut dapat di katakan sebagai penghasil tegangan listrik. Namun dalam sistem eksitasi generator juga di gunakan sebagai penghasil tegangan eksitasi atau tegangan keluaran yang akan di alirkan ke tegangan listrik yang di hasilkan oleh generator untuk di salurkan kepada konsumen. Selain itu tegangan generator juga akan di gunakan sebagai sumber tenaga untuk pemakaian sendiri untuk mengoperasikan berbagai alat yang di gunakan sebagai peralatan pembangkit tenaga listrik atau di sebut juga dengan tegangan pemakaian sendiri (PS). Berikut adalah spesifikasi dari generator unit 1 dan 2 yang memiliki spesifikasi yang sama di PLTA Wonogiri :

Tabel 4.1 Spesifikasi Generator PLTA Wonogiri

Pabrik	SHINKO ELECTRIC CO LTD JAPAN
Merk	Synchrounus Generator
Type	FENKL 2-AW-3700
Out put	7.750 KVA
Freq	50 HZ
Poles	22
RPM	273
Phase	3
Volt.	6.600 V
Power Factor	0,8 lagging
Kind of rating	Continous
Exc. Voltage	220 V
Fild. Current	255 A
Insulation Arm	Class B ,
Insulation Fld	Class B
Temp. Rise Arm	75 °C , Temp Rise Fld. : 75 °C
Ambient Temp.	40 °C
Standart	JEC-114-1978
Date	Peb. 1982
Machine No.	4092360102

(Sumber : Dokumen PITA Wonogiri)

4.2.2. Thyristor Rectifer

Thyristor Rectifer yaitu salah satu peralatan yang di gunakan pada sistem eksitasi yang mana fungsi dari *Thyristor Rectifer* yaitu sebagai penyearah tegangan. Pada sistem eksitasi generator di PLTA Wonogiri, *Thyristor Rectifer* berperan sebagai penyearah tegangan pada keluaran trafo eksitasi yang akan di gunakan generator sebagai inputan dari tegangan eksitasi generator itu sendiri. Besar kecilnya nilai tegangan yang di gunakan dapat di atur dengan cara mengatur sudut penyalan pada *Thyristor Rectifer* yang kemudian nilai tegangan dapat di sesuaikan dengan kebutuhan. Berikut adalah data

spesifikasi dari *Thyristor Rectifier* yang di gunakan pada sistem eksitasi generator PLTA Wonogiri :

Tabel 4.2 Spesifikasi *Thyristor Rectifier* PLTA Wonogiri

Type	THY (AVR:GEC-3211)
Voltage	170 Volt
Fild Current	250 A
Power Transformer	120 KVA/6,6 KV/220 V

(Sumber : Dokumen PLTA Wonogiri)

4.2.3. Excitation Tranformator

Excitation Tranformator atau di sebut juga dengan Trafo Eksitasi memiliki dua jenis yang di gunakan pada pembangkitan tenaga listrik. Yaitu sebagai penurun tegangan (*Step Down*) dan penaik tegangan (*Step Up*). Namun pada pengaplikasiannya dalam sistem eksitasi trafo yang di gunakan adalah penurun tegangan (*Step Down*).

Pada pengoprasiannya trafo eksitasi di gunakan sebagai penurun tegangan dari generator sebesar 6,6 KV yang di turunkan menjadi 110V tegangan bolak-balik (AC). Karena pada sistem eksitasi memerlukan tegangan searah (DC) maka tegangan yang berasal dari generator yang telah di turunkan tersebut kemudian akan di searahkan menggunakan *Thyristor Rectifer* menjadi tegangan 110 VDC.



Gambar 4.2 *Transformer Excitation* PLTA Wonogiri
(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

Berikut adalah spesifikasi dari *Excitation Transformer* yang di gunakan pada sistem eksitasi PLTA Wonogiri :

Tabel 4.3 Spesifikasi Transformator PLTA Wonogiri

Pabrik	SHINKO ELECTRICAL Co.,LTD
Rated Capacity	120 KVA
Rated Viltage	6.600/220 V
Rated Current	10.5 A/315 A
Impedance Voltage	5.2 % at 115° C
Insulation Level	6A Class
AC	P'ry 22Kv
	S'ry 2 Kv
Class of Insulation	F Class
Type of Cooling	AN
Frequency	50 Hz
From	IB-0120
Serial No	810098

(Sumber : Dokumen PLTA Wonogiri)

4.2.4. Automatic Voltage Regulator (AVR)

Automatic Voltage Regulator atau sering di sebut juga AVR memiliki fungsi sebagai pengatur tegangan. Dalam pengoprasianya dalam sistem eksitasi generator PLTA Wonogiri, *Automatic Voltage Regulator* (AVR) berperan sebagai pengatur tegangan yang akan di gunakan atau di injeksikan ke dalam generator pada saat unit generator sedang beroperasi dalam pembangkitan tenaga listrik. Prinsip kerjanya yaitu mengatur besar kecilnya tegangan yang di gunakan pada sistem eksitasi berdasarkan tegangan yang di butuhkan agar tegangan keluaran tetap setabil.

4.2.5. Manual Excitation Control (MEC)

Manual Excitation Control (MEC) memiliki prinsip kerja yang sama seperti *automatic Voltage Regulator* (AVR) dimana fungsinya yaitu sebagai pengatur tegangan yang akan di injeksikan ke generator yang sedang beroperasi dalam pembangkitan tenaga listrik. Namun *Manual Excitation Control* (MEC) memiliki perbedaan yaitu dapat di lihat dari namanya yang berarti bekerja secara manual atau di lakukan secara langsung oleh teknisi. Namun *Manual Excitation Control* (MEC) hanya akan di gunakan pada saat *Automatic Voltage Regulator* (AVR) dalam keadaan rusak atau dalam perbaikan. Dapat di katakan *Manual Excitation Control* (MEC) sebagai back up saat *Automatic Voltage Regulator* (AVR) tidak dapat di gunakan. Jadi peralatan ini tidak selalu beroperasi, dan hanya akan beroperasi atau di gunakan saat keadaan tertentu saja.

4.2.6. Sikat Arang (*Brush Eksitasi*)

Brush Eksitasi atau sering di sebut juga dengan sikat arang memiliki fungsi sebagai penyalur tegangan dari bagian luar peralatan yang di gunakan pada saat sistem eksitasi bekerja ke dalam bagian generator yang berputar. Namun penggunaan *Brush Eksitasi*

(Sikat Arang) memiliki kekurangan yaitu menghasilkan limbah berupa debu-debu dari sikat arang yang di sebabkan oleh pergesekan dengan rotor, yang mana debu tersebut dapat mengganggu atau merusak komponen lain di sekitarnya dan dapat menimbulkan percikan api pada saat putaran generator mencapai kecepatan penuh.

4.3 Prinsip Kerja Sistem Eksitasi Generator PLTA Wonogiri

Pada PLTA Wonogiri menggunakan sistem eksitasi *statis* yang artinya generator pembangkit tidak menggunakan magnet permanen. Namun medan magnet yang ada di gunakan sebagai pembangkit tenaga induksi. Medan magnet tersebut di dapat saat mesin sedang beroperasi dengan cara menyalurkan arus searah (DC) pada saat mesin sedang beroperasi ke bagian kumparan medan yang berada pada rotor melalui bantuan dari komponen berupa *karbon brush* dan *slip ring* yang terletak pada generator.

Karena pada pembangkitan listrik PLTA Wonogiri tidak menggunakan generator tambahan sebagai pembangkit sistem eksitasinya maka sistem eksitasi akan di peroleh dari generator itu sendiri yang mana tegangan yang berasal dari generator tersebut akan di proses hingga dapat menjadi tegangan keluaran dari proses pembangkitan tenaga listrik.

Berdasar pada proses yang di lakukan, generator pada pembangkitan tenaga listrik PLTA Wonogiri, generator menghasilkan tegangan sebesar 6,6 kV yang tentunya tidak dapat begitu saja di gunakan sebagai tegangan eksitasi karena tegangan eksitasi memerlukan arus searah. Oleh karena itu tegangan yang berasal dari generator tersebut akan di searahkan terlebih dahulu menjadi arus searah (DC).

Pada sistem eksitasi generator PLTA Wonogiri hanya memerlukan tegangan sebesar 110 V, maka tegangan yang di ambil dari tegangan generator tersebut akan di turunkan terlebih dahulu hingga tegangan yang di dapat sebesar 110 V. Tegangan yang di turunkan masih dalam tegangan bolak-balik (AC). Maka proses selanjutnya tegangan tersebut akan di

searahkan menggunakan *Thyristor Rectifier*, yang mana fungsi dari *Thyristor Rectifier* dalam pengaplikasiannya pada sistem eksitasi sebagai pengubah tegangan dari yang mulanya tegangan arus bolak balik kemudian di ubah menjadi tegangan searah.

Setelah tegangan yang di dapat dari generator sudah layak untuk di gunakan maka tegangan tersebut akan di injeksikan ke dalam kumparan yang terletak pada generator melalui komponen berupa *karbon brush* dan *slip ring* yang berada pada generator. Pada saat generator akan di oprasikan ketika generator dalam keadaan mati dan akan melakukan pembangkitan tenaga listrik atau di sebut juga dengan *start up*, maka generator belum dapat menghasilkan tegangan keluaran karena generator belum menghasilkan tegangan. Maka pada sistem eksitasi yang di gunakan pada saat *start up* di PLTA Wonogiri menggunakan tegangan dari luar. Tegangan yang di maksud yaitu tegangan dari jaringan 22KV yang kemudian masuk ke dalam trafo untuk di turunkan menjadi 380 Volt. Untuk dapat di gunakan sebagai sistem eksitasi sementara pada saat *start up* di butuhkan tegangan searah maka tegangan 380 Volt tadi masuk ke dalam *inverter* untuk di searahkan menjadi 380 Volt DC untuk di gunakan sebagai sistem eksitasi.

Penggunaan tegangan keluaran ini tidak akan berlangsung lama. Pada saat generator sudah melakukan proses hingga mencapai putaran maximal atau putaran rotor mencapai 273 RPM, maka generator sudah di katakan mampu untuk menghasilkan tegangan. Karena generator sudah dapat menghasilkan tegangan, maka tegangan dari luar yang di gunakan sebagai tegangan keluaran sementara tersebut akan di putus dan akan di gantikan dengan tegangan keluaran dari generator itu sendiri.

4.4 Proteksi Sistem Eksitasi Generator PLTA Wonogiri

Dalam pembangkitan tenaga listrik keamanan adalah salah satu syarat penting. Oleh karena itu dalam pembangkitan tenaga listrik pada PLTA Wonogiri di buatlah berbagai proteksi yang di pasang pada setiap

alat yang di gunakan untuk pembangkitan tenaga listrik. Pada sistem eksitasi ada beberapa peralatan yang di gunakan sebagai keamanan dari sistem itu sendiri agar mengurangi kerusakan dan mengatasi kejadian yang tidak di inginkan saat mesin sedang beroparsi dalam pembangkitan tenaga listrik. Berikut adalah beberapa alat yang di gunakan atau di pasang pada peralatan yang digunakan pada sistem eksitasi generator PLTA Wonogiri :

4.4.1. Field Circuit Breaker

Field Circuit Breaker atau sering di sebut juga dengan CB atau pemutus daya PMT yaitu peralatan yang di gunakan dalam sistem pembangkit tenaga listrik yang fungsinya seperti sebagai pemutus tegangan. Prinsip kerja dari *Filed Circuid Breaker* sama hanya dengan prinsip kerja dari MCB yang terpasang pada rumah-rumah. *Filed Circuid Breaker* akan otomatis bekerja memutuskan tegangan jika terjadi adanya beban lebih atau konsleting pada saat pembangkitan tenaga listrik di PLTA Wonogiri.

4.4.2. Alaram

Alaram adalah salah satu alat yang di gunakan sebagai pengaman pada kontrol sebagai isyarat jika terjadinya gangguan atau kerusakan pada salah satu bagian mesin. *Alaram* juga di pasang pada bagian *Thrystor* dan *power potensial trafo* untuk melindungi jika terjadi gangguan yang akan dapat langsung ditangani agar meminimalkan kerusakan dan tidak semakin besar.

4.5 Analisis Karakteristik Sistem Eksitasi PLTA Wonogiri

Analisis karakteristik sistem eksitasi generator sinkron pada generator unit 1 dan 2 di PLTA Wonogiri berdasarkan data yang di peroleh dengan pengamatan dan pengambilan data secara langsung di PLTA Wonogiri. Data yang di gunakan adalah data pembangkitan selama dua bulan dimulai pada tanggal 1 Januari sampai tanggal 27 Februari 2018 dengan keadaan kedua mesin beroperasi penuh. Berikut adalah data yang di dapat pada operasi harian selama 2 bulan PLTA Wonogiri UP Mrica :

Tabel 4.4 Data Pembangkitan Unit 1 Bulan Januari

TGL	Beban		V Out	Putaran	Faktor Daya	Arus			Arus Jangkar	Penguatan	
	MW	Mvar	KV	Rpm	CosQ	R (A)	S (A)	T (A)	A	A	V
1	6,2	1,5	6,4	273	0,96	556	576	538,5	556,8	190,5	143
2	6,2	1,5	6,4	273	0,96	556,5	576,5	538,3	557,1	190,5	143,3
3	6,2	1,5	6,4	273	0,96	556,2	576,2	537,7	556,7	190,5	143,3
4	6,2	1,5	6,4	273	0,96	557,1	576,7	538,3	557,4	190,6	143,3
5	6,2	1,5	6,4	273	0,96	554,8	574,8	537,5	555,7	190,6	142,8
6	6,2	1,5	6,4	273	0,96	554,8	574,8	537,5	555,7	190,6	142,8
7	6,2	1,5	6,4	273	0,96	554,8	574,8	537,5	555,7	190,6	142,8
8	5,7	1,5	6,3	273	0,96	513,1	532,7	509,5	518,4	187	137,6
9	5,7	1,5	6,3	273	0,96	513,1	532,7	509,5	518,4	187	137,6
10	5,5	1,5	6,2	273	0,96	492,9	512	497,2	500,7	185,5	137,6
11	6,2	1,5	6,4	273	0,96	555,3	575,3	539,2	556,6	190,7	142,3
12	6,2	1,5	6,4	273	0,96	555,1	575,1	539,1	556,4	190,7	142,5
13	6,2	1,5	6,4	273	0,96	555,1	575,1	539,1	556,4	190,7	142,3
14	6,2	1,5	6,4	273	0,96	555,1	575,1	539,1	556,4	190,7	142,3
15	6,2	1,5	6,4	273	0,96	555	575,3	539,3	556,5	190,7	142,3
16	6,2	1,5	6,4	273	0,96	554	574,8	538	555,6	190,7	142,2
17	6,2	1,5	6,4	273	0,96	554,5	574,9	539,3	556,2	190,7	142,3
18	6,2	1,5	6,4	273	0,96	554,5	574,9	539,3	556,2	190,7	142,3
19	6,2	1,5	6,4	273	0,96	554,6	574,9	538,7	556,1	190,6	142,3
20	6,2	1,5	6,4	273	0,96	555,3	575,3	539,2	556,6	190,7	142,3
21	6,2	1,5	6,4	273	0,96	554,8	574,8	538,7	556,1	190,5	142,4
22	6,2	1,5	6,4	273	0,96	554,9	574,9	539,1	556,3	190,4	142,4
23	6,2	1,5	6,4	273	0,96	554,9	574,9	539,1	556,3	190,4	142,4
24	6,2	1,5	6,4	273	0,96	555	575	539,1	556,4	190,5	142,3
25	6,2	1,5	6,4	273	0,96	555,3	575,3	539,9	556,8	190,4	142,4
26	6,2	1,5	6,4	273	0,96	555,3	575,3	539,9	556,8	190,3	142,5
27	6,2	1,5	6,4	273	0,96	555,3	575,3	539,9	556,8	190,3	142,5
28	6,2	1,5	6,4	273	0,96	555,2	575,2	539	556,5	190,5	142,4
29	6,2	1,5	6,4	273	0,96	554,9	574,9	537,5	555,8	190,4	142,5
30	6,2	1,5	6,4	273	0,96	554,9	574,9	537,5	555,8	190,4	142,5
31	6,2	1,5	6,4	273	0,96	556,2	576,3	540,3	557,6	190,6	142,5

Tabel 4.5 Data Pembangkitan Unit 2 Bulan Januari

TGL	Beban		V Out	Putaran	Faktor Daya	Arus			Arus Jangkar	Penguatan	
	MW	Mvar	KV	Rpm	CosQ	R (A)	S (A)	T (A)	A	A	V
1	6,2	1,5	6,4	273	0,96	556	576	538,5	556,8	190,5	143
2	6,2	1,5	6,4	273	0,96	556,5	576,5	538,3	557,1	190,5	143,3
3	6,2	1,5	6,4	273	0,96	556,2	576,2	537,7	556,7	190,5	143,3
4	6,2	1,5	6,4	273	0,96	557,1	576,7	538,3	557,4	190,6	143,3
5	6,2	1,5	6,4	273	0,96	554,8	574,8	537,5	555,7	190,6	142,8
6	6,2	1,5	6,4	273	0,96	554,8	574,8	537,5	555,7	190,6	142,8
7	6,2	1,5	6,4	273	0,96	554,8	574,8	537,5	555,7	190,6	142,8
8	5,7	1,5	6,3	273	0,96	513,1	576,7	509,5	533,1	187,1	137,6
9	5,7	1,5	6,3	273	0,96	513,1	576,7	509,5	533,1	187,1	137,6
10	5,5	1,5	6,2	273	0,96	492,9	512	497,2	500,7	185,5	134,6
11	6,2	1,5	6,4	273	0,96	555,3	575,3	539,2	556,6	190,7	142,3
12	6,2	1,5	6,4	273	0,96	555,1	575,1	539,1	556,4	190,7	142,5
13	6,2	1,5	6,4	273	0,96	555,1	575,1	539,1	556,4	190,7	142,3
14	6,2	1,5	6,4	273	0,96	555,1	575,1	539,1	556,4	190,7	142,3
15	6,2	1,5	6,4	273	0,96	555	575,3	539,3	556,5	190,7	142,3
16	6,2	1,5	6,4	273	0,96	554	574,8	538	555,6	190,7	142,2
17	6,2	1,5	6,4	273	0,96	554,5	574,9	539,3	556,2	190,7	142,3
18	6,2	1,5	6,4	273	0,96	554,5	574,9	539,3	556,2	190,7	142,3
19	6,2	1,5	6,4	273	0,96	554,8	574,9	538,7	556,1	190,6	142,3
20	6,2	1,5	6,4	273	0,96	555,3	575,3	539,2	556,6	190,7	142,3
21	6,2	1,5	6,4	273	0,96	554,8	574,8	538,7	556,1	190,5	142,4
22	6,2	1,5	6,4	273	0,96	554,9	574,9	539,1	556,3	190,4	142,4
23	6,2	1,5	6,4	273	0,96	554,9	574,9	539,1	556,3	190,4	142,4
24	6,2	1,5	6,4	273	0,96	555	575	539,1	556,4	190,5	142,3
25	6,2	1,5	6,4	273	0,96	555,3	575,3	539,9	556,8	190,4	142,4
26	6,2	1,5	6,4	273	0,96	555,3	575,3	539,9	556,8	190,3	142,5
27	6,2	1,5	6,4	273	0,96	555,3	575,3	539,9	556,8	190,3	142,5
28	6,2	1,5	6,4	273	0,96	555,2	575,2	539	556,5	190,5	142,4
29	6,2	1,5	6,4	273	0,96	554,9	574,9	537,5	555,8	190,4	142,5
30	6,2	1,5	6,4	273	0,96	554,9	574,9	537,5	555,8	190,4	142,5
31	6,2	1,5	6,4	273	0,96	554,8	574,8	537	555,5	190,3	142,5

Tabel 4.6 Data Pembangkitan Unit 1 Bulan Februari

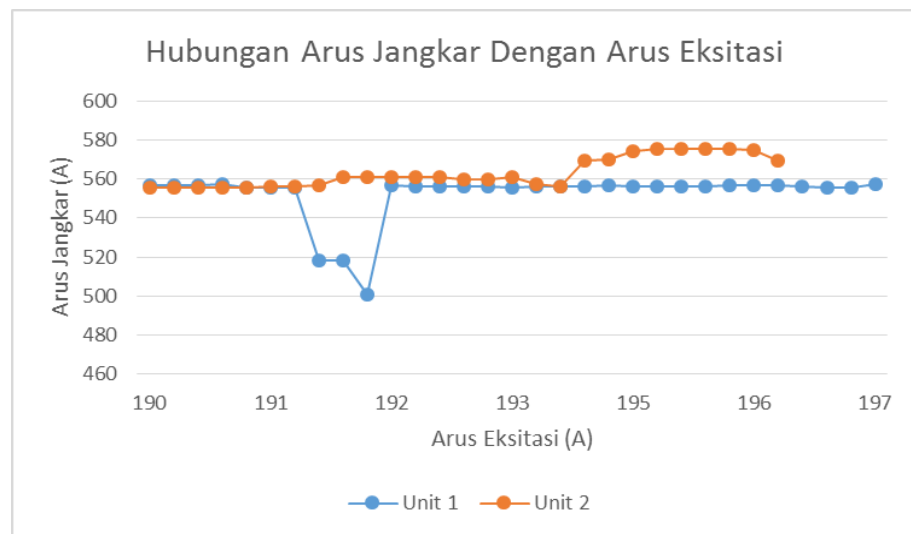
TGL	Beban		V Out	Putaran	Faktor Daya	Arus			Arus Jangkar	Penguatan	
	MW	Mvar	KV	Rpm	CosQ	R (A)	S (A)	T (A)	A	A	V
1	6,2	1,5	6,4	273	0,96	554,8	574,8	537,7	555,8	190,8	142,2
2	6,2	1,5	6,4	273	0,96	554,9	574,9	537,5	555,8	190,4	142,5
3	6,2	1,5	6,4	273	0,96	555	575	537,5	555,8	190,5	142,4
4	6,2	1,5	6,4	273	0,96	555	575	537,5	555,8	190,5	142,4
5	6,2	1,5	6,4	273	0,96	554,8	574,8	536,9	555,5	190,3	142,5
6	6,2	1,5	6,4	273	0,96	555,4	575,4	538,7	556,5	190,5	142,3
7	6,2	1,5	6,4	273	0,96	555,3	575,3	538,6	556,4	190,5	142,3
8	6,2	1,5	6,4	273	0,96	555,5	575,5	539,1	556,7	190,7	142,1
9	6,2	1,5	6,4	273	0,96	554,5	571,5	557,5	561,2	199	143
10	6,2	1,5	6,4	273	0,96	554,5	571,5	557,5	561,2	199	143
11	6,2	1,5	6,4	273	0,96	554,5	571,5	557,5	561,2	199	143
12	6,2	1,5	6,4	273	0,96	554,5	571,5	557,5	561,2	199	143
13	6,2	1,5	6,4	273	0,96	554,5	571,7	557,7	561,3	199	143
14	6,2	1,5	6,4	273	0,96	555	573,4	550,3	559,6	195,5	142,7
15	6,2	1,5	6,4	273	0,96	555	573,4	550,3	559,6	195,5	142,7
16	6,2	1,5	6,4	273	0,96	554,1	571,6	557,1	560,9	199	143
17	6,2	1,5	6,4	273	0,96	554,3	573,1	545,8	557,7	194,2	142,9
18	6,2	1,5	6,3	273	0,96	551,8	569,5	547,2	556,2	193,4	141,8
19	6,2	1,2	6,4	273	0,96	563,5	581,9	563,2	569,5	192	140,8
20	6,2	1,2	6,4	273	0,96	563,9	582,4	564	570,1	191,9	140,8
21	6,2	1,1	6,4	273	0,96	567,3	585,5	569,9	574,2	191,7	140,3
22	6,2	1,2	6,4	273	0,96	568,4	586,7	571,2	575,4	193,5	142,9
23	6,2	1,1	6,4	273	0,96	568,4	586,6	571,1	575,4	191	140
24	6,2	1,1	6,4	273	0,96	568,4	586,6	571,1	575,4	191	140
25	6,2	1,1	6,4	273	0,96	568,4	586,6	571,1	575,4	191	140
26	6,2	1,1	6,4	273	0,96	568,3	586,3	570,8	575,1	191	140
27	6,2	1,4	6,4	273	0,96	564,2	582,9	560,6	569,2	190,8	140,8

Tabel 4.7 Data Pembangkitan Unit 2 Bulan Februari

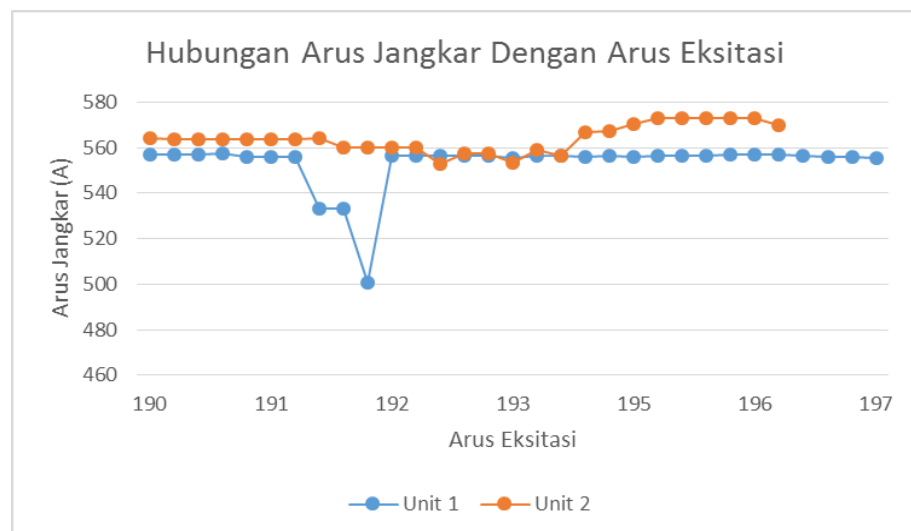
TGL	Beban		V Out KV	Putaran Rpm	Faktor Daya CosQ	Arus			Arus Jangkar A	Penguatan	
	MW	Mvar				R (A)	S (A)	T (A)		A	V
1	6,2	1,5	6,2	273	0,96	562,1	584,1	545,6	563,9	194,8	142,6
2	6,2	1,5	6,2	273	0,96	561,6	583,6	545,4	563,5	194,7	142,7
3	6,2	1,5	6,2	273	0,96	561,9	583,9	545,1	563,6	194,8	142,7
4	6,2	1,5	6,2	273	0,96	561,9	583,9	545,1	563,6	194,8	142,7
5	6,2	1,5	6,2	273	0,96	561,9	583,9	544,8	563,5	195	142,7
6	6,2	1,5	6,2	273	0,96	562,2	584,2	544,8	563,7	195	142,7
7	6,2	1,5	6,2	273	0,96	562,3	584,3	544,7	563,8	195	142,7
8	6,2	1,5	6,2	273	0,96	562,6	584,6	544,4	563,9	195,1	142,8
9	6,2	1,5	6,2	273	0,96	546,6	584,6	548,6	559,9	192	140
10	6,2	1,5	6,2	273	0,96	546,6	584,6	548,6	559,9	192	140
11	6,2	1,5	6,2	273	0,96	546,6	584,6	548,6	559,9	192	140
12	6,2	1,5	6,2	273	0,96	546,6	584,6	548,6	559,9	192	140
13	6,2	1,5	6,2	273	0,96	547	563	549	553	192	140
14	6,2	1,5	6,2	273	0,96	553	571,5	547,5	557,3	193,1	141,1
15	6,2	1,5	6,2	273	0,96	553	571,5	547,5	557,3	193,1	141,1
16	6,2	1,5	6,2	273	0,96	547,3	563,3	549,3	553,3	192	140
17	6,2	1,5	6,2	273	0,96	555,5	574,7	546,7	559	193,7	141,5
18	6,2	1,5	6,2	273	0,96	552	570,1	547,3	556,5	193	140,9
19	6,2	1,4	6,2	273	0,96	560,1	579,4	561,1	566,9	193	141
20	6,2	1,4	6,2	273	0,96	560,5	579,9	561,7	567,4	193	141
21	6,2	1,3	6,2	273	0,96	562,5	581,9	566,8	570,4	192,8	140,8
22	6,2	1,3	6,2	273	0,96	564,4	584,8	569,2	572,8	193	140,9
23	6,2	1,3	6,2	273	0,96	564,4	584,8	569,1	572,8	193	140,9
24	6,2	1,3	6,2	273	0,96	564,4	584,8	569,1	572,8	193	140,9
25	6,2	1,3	6,2	273	0,96	564,4	584,8	569,1	572,8	193	140,9
26	6,2	1,3	6,2	273	0,96	564,4	584,8	569,4	572,9	193	140,8
27	6,2	1,4	6,2	273	0,96	563,3	584,3	561,9	569,8	193,5	141,5

4.5.1. Analisis Hubungan Arus Jangkar Dengan Arus Eksitasi

Berdasar tabel pembangkitan PLTA Wonogiri di atas dilakukan analisis hubungan arus jangkar terhadap arus eksitasi. Untuk memudahkan dalam analisis berikut adalah grafik hubungan antara arus jangkar dan arus eksitasi berdasar data yang di peroleh :



Gambar 4.3 Grafik Hubungan Arus Jangkar Dengan Arus Eksitasi
Bulan Januari 2018



Gambar 4.4 Grafik Hubungan Arus Jangkar Dengan Arus Eksitasi
Bulan Februari 2018

Dari grafik yang terbentuk berdasar data yang di peroleh, hubungan antara arus eksitasi dengan arus jangkar yang di dapat saat pengoprasian secara penuh pada generator Unit 1 dan 2 PLTA Wonogiri pada bulan Januari dan Februari 2018. Tentu saja, dari ke empat grafik akan berbeda karena pada setiap harinya dalam pembangkitan tenaga listrik akan mengalami fluktuasi tegangan yang di sebabkan adanya beban. Setiap grafik di atas menunjukkan hubungan antara arus eksitasi dan arus jangkar pada sistem pembangkitan listrik PLTA Wonogiri.

Dapat di lihat grafik untuk generator unit 1 dan 2 saat beroperasi penuh pada bulan Januari dan bulan Februari memiliki perbedaan arus. Hal ini di pengaruhi oleh sistem itu sendiri dan arus eksitasi yang di alirkan pada kumparan. Pada grafik di atas dapat di lihat hubungan antara arus eksitasi dengan arus jangkar sebanding, hal ini dapat di artikan bahwa besarnya arus jangkar yang terbentuk di pengaruhi oleh besaran dari arus eksitasi yang di injeksikan pada kumparan yang ada pada generator sinkron, karena pada pembangkitanya arus eksitasi tidak akan selalu sama dikarenakan adanya beban sehingga akan mempengaruhi besarnya arus jangkar.

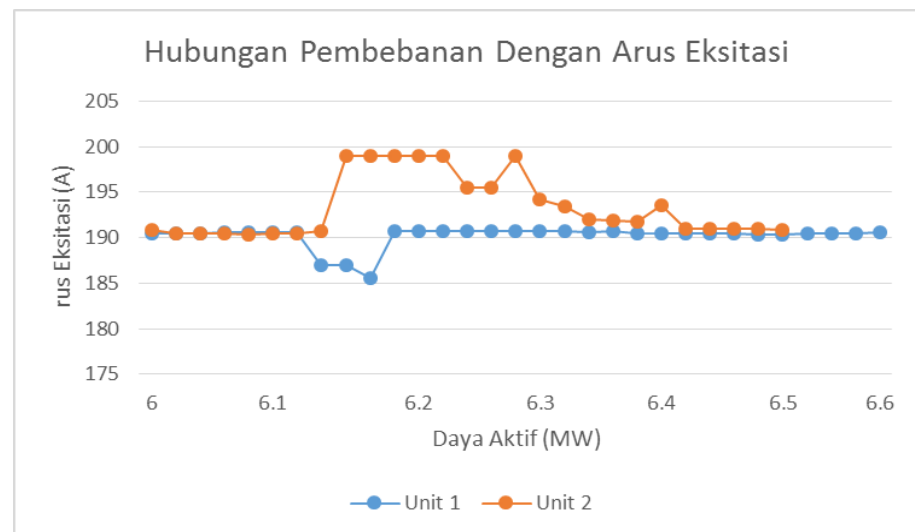
Dalam grafik di atas dapat di lihat juga adanya fluktuasi atau bisa di artikan sebagai ketidaksetabilan arus yang mengalir pada saat proses pembangkitan tenaga listrik. Fluktuasi yang di maksud yaitu dimana pada saat pembangkitan tenaga listrik berdasar grafik di atas sesuai dengan data pembangkitan PLTA Wonogiri dalam kurun waktu satu bulan menunjukkan turunya arus jangkar sedangkan pada arus eksitasinya mengalami kenaikan atau bertambah besar. Fluktuasi tersebut bisa saja terjadi pada setiap pembangkitan karena ketika proses pembangkitan sudah berlangsung, maka sistem akan langsung di hubungkan dengan jaringan yang secara langsung sistem akan melayani beban, dan beban yang di layani akan berubah-ubah setiap waktunya.

Pada kondisi inilah dimana beban berubah-ubah yang akan menyebabkan fluktuasi atau turunya arus jangkar, karena sistem eksitasi yang di injeksikan akan menyesuaikan besar kecilnya arus yang mengalir menyesuaikan permintaan pembebanan yang berubah-ubah setiap waktunya. Hal inilah yang menyebabkan turunya arus jangkar sedangkan arus eksitasinya naik di karenakan adanya pembebanan.

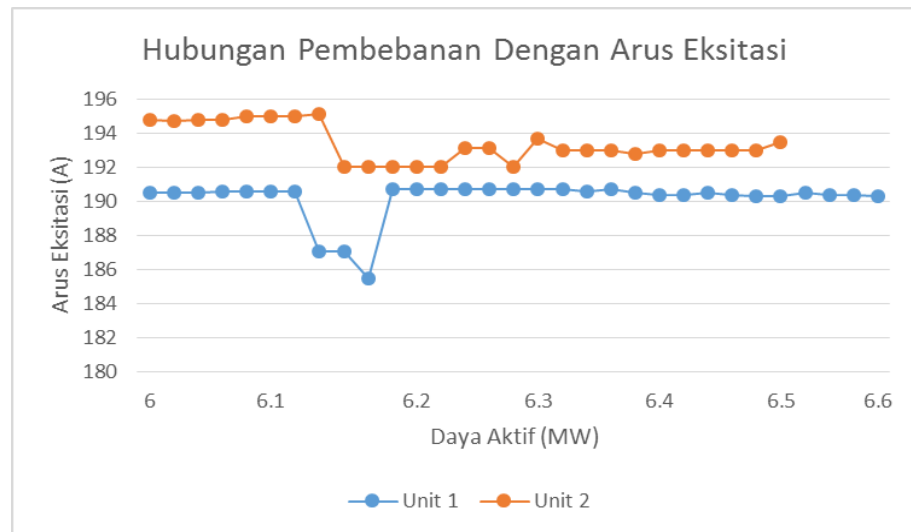
4.5.2. Analisis Hubungan Pembebanan Dengan Arus Eksitasi

Analisis yang kedua yaitu terkait pengaruh beban terhadap sistem eksitasi. Pada analisi ini akan di paparkan bagaimana kerja dari sistem eksitasi dengan adanya beban yang berbeda di setiap waktu selama bulan Januari sampai Februari 2018. Untuk mempermudah dalam analisis pengaruh pembebanan terhadap arus eksitasi maka dibuatlah grafik hubungan antara sistem eksitasi dan beban berdasar data yang di peroleh selama bulan Januari dan Februari di PLTA Wonogiri.

Berikut bentuk grafik dari hubungan antara sistem eksitasi dan pembebanan PLTA Wonogiri:



Gambar 4.5 Hubungan Arus Eksitasi Dengan Pembebanan Bulan Januari 2018



Gambar 4.6 Hubungan Arus Eksitasi Dengan Pembebanan Bulan Februari 2018

Pada grafik hubungan antara arus eksitasi dan pembebanan di atas dapat terlihat perbedaan pembebanan pada setiap hari selama 2 bulan pada generator unit 1 dan 2 PLTA Wonogiri dalam pengoprasian pembangkitan tenaga listrik. Hal ini menunjukkan bahwa jika nilai dari pembebanan atau kebutuhan konsumen akan tenaga listrik yang berbeda pada setiap harinya maka akan mempengaruhi arus eksitasi yang di alirkan pada kumparan generator akan semakin besar juga. Kenaikan arus eksitasi yang di sebabkan oleh semakin bertambahnya beban ini di lakukan agar kesetabilan dari tegangan terminal pada generator sinkron akan tetap terjaga selama pengoprasian generator untuk pembangkitan tenaga listrik.

Seperti pada analisis pertama dimana terjadinya fluktuasi pada hubungan arus eksitasi dan arus jangkar, pada analisis hubungan arus eksitasi dan pembebanan ini juga terjadi fluktuasi. Dapat di lihat dari grafik di atas menunjukkan adanya fluktuasi dalam sebuah pembangkitan dalam setiap bulanya. Fluktuasi ini di sebabkan oleh perbedaan pembebanan pada setiap harinya berdasarkan kebutuhan

konsumen akan kebutuhan tenaga listrik. Oleh karena itu besar kecilnya beban akan mempengaruhi besaran arus eksitasi yang akan di injeksikan.

4.5.3. Analisis Pengaruh Fluktuasi Tegangan

Pada analisis ini di lakukan pada generator sinkron PLTA Wonogiri unit 1 dan 2 guna menganalisis pengaruh fluktuasi tegangan yang terjadi pada generator sinkron. Dalam analisis atau perhitunganya dalam mencari nilai dari fluktuasi tegangan pada generator sinkron, sebelumnya kita harus mengetahui nilai dari GGL induksi (E_a) pada generator sinkron. Untuk mencari nilai dari GGL induksinya di gunakan persamaan sebagai berikut :

$$E_a = V = j X_s I_a - r_a I_a \dots\dots\dots(4.1)$$

Dalam menentukan nilai dari ggl induksi (E_a) ini di pengaruhi oleh nilai dari jatuh tegangan yang di sebabkan oleh adanya reaktansi jangkar yang di sebabkan oleh arus jangkar dan juga resistansi jangkar. Namun dalam persamaanya nilai jatuh tegangan atau reaktansi jangkar yang di hasilkan sangatlah kecil sehingga nilai dari reaktansi jangkar tidak mempengaruhi perhitungan yang di lakukan untuk menentukan GGL Induksi. Karena nilai dari reaktansi jangkar dapat di abaikan, dalam persamaan yang di gunakan untuk menghitung nilai dari GGL induksi dapat berubah menjadi persamaan sebagai berikut :

$$E_a = V = I_a X_s \dots\dots\dots(4.2)$$

Berdasarkan persamaan di atas dapat di tentukan nilai dari GGL Induksi pada generator sinkron dengan dasar dari spesifikasi pada generator sinkron dan data operasi pembangkitan tenaga listrik di PLTA Wonogiri pada generator unit 1 dan 2. Berikut adalah spesifikasi dari generator sinkron PLTA Wonogiri yang dapat di gunakan untuk menentukan nilai dari GGL Induksi :

$$X_s = 1.5 \text{ pu}$$

$$V = 6600 \text{ V}$$

$$I = 678 \text{ A}$$

Berdasarkan data spesifikasi yang di dapat, data spesifikasi di atas dapat di tentukan sebagai perhitungan untuk menentukan nilai dari impedansi (Z_{base}) dari generator sinkron PLTA Wonogiri. Berikut adalah persamaan yang di gunakan untuk menentukan nilai impedansi (Z_{base}) pada generator sinkron :

$$Z_{base} = \frac{V_{base}/\sqrt{3}}{I_{base}} \dots\dots\dots(4.3)$$

$$Z_{base} = \frac{6600/\sqrt{3}}{678}$$

$$= 5,6$$

$$X_s(\text{Ohm}) = 1,5 \times 5,6$$

$$= 8,4\Omega$$

Dari data perhitungan yang di dapat di atas, nilai E_a dapat di tentukan bedasar pada data yang di peroleh dari tabel operasi pembangkitan PLTA Wonogiri. Sebagai contoh berikut adalah perhitungan dari nilai E_a pada data pembangkitan bulan Januari tanggal 1 2018:

$$V_t = 6200$$

$$I_a = 556,83$$

Dari data tersebut maka nilai E_a pada tanggal 1 bulan Januari 2018 adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} E_a &= 6200 + (j I_a X_s) \\ &= 6200 + (j556,83 \times 8,4 \Omega) \\ &= \sqrt{6200^2 + 4677.12^2} \\ &= 7926,88 \angle 36,16^\circ \\ &= 7926,88 V \\ &= 7,93 KV \end{aligned}$$

Jadi nilai dari GGL Induksi (E_a) pada tanggal 1 bulan Januari adalan 7,93 KV. Untuk nilai dari GGL Induksi pada seluruh bulan Januari dan Februari 2018 di tentukan dengan cara perhitungan yang sama dengan perhitungan yang telah di lakukan di atas.

Berikut adalah hasil dari perhitungan untuk bulan Januari dan Februari pada generator unit 1 dan 2 PLTA Wonogiri :

Tabel 4.8

Hasil perhitungan GGL Induksi generator unit 1 bulan Januari

TGL	Beban		V Out	Faktor Daya	Arus Jangkar	Penguatan		Ea
	MW	Mvar	KV	CosQ	A	A	V	KV
1	6,2	1,5	6,4	0,96	556,8	190,5	143	7,93
2	6,2	1,5	6,4	0,96	557,1	190,5	143,3	7,92
3	6,2	1,5	6,4	0,96	556,7	190,5	143,3	7,92
4	6,2	1,5	6,4	0,96	557,4	190,6	143,3	7,92
5	6,2	1,5	6,4	0,96	555,7	190,6	142,8	7,92
6	6,2	1,5	6,4	0,96	555,7	190,6	142,8	7,92
7	6,2	1,5	6,4	0,96	555,7	190,6	142,8	7,92
8	5,7	1,5	6,3	0,96	518,4	187	137,6	7,74
9	5,7	1,5	6,3	0,96	518,4	187	137,6	7,74
10	5,5	1,5	6,2	0,96	500,7	185,5	137,6	7,65
11	6,2	1,5	6,4	0,96	556,6	190,7	142,3	7,92
12	6,2	1,5	6,4	0,96	556,4	190,7	142,5	7,92
13	6,2	1,5	6,4	0,96	556,43	190,7	142,3	7,92
14	6,2	1,5	6,4	0,96	556,43	190,7	142,3	7,92
15	6,2	1,5	6,4	0,96	556,5	190,7	142,3	7,92
16	6,2	1,5	6,4	0,96	555,6	190,7	142,2	7,92
17	6,2	1,5	6,4	0,96	556,2	190,7	142,3	7,92
18	6,2	1,5	6,4	0,96	556,2	190,7	142,3	7,92
19	6,2	1,5	6,4	0,96	556,1	190,6	142,3	7,92
20	6,2	1,5	6,4	0,96	556,6	190,7	142,3	7,92
21	6,2	1,5	6,4	0,96	556,1	190,5	142,4	7,92
22	6,2	1,5	6,4	0,96	556,3	190,4	142,4	7,92
23	6,2	1,5	6,4	0,96	556,3	190,4	142,4	7,92
24	6,2	1,5	6,4	0,96	556,4	190,5	142,3	7,92
25	6,2	1,5	6,4	0,96	556,8	190,4	142,4	7,92
26	6,2	1,5	6,4	0,96	556,8	190,3	142,5	7,92
27	6,2	1,5	6,4	0,96	556,8	190,3	142,5	7,92
28	6,2	1,5	6,4	0,96	556,5	190,5	142,4	7,92
29	6,2	1,5	6,4	0,96	555,8	190,4	142,5	7,92
30	6,2	1,5	6,4	0,96	555,8	190,4	142,5	7,92
31	6,2	1,5	6,4	0,96	557,6	190,6	142,5	7,93

Tabel 4.9

Hasil perhitungan GGL Induksi generator unit 2 bulan Januari

TGL	Beban		V Out	Faktor Daya	Arus Jangkar	Penguatan		Ea
	MW	Mvar	KV	CosQ	A	A	V	KV
1	6,2	1,5	6,4	0,96	556,8	190,5	143	7,92
2	6,2	1,5	6,4	0,96	557,1	190,5	143,3	7,92
3	6,2	1,5	6,4	0,96	556,7	190,5	143,3	7,92
4	6,2	1,5	6,4	0,96	557,4	190,6	143,3	7,92
5	6,2	1,5	6,4	0,96	555,7	190,6	142,8	7,92
6	6,2	1,5	6,4	0,96	555,7	190,6	142,8	7,92
7	6,2	1,5	6,4	0,96	555,7	190,6	142,8	7,92
8	5,7	1,5	6,3	0,96	533,1	187,1	137,6	7,81
9	5,7	1,5	6,3	0,96	533,1	187,1	137,6	7,81
10	5,5	1,5	6,2	0,96	500,7	185,5	134,6	7,65
11	6,2	1,5	6,4	0,96	556,6	190,7	142,25	7,92
12	6,2	1,5	6,4	0,96	556,4	190,7	142,5	7,92
13	6,2	1,5	6,4	0,96	556,4	190,7	142,3	7,92
14	6,2	1,5	6,4	0,96	556,4	190,7	142,3	7,92
15	6,2	1,5	6,4	0,96	556,5	190,7	142,3	7,92
16	6,2	1,5	6,4	0,96	555,6	190,7	142,2	7,92
17	6,2	1,5	6,4	0,96	556,2	190,7	142,3	7,92
18	6,2	1,5	6,4	0,96	556,2	190,7	142,3	7,92
19	6,2	1,5	6,4	0,96	556,1	190,6	142,3	7,92
20	6,2	1,5	6,4	0,96	556,6	190,7	142,3	7,92
21	6,2	1,5	6,4	0,96	556,1	190,5	142,4	7,92
22	6,2	1,5	6,4	0,96	556,3	190,4	142,4	7,92
23	6,2	1,5	6,4	0,96	556,3	190,4	142,4	7,92
24	6,2	1,5	6,4	0,96	556,4	190,5	142,3	7,92
25	6,2	1,5	6,4	0,96	556,8	190,4	142,4	7,92
26	6,2	1,5	6,4	0,96	556,8	190,3	142,5	7,92
27	6,2	1,5	6,4	0,96	556,8	190,3	142,5	7,92
28	6,2	1,5	6,4	0,96	556,5	190,5	142,4	7,92
29	6,2	1,5	6,4	0,96	555,8	190,4	142,5	7,92
30	6,2	1,5	6,4	0,96	555,8	190,4	142,5	7,92
31	6,2	1,5	6,4	0,96	555,5	190,3	142,5	7,92

Tabel 4.10

Hasil perhitungan GGL Induksi generator unit 1 bulan Februari

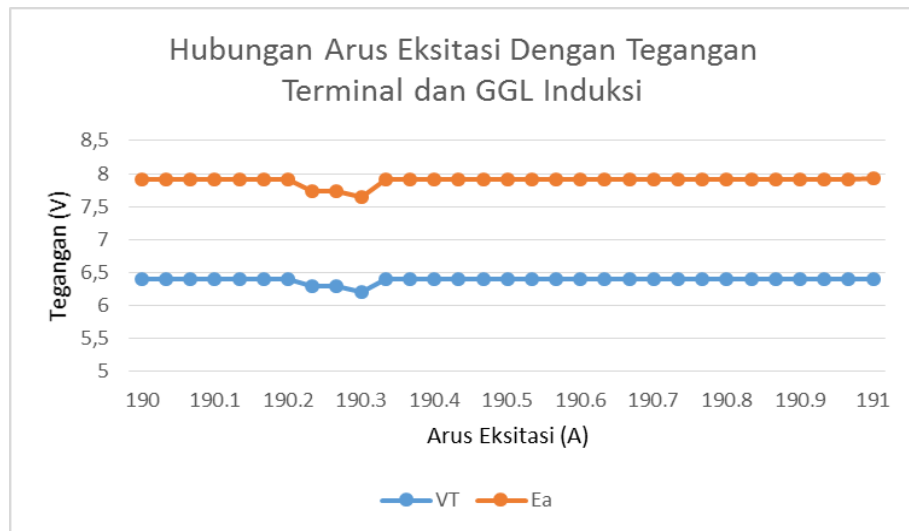
TGL	Beban		V Out	Faktor Daya	Arus Jangkar	Penguatan		Ea
	MW	Mvar	KV	CosQ	A	A	V	KV
1	6,2	1,5	6,4	0,96	555,8	190,8	142,2	7,92
2	6,2	1,5	6,4	0,96	555,8	190,4	142,5	7,92
3	6,2	1,5	6,4	0,96	555,8	190,5	142,4	7,92
4	6,2	1,5	6,4	0,96	555,8	190,5	142,4	7,92
5	6,2	1,5	6,4	0,96	555,5	190,3	142,5	7,92
6	6,2	1,5	6,4	0,96	556,5	190,5	142,3	7,92
7	6,2	1,5	6,4	0,96	556,4	190,5	142,3	7,92
8	6,2	1,5	6,4	0,96	556,7	190,7	142,1	7,92
9	6,2	1,5	6,4	0,96	561,2	199	143	7,94
10	6,2	1,5	6,4	0,96	561,2	199	143	7,94
11	6,2	1,5	6,4	0,96	561,2	199	143	7,94
12	6,2	1,5	6,4	0,96	561,2	199	143	7,94
13	6,2	1,5	6,4	0,96	561,3	199	143	7,94
14	6,2	1,5	6,4	0,96	559,6	195,5	142,7	7,94
15	6,2	1,5	6,4	0,96	559,6	195,5	142,7	7,94
16	6,2	1,5	6,4	0,96	560,9	199	143	7,94
17	6,2	1,5	6,4	0,96	557,7	194,2	142,9	7,93
18	6,2	1,5	6,3	0,96	556,2	193,4	141,8	7,92
19	6,2	1,2	6,4	0,96	569,5	192	140,8	7,99
20	6,2	1,2	6,4	0,96	570,1	191,9	140,8	7,99
21	6,2	1,1	6,4	0,96	574,2	191,7	140,3	8,01
22	6,2	1,2	6,4	0,96	575,4	193,5	142,9	8,02
23	6,2	1,1	6,4	0,96	575,4	191	140	8,02
24	6,2	1,1	6,4	0,96	575,4	191	140	8,02
25	6,2	1,1	6,4	0,96	575,4	191	140	8,02
26	6,2	1,1	6,4	0,96	575,1	191	140	8,01
27	6,2	1,4	6,4	0,96	569,2	190,8	140,8	7,98

Tabel 4.11

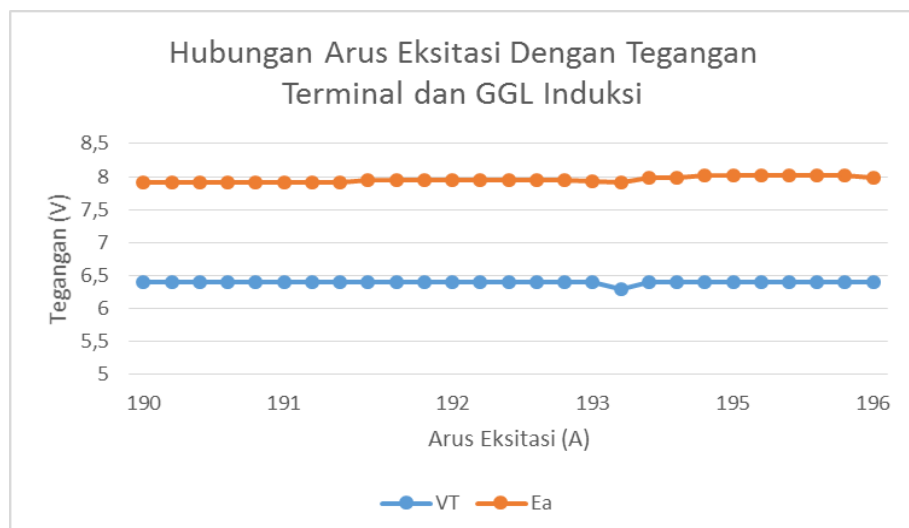
Hasil perhitungan GGL Induksi generator unit 2 bulan Februari

TGL	Beban		V Out	Faktor Daya	Arus Jangkar	Penguatan		Ea
	MW	Mvar	KV	CosQ	A	A	V	KV
1	6,2	1,5	6,2	0,96	563,9	194,8	142,6	7,96
2	6,2	1,5	6,2	0,96	563,5	194,7	142,7	7,96
3	6,2	1,5	6,2	0,96	563,6	194,8	142,7	7,96
4	6,2	1,5	6,2	0,96	563,6	194,8	142,7	7,96
5	6,2	1,5	6,2	0,96	563,5	195	142,7	7,96
6	6,2	1,5	6,2	0,96	563,7	195	142,7	7,96
7	6,2	1,5	6,2	0,96	563,8	195	142,7	7,96
8	6,2	1,5	6,2	0,96	563,9	195,1	142,8	7,96
9	6,2	1,5	6,2	0,96	559,9	192	140	7,94
10	6,2	1,5	6,2	0,96	559,9	192	140	7,94
11	6,2	1,5	6,2	0,96	559,9	192	140	7,94
12	6,2	1,5	6,2	0,96	559,9	192	140	7,94
13	6,2	1,5	6,2	0,96	553	192	140	7,9
14	6,2	1,5	6,2	0,96	557,3	193,1	141,1	7,92
15	6,2	1,5	6,2	0,96	557,3	193,1	141,1	7,92
16	6,2	1,5	6,2	0,96	553,3	192	140	7,9
17	6,2	1,5	6,2	0,96	559	193,7	141,5	7,93
18	6,2	1,5	6,2	0,96	556,5	193	140,9	7,92
19	6,2	1,4	6,2	0,96	566,9	193	141	7,97
20	6,2	1,4	6,2	0,96	567,4	193	141	7,97
21	6,2	1,3	6,2	0,96	570,4	192,8	140,8	7,99
22	6,2	1,3	6,2	0,96	572,8	193	140,9	8
23	6,2	1,3	6,2	0,96	572,8	193	140,9	8
24	6,2	1,3	6,2	0,96	572,8	193	140,9	8
25	6,2	1,3	6,2	0,96	572,8	193	140,9	8
26	6,2	1,3	6,2	0,96	572,9	193	140,8	8
27	6,2	1,4	6,2	0,96	569,8	193,5	141,5	7,99

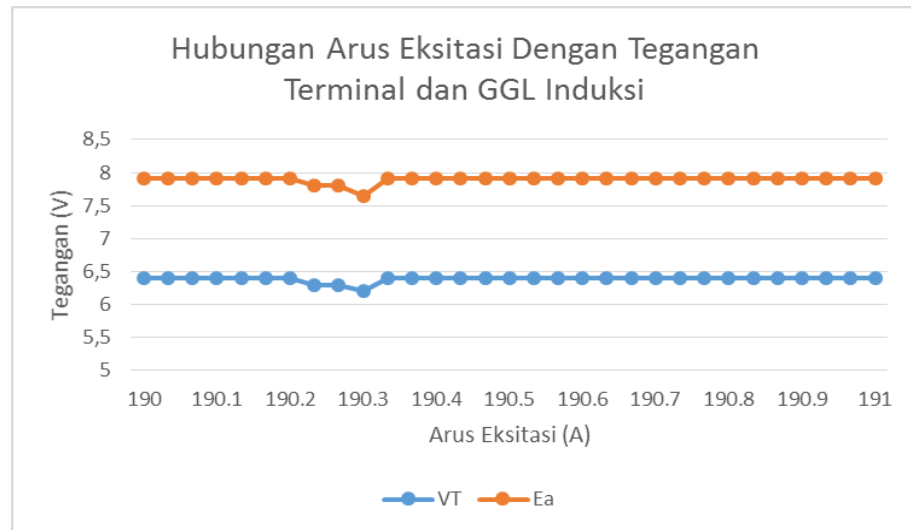
Dari tabel perhitungan GGL induksi di atas agar lebih mempermudah analisis hubungan antara arus eksitasi dengan tegangan terminal dan GGL Induksi maka di buatlah Grafik hubungan sebagai berikut :



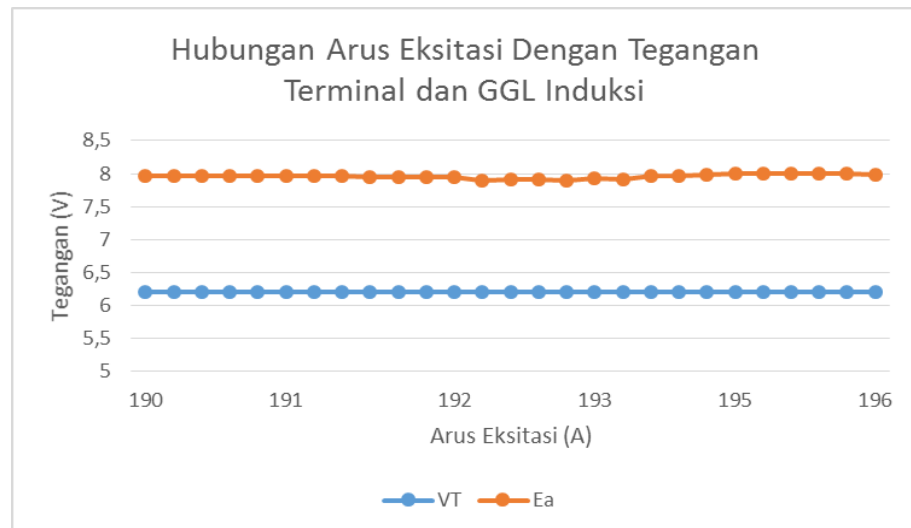
Gambar 4.7 Grafik Hubungan Arus Eksitasi Dengan Tegangan Terminal dan GGL Induksi unit 1 bulan Januari 2018



Gambar 4.8 Grafik Hubungan Arus Eksitasi Dengan Tegangan Terminal dan GGL Induksi unit 1 bulan Februari 2018



Gambar 4.9 Grafik Hubungan Arus Eksitasi Dengan Tegangan Terminal dan GGL Induksi unit 2 bulan januari 2018



Gambar 4.10 Grafik Hubungan Arus Eksitasi Dengan Tegangan Terminal dan GGL Induksi unit 2 bulan Februari 2018

Dari Grafik hubungan antara Arus Eksitasi dengan Tegangan Terminal dan GGL Induksi di atas yang berdasar pada data pembangkitan PLTA Wonogiri pada generator Unit 1 dan 2 yang

beroperasi secara penuh pada bulan Januari dan Februari 2018 maka di dapat analisis yaitu ketika arus eksitasi meningkat pada GGL Induksi meningkat meskipun tidak terlalu besar. Namun berbeda dengan tegangan terminal dimana nilai teganganya stabil dikarenakan beban pembangkitan setiap hari hampir sama. Hal ini di karenakan tegangan listrik yang di bangkitkan oleh PLTA Wonogiri hanya di salurkan ke Gardu Induk Pelem yang kemudian akan di distribusikan kepada konsumen, oleh karena itu tegangan terminal akan selalu setabil.

Dalam membangkitkan tegangan terminal sebenarnya ada beberapa cara yang di lakukan yaitu dengan cara menambah kecepatan putar rotor agar tegangan yang di dihasilkan akan semakin besar. Namun berdasar spesifikasi generator PLTA Wonogiri yang hanya mencapai batas kecepatan 273 RPM maka untuk meningkatkan kecepatan putaran rotor tidak memungkinkan untuk di lakukan karena bisa saja terjadi kerusakan ataupun trouble saat beroperasi karena melebihi batas kemampuan dari mesin tersebut yang sudah di tentukan. Namun ada cara yang kedua yaitu dengan cara menambah penguatan pada tegangan keluaran generator yaitu dengan cara meningkatkan arus eksitasi yang akan di injeksikan sehingga tegangan terminal akan meningkat tanpa harus mengambil resiko yang dapat merusak atau menyebabkan kerusakan pada peralatan pembangkit tenaga listrik di PLTA Wonogiri.

Namun pada grafik di atas dapat terlihat adanya kondisi dimana tegangan terminal turun. Hal ini di karenakan adanya penggunaan tegangan untuk pemakaian sendiri yang akan mempengaruhi tegangan terminal ataupun perbedaan nilai tegangan yang di salurkan ke Gardu Induk.