



FLUKTUASI BEBAN PADA GENERATOR SET

M. Saleh Al Amin

*Dosen Fakultas Teknik Universitas PGRI Palembang
Jalan Jendral A. Yani Lorong Gotong Royong 9/10 Ulu Palembang
e-mail : saleh.pgri@gmail.com*

ABSTRAK

Generator merupakan mesin listrik untuk mengubah energi mekanik menjadi energi listrik dengan cara induksi elektromagnet. Generator Set sangat dibutuhkan sebagai pembangkitan energi listrik cadangan untuk menjaga kontinuitas energi pada suatu beban saat terjadi pemadaman listrik dari sumber utama. Pada saat pemadaman listrik oleh sumber utama, generator set akan dioperasikan untuk melayani bebannya. Tegangan yang disuplai ke beban oleh generator set tersebut tidaklah stabil, karena banyak faktor yang menyebabkannya, antara lain adalah beban yang dilayani. Beban yang dilayani akan berfluktuasi, yang akan mengakibatkan terjadinya perubahan unjuk kerja dari generator set tersebut, sehingga akan terjadi perubahan pada fluksi, arus eksitasi, dan tegangan generator tersebut. Perubahan parameter generator set tersebut harus masih berada dalam batasan-batasan yang telah ditentukan agar operasional generator set tidak terganggu, sehingga kontinuitas pelayanan beban juga tidak akan terganggu.

Kata kunci : Fluktuasi beban, parameter generator.

PENDAHULUAN

Generator set yang dimaksud berupa generator sinkron, yang akan beroperasi saat terjadi gangguan pada sumber utama, dan akan mensuplai energi listrik ke bebannya. Beban yang dipikul oleh generator set tersebut tidaklah selalu stabil, selalu mengalami fluktuasi, sehingga parameter generator set akan berubah-ubah. Dengan adanya perubahan parameter, maka generator set tersebut akan merespon untuk tetap mempertahankan operasionalnya seperti semula, yaitu berupa permintaan arus eksitasi yang akan menyebabkan tegangan keluaran generator set akan stabil.

TINJAUAN PUSTAKA

Terjadinya Fluktuasi Tegangan.

Tegangan di jaringan sistem tenaga listrik dapat mengalami perubahan karena adanya :

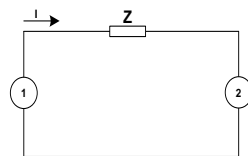
- Arus di jaringan.
- Switching beban.
- Gangguan pada sistem tenaga listrik.

a. Arus di jaringan.

Adanya aliran arus di jaringan tenaga listrik akan mengakibatkan terjadinya jatuh tegangan, sehingga tegangan yang sampai di sisi beban akan berkurang.

Kawat penghantar memiliki impedansi yang terdiri dari resistansi dan reaktansi, baik reaktansi induktif maupun kapasitif, tergantung pada reaktansi mana yang lebih dominan di jaringan tersebut.

Terjadinya tegangan jatuh dan berapa besarnya dapat dijelaskan dengan gambar berikut :



Gambar 1. Rangkaian sederhana sistem tenaga listrik.

Keterangan gambar 1 :

1. Tegangan kirim (pembangkit)
2. Tegangan terima (beban).

Dari gambar 1, besarnya jatuh tegangan adalah :

$$\Delta V = I \cdot Z \dots\dots\dots (1)$$

- dengan,
- ΔV = Jatuh tegangan.
 - I = arus yang mengalir pada kawat penghantar.
 - Z = impedansi kawat saluran.
 - $Z = R + j X$.

Dengan adanya jatuh tegangan tersebut, maka tegangan yang disuplai ke beban akan mengalami perubahan, yaitu :

$$V_b = V_i - \Delta V \dots\dots\dots (2)$$

- dengan :
- V_b = tegangan di sisi beban.
 - V_i = tegangan sumber.

Dari persamaan (2), maka dapat dikatakan bahwa tegangan di sisi beban akan dipengaruhi oleh jatuh tegangan di saluran, yang berarti akan dipengaruhi oleh adanya arus yang mengalir di saluran tersebut.

b. Switching beban.

Pada saat terjadi switching atau pemasukan dan pelepasan beban maka terjadi dua peristiwa penting pada sistem kelistrikan, yaitu :

- Terjadinya perubahan arus secara mendadak, yang mengakibatkan terjadinya jatuh tegangan yang tiba-tiba, yang besarnya seperti pada persamaan (1) dan persamaan (2), sehingga tegangan di jaringan akan berubah-ubah. Hal ini juga terjadi pada saat beban yang berfluktuasi, yaitu beban yang selalu berubah-ubah.
- Terjadinya reaksi jangkar pada generator.

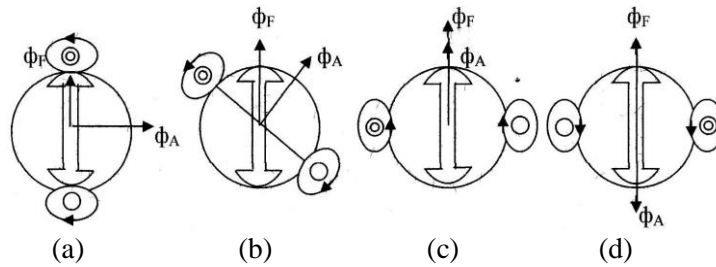
Generator sinkron sering disebut juga alternator. Bila generator sinkron diberi beban, maka pada kumparan stator akan mengalir arus yang menimbulkan adanya reaksi jangkar. Fluksi yang dihasilkan oleh arus beban (ϕ_A) akan berinteraksi dengan fluksi medan pada rotor (ϕ_f) sehingga akan menghasilkan fluksi resultan (ϕ_R).

$$\phi_R = \phi_A \cdot \phi_f \dots\dots\dots (3)$$

Adanya interaksi ini dikenal dengan reaksi jangkar.

Kondisi reaksi jangkar untuk berbagai jenis beban adalah sebagai berikut,

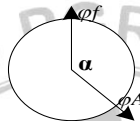
1. Arus jangkar (I) sefasa dengan ggl induksi (E)
Jenis beban adalah tahanan murni (resistip), Φ_A tegak lurus terhadap Φ_f . yang digambarkan pada gambar 2.(a)
2. Arus jangkar (I) terdahulu sebesar sudut θ terhadap ggl (E)
Jenis beban kapasitif, Φ_A terbelakang dengan sudut ($90^\circ - \theta$), kondisi ini melukiskan pada gambar 2.(b)
3. Arus jangkar (I) terdahulu sebesar sudut 90° terhadap ggl (E)
Jenis beban kapasitif murni, Φ_A memperkuat Φ_f . terjadi pengaruh pemagnetan hal ini dilukiskan pada gambar 2.(c)
4. Arus jangkar (I) terbelakang 90° terhadap ggl (E)
Jenis beban induktif murni, Φ_A memperkuat Φ_f . terjadi pengaruh pemagnetan hal ini dilukiskan pada Gambar 2.(d).



Gambar 2. Reaksi Jangkar.

Dari gambar 2 dapat dilihat bahwa reaksi jangkar pada generator sinkron tergantung pada jenis beban yang dilayaninya, yaitu tergantung pada sudut fasa antar arus jangkar (I) dengan tegangan induksi (E).

Reaksi jangkar pada generator adalah terjadinya dua buah medan magnet pada kumparan medan dan pada kumparan jangkar dari generator. Medan magnet pada kumparan medan adalah medan magnet yang dihasilkan oleh adanya eksitasi. Sedangkan medan magnet pada kumparan jangkar terjadi karena adanya arus beban yang mengalir pada kumparan jangkar tersebut. Di sini kita ambil contoh sebuah generator sinkron yang mempunyai dua kutub, yang menghasilkan dua macam medan magnet, seperti pada gambar berikut :



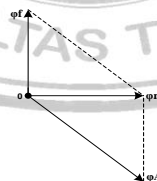
Gambar 3. Medan magnet pada generator.

Keterangan gambar 3 :

ϕ_A = fluksi beban.

ϕ_f = fluksi medan.

Gambar 3 tersebut akan terjadi bila beban generator adalah bersifat induktif, yaitu beban yang terdiri dari resistif dan induktif, dimana arah medan magnet pada stator dan rotor saling berlawanan arah dengan sudut α . Sudut α tersebut merupakan sudut tumpul yang besarnya lebih dari 90° , sehingga resultan antara fluksi medan dan fluksi jangkar akan mengecil, seperti pada gambar berikut.



Gambar 4. Vektor resultan antara ϕ_A dan ϕ_f .

Besarnya medan magnet berupa fluksi magnet resultan yang akan membangkitkan tegangan keluaran generator, adalah :

$$\phi_t = \phi_f + \phi_A \dots\dots\dots (4)$$

Dengan ϕ_t = fluksi total generator.

ϕ_f = fluksi medan eksitasi.

ϕ_A = fluksi jangkar yang dihasilkan oleh arus beban.

Dengan adanya perubahan fluksi akibat terjadinya arus beban, maka pembangkitan tegangan generator akan mengalami perubahan pula. Bila diambil keadaan tegangan pada titik A yang terletak di kumparan jangkar, maka :

Nilai efektif dari E_A adalah,

$$E_A = \frac{N_A \cdot 2\pi f \cdot \phi_m}{\sqrt{2}}$$

$$E_A = 4,44 \cdot N_A \cdot f \cdot \phi_m$$

Dengan : E_A = tegangan yang dibangkitkan di titik A pada kumparan jangkar.
Dengan menganggap bahwa besarnya jumlah lilitan kumparan adalah konstan, maka persamaan tegangan tersebut dapat ditulis sebagai:

$$E_A = k \cdot f \cdot \phi_m \dots\dots\dots (5)$$

Dengan besarnya nilai k adalah konstan, yaitu :

$$k = (4,44) N_A \dots\dots\dots (6)$$

Frekwensi tegangan generator akan bergantung pada putaran rotor, yang ditunjukkan pada persamaan berikut :

$$f = \frac{p \cdot n}{120} \dots\dots\dots (7)$$

Pada saat generator mengalami pemasukan beban, maka pada saat itu juga akan terjadi fluksi yang dihasilkan oleh arus beban, yang merupakan fluksi lawan terhadap fluksi medan, sehingga fluksi medan akan berkurang. Dengan terjadinya pengurangan fluksi medan tersebut, maka putaran rotor akan menjadi berat sehingga putaran akan turun.

Dengan adanya penurunan putaran tersebut, maka berdasarkan pada persamaan (7), frekwensi tegangan generator juga akan turun, sehingga berdasarkan pada persamaan (5), akan terjadi penurunan tegangan generator. Pada saat inilah generator berada dalam keadaan kritis, sehingga harus dilakukan penanggulangan. Penanggulangan pertama adalah generator tersebut akan merespon dengan membuka governor pada prime mover, sehingga putaran generator akan kembali normal. Selanjutnya generator akan merespon dengan menaikkan arus eksitasi sehingga fluksi medan akan kembali menjadi sebesar fluksi semula agar pembangkitan tegangan bertambah dan menjadi seperti semula.

Sebaliknya bila terjadi pelepasan beban secara mendadak, maka akan terjadi hal yang sebaliknya, yaitu terjadi pengurangan gaya yang menahan rotor akibat berkurangnya arus beban, sehingga putaran rotor akan naik. Kenaikan putaran rotor ini akan mengakibatkan kenaikan frekwensi twgangan generator sehingga tegangan keluaran generator akan naik.

Dalam keadaan ini generator juga akan merespon kenaikan putaran tersebut dengan menutup governor sehingga putaran prime mover akan turun, dan tegangan akan segera kembali normal.

c. Gangguan di Jaringan.

Gangguan di jaringan yang sering terjadi adalah gangguan satu fasa ke tanah, dimana pada saat kondisi gangguan, tegangan fasa yang terganggu akan turun dan arusnya akan naik, sedangkan tegangan fasa yang terganggu akan tetap normal bila titik netralnya diketanahkan.

Besarnya arus gangguan ini akan mengakibatkan ganarator akan mengalami beban berat dan tak seimbang, sehingga putaran generator akan turun, yang mengakibatkan frekwensi listrik akan turun.

$$E_A = 4,44 \cdot N_A \cdot f \cdot \phi_m \dots\dots\dots (8)$$

Bila persamaan (8) tersebut dilebur dengan persamaan (7), akan diperoleh persamaan berikut :

$$E_A = 4,44 \cdot N_A \cdot \frac{p \cdot n}{120} \cdot \phi_m \dots\dots\dots (9)$$

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di Laboratorium Mesin mesin Listrik Fakultas Teknik Universitas PGRI Palembang, dengan sampel sebuah generator set tenaga bensin dengan daya 1500 watt.

1. Kebutuhan data.

Dalam penelitian ini dibutuhkan data-data generator, yaitu data-data dari nameplate generator dan data-data operasional generator. Data-data dari nameplate generator adalah sebagai berikut :

- Tegangan operasi, fasa dan frekwensi.
- Daya generator.
- Jumlah kutub.
- Putaran.
- Arus maksimum.
- Arus dan tegangan eksitasi.
- Faktor kerja.

Di samping data-data nameplate generator, juga dibutuhkan data-data fisik dari generator tersebut, yaitu :

- Diameter rotor
- Panjang rotor
- Lebar celah kutub
- Diameter lingkaran stator
- Tebal inti stator
- Panjang inti stator
- Jumlah lilitan rotor
- Jumlah lilitan stator

Untuk data-data operasional generator, dibutuhkan data-data beban generator dan data-data arus generator, juga dibutuhkan data-data eksitasi generator untuk jangka waktu tertentu. Di sini juga dibutuhkan data-data resistansi stator generator yang dilakukan dengan cara pengukuran langsung dengan menggunakan alat ukur yang sensitif, berupa Ohm-meter digital dengan presisi tinggi.

2. Impedansi Generator.

Impedansi generator dapat ditentukan dengan menggunakan persen impedansi generator yang telah diketahui, atau dapat juga dilakukan dengan cara perhitungan, yaitu sebagai berikut :

Generator memiliki kumparan daya di sisi statornya, dimana kumparan tersebut mempunyai resistansi dan reaktansi. Kumparan stator dari generator dianalogikan sebagai sebuah kumparan satu fasa sebagai berikut :



Gambar 5. Analogi kumparan daya pada generator.

Dari kumparan pada gambar 5 di atas, maka dapat ditentukan besarnya induktansi kumparan, yaitu :

$$L = \frac{N^2 \cdot \mu \cdot A}{\ell} \dots\dots\dots (10)$$

- Dengan, N = jumlah lilitan dari kumparan.
 μ = permeabilitas inti kumparan.
 A = luas penampang inti kumparan.
 ℓ = panjang kumparan.

Dengan demikian besarnya reaktansi yang ditimbulkan oleh induktansi generator tersebut adalah :

$$X_L = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L \dots\dots\dots (11)$$

- Dengan, π = 3,14. (konstanta).
 f = frekwensi listrik = 50 Hz.
 L = induktansi kumparan.

Sehingga persamaan (11) akan menjadi sebagai berikut :

$$X_L = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot \left(\frac{N^2 \cdot \mu \cdot A}{\ell} \right) \dots\dots\dots (12)$$

Impedansi generator adalah :

$$Z_g = R + j X_L$$

Maka akan diperoleh :

$$Z_g = \sqrt{R^2 + 4.\pi^2.f^2\left(\frac{N^2.\mu.A}{\ell}\right)^2} \dots\dots\dots (13)$$

3. Faktor Kerja Generator.

Besarnya faktor kerja generator (Cos ϕ), seperti pada persamaan berikut :

$$\text{Cos } \phi = \frac{R}{Z_g}$$

$$\text{Cos } \phi = \frac{R}{\sqrt{R^2 + 4.\pi^2.f^2\left(\frac{N^2.\mu.A}{\ell}\right)^2}} \dots\dots\dots (14)$$

4. Fluksi Magnet.

Karena generator memiliki eksitasi, maka induktansi kumparan akan berhubungan dengan fluksi magnet, sehingga besarnya induktansi kumparan akan menjadi sebagai berikut :

$$L = N \frac{\phi}{I} \dots\dots\dots (15)$$

Dimana, besarnya ϕ yang terjadi di sisi eksitasi generator sangat tergantung pada besarnya arus eksitasi, yang ditunjukkan pada persamaan berikut :

$$\phi = \frac{N_f.I_f}{\mathfrak{R}}$$

Sehingga persamaan (15) akan menjadi sebagai berikut :

$$L = \frac{N.N_f.I_f}{\mathfrak{R}.I} \dots\dots\dots (16)$$

Sehingga diperoleh persamaan reaktansi generator sebagai berikut :

$$X_L = 2.\pi.f.\left(\frac{N.N_f.I_f}{\mathfrak{R}.I}\right) \dots\dots\dots (17)$$

- Dengan, N = Jumlah lilitan kumparan jangkar.
- N_f = Jumlah lilitan kumparan medan.
- I = Arus jangkar.
- I_f = Arus medan (eksitasi).
- \mathfrak{R} = Reluktansi inti kumparan medan.

5. Fluksi Magnet saat terjadinya beban kejut.

Pada saat terjadinya beban kejut, maka arus beban akan naik secara tiba-tiba, sehingga fluksi lawan di jaringan akan mengalami kenaikan secara signifikan yang akan memperkecil fluksi yang dihasilkan oleh arus eksitasi. Besarnya fluksi yang dihasilkan oleh generator pada saat tanpa beban adalah sebagai berikut :

$$\phi = \frac{N_f.I_f}{\mathfrak{R}}$$

Sedangkan fluksi magnet yang dihasilkan oleh arus beban adalah sebagai berikut :

$$\phi_b = \frac{N_s.I_b}{\mathfrak{R}_s} \dots\dots\dots (18)$$

Dengan, N_s = Jumlah lilitas stator.
 I_b = Arus beban.
 \mathfrak{R}_s = Reluktansi inti stator.

$$\mathfrak{R}_s = \frac{\ell_s}{\mu \cdot A_s}$$

ℓ_s = Panjang lintasan inti stator.
 A_s = Luas penampang inti stator.

Sehingga besarnya fluksi total yang terdapat pada inti generator adalah sebesar :

$$\phi_T = \frac{N_f \cdot I_f}{\mathfrak{R}} + \frac{N_s \cdot I_b}{\mathfrak{R}_s} \dots\dots\dots (19)$$

6. Kenaikan Arus Eksitasi saat beban kejut.

Besarnya kenaikan fluksi di dalam inti generator adalah seperti pada persamaan (18), bila fluksi di sisi stator tersebut dikonversikan ke sisi rotor atau eksiter, maka akan diperoleh besarnya arus eksitasi yang harus ditambahkan untuk menambah fluksi agar tegangan keluaran generator akan kembali normal.

$$\phi_b = \frac{N_s \cdot I_b}{\mathfrak{R}_s}$$

$$\phi_b = \frac{N_f \cdot I_{f1}}{\mathfrak{R}}$$

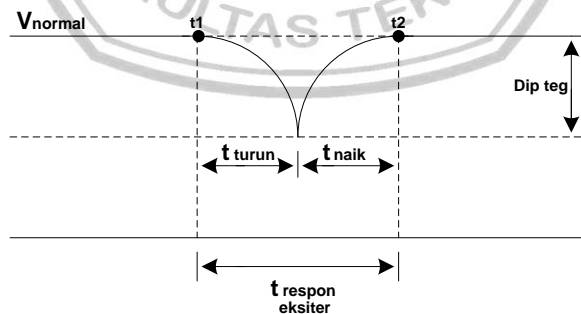
Sehingga akan diperoleh persamaan berikut :

$$I_{f1} = \frac{\phi_b \cdot \mathfrak{R}}{N_f} \dots\dots\dots (20)$$

Dengan, I_{f1} = Arus eksitasi tambahan untuk mengatasi jatuh tegangan pada saat terjadi kejutan beban.

7. Dip Tegangan pada saat terjadi Beban Kejut.

Pada saat terjadi beban kejut, arus yang diserap oleh beban akan naik secara tiba-tiba, sehingga akan nterjadi drop tegangan di sisi output generator, yang diimbangi oleh turunnya frekwensi dan putaran generator. Kondisi dip tegangan ini dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 6. Terjadinya dip tegangan Generator.

Tegangan drop di kumparan generator akan mengakibatkan terjadinya dip tegangan atau penurunan tegangan secara tiba-tiba sesaat sebelum terjadinya respon eksiter untuk menambah arus pemagnetan. Besarnya tegangan drop perfasa di kumparan generator adalah sebagai berikut :

$$\Delta V = I_b \cdot Z_g \dots\dots\dots (21)$$

Dengan, I_b = Arus beban.
 Z_g = Impedansi generator.

Besarnya tegangan generator perfasa saat terjadi dip tegangan adalah adalah :

$$V_{out} = V_n - \Delta V \dots\dots\dots (22)$$

Dengan, V_{out} = Tegangan output generator perfasa saat terjadi drop tegangan.
 V_n = Tegangan nominal generator perfasa.

HASIL DAN PEMBAHASAN.

1. Data-data.

Data-data generator set sebagai sampel penelitian, yaitu nameplate generator dan data-data operasional generator. Data-data nameplate generator adalah sebagai berikut :

- Tegangan operasi / daya : 220 Volt / 1500 watt.
- Fasa / frekwensi / kutub : 1 / 50 Hz / 4
- Putaran / pf : 1500 rpm / unity.
- Arus nominal : 7,2 Ampere.
- Tegangan / arus eksitasi : 35 Volt / 0,8 ampere.

Di samping data-data nameplate generator, juga diberikan data-data bengkel dari generator tersebut, yaitu :

- Diameter / panjang rotor : 8,5 cm / 9,2 cm
- Diameter / tebal inti stator : 11,5 cm / 4,85 cm.
- Panjang stator/celah udara : 9,2 cm / 1,5 cm.
- Jumlah lilitan stator/rotor : 184 / 32

Untuk data-data operasional generator, diberikan sebagai berikut :

Hasil pengukuran resistansi kumparan generator, yaitu :

Resistansi kumparan stator : $R_s = 24,63 \Omega$.

Resistansi kumparan eksitasi : $R_e = 2,86 \Omega$.

Hasil pengukuran Arus eksitasi tanpa beban :

$I_f = 0,15$ Ampere.

Hasil pengukuran arus eksitasi berbeban 60 % :

$I_{f(60)} = 0,48$ ampere.

Hasil pengukuran arus beban saat generator beroperasi :

$I_{b(60)} = 5,8$ ampere.

2. Hasil Perhitungan Parameter Genset saat kejutan beban.

Berdasarkan pada formulasi pada metode penelitian, maka diperoleh hasil perhitungan pada tabel 2, tabel 2, dan tabel 3.

Tabel 1. Hasil perhitungan arus beban dan fluksi generator.

No.	% Beban	I_b (ampere)	ϕ_o (Weber)	$\Delta \phi$ (Weber)	ϕ_T (Weber)
1	10	0,72	0,00000940	0,00025939	0,00026879
2	20	1,44		0,00051880	0,00052820
3	30	2,16		0,00077830	0,00078770
4	40	2,88		0,00103760	0,00104700
5	50	3,60		0,00129720	0,00130660
6	60	4,32		0,00156600	0,00156600
7	70	5,04		0,00181600	0,00182540
8	80	5,76		0,00192512	0,00193452

Tabel 2. Hasil perhitungan kenaikan arus eksitasi

No.	Beban awal	I_{fo} (ampere)	Beban akhir	I_f akhir (ampere)	ΔI_f (ampere)
1	0 %	0,15			0,49
2	10 %	0,18			0,46
3	20 %	0,21			0,43

4	30 %	0,26	80 %	0,64	0,38
5	40 %	0,31			0,33
6	50 %	0,35			0,29
7	60 %	0,42			0,22
8	70 %	0,51			0,13
9	80 %	0,64			0

Tabel 3. Hasil perhitungan dip tegangan (ΔV).

No.	Beban Awal	ΔV (Volt)	Beban akhir	ΔV (Volt) akhir	Selisih ΔV (Volt)
1	0 %	0	80 %	41,2	41,2
2	10 %	6,100			35,1
3	20 %	10,90			30,3
4	30 %	13,60			27,6
5	40 %	18,00			23,2
6	50 %	23,80			17,4
7	60 %	29,50			11,7
8	70 %	33,90			7,26
9	80 %	41,20			0

Untuk melakukan analisis dibuat suatu ketentuan sebagai asumsi bahwa beban maksimum generator adalah 80 % dari beban penuhnya, karena kita berpatokan pada efisiensi generator yaitu sebesar 80 %.

Untuk generator dibebani normal sebesar 60 % dari beban penuhnya, bila fluktuasi beban sebesar 10 % setiap titik, dan diaplikasikan pada tabel 1, dapat dilihat bahwa fluksi total yang terjadi pada inti besi akan naik mendekati linier dan dianggap linier. Berarti apabila terjadi kejutan beban secara tiba-tiba menjadi 80 %, maka fluksi totalnya akan naik secara signifikan. Kenaikan fluksi total tersebut diiringi dengan kenaikan arus eksitasi seperti ditunjukkan pada tabel 2.

Bila generator tersebut dibebani dengan beban kejutan yang dimasukkan secara tiba-tiba, yaitu dari tanpa beban menjadi beban 80 %, maka dari tabel 1 dan 2, dapat dilihat kenaikan fluksi yang tiba-tiba. Dengan demikian generator akan mengalami kenaikan fluksi yang mendadak dari 0,00000940 Wb menjadi 0,00193452 Wb, sehingga akan terjadi dip tegangan sebesar 41,2 Volt, atau sebesar 18,73%. Dalam kondisi ini tegangan keluaran genset akan menjadi sebesar 178,8 Volt, yang berarti tegangan tersebut akan membuat beban yang lainnya tidak dapat beroperasi secara normal, atau tidak berfungsi sama sekali, sehingga generator akan melakukan respon untuk menaikkan arus eksitasinya agar tegangan generator kembali normal yaitu mencapai 220 Volt.

KESIMPULAN.

1. Bila terjadi kejutan beban secara mendadak dari 0 % menjadi 80 % pada generator set, maka fluksi magnet akan naik secara signifikan menjadi 0,00193452 Wb, sehingga akan terjadi dip tegangan sebesar 41,2 Volt, sedangkan arus eksitasi akan naik menjadi 5,76 ampere untuk mengatasi dip tegangan tersebut.
2. Dip tegangan yang terjadi pada saat beban kejut menjadi 80 % adalah sebesar 41,2 Volt atau 18,73 %, sehingga tegangan output generator akan menjadi 178,8 Volt. Berarti pada saat dip tegangan terjadi, generator tidak dapat melayani bebannya secara optimal, karena tegangannya berada di bawah tegangan yang diizinkan. Hal ini hanya terjadi sesaat karena generator langsung melakukan response dengan menaikkan arus eksitasi untuk menaikkan tegangan output, dengan time delay selama beberapa saat, sehingga bila bebannya peka, maka beban tersebut akan trip.

DAFTAR PUSTAKA.

1. Kostenko.M & Pitrovsky.L Electical Machines. Mir Publisher, Moscow, 1977.
2. Langsdorf. Alexander. S Theory of Alternating Current Machinery. TMH Edition, Tata Mc. Graw Hill. New Delhi. India. 1960.

3. Siskind. Electrical Machines, 2 nd Edition, Mc Graw Hill, Tokyo, 1983.
4. S.K. Sen, Rotating Elecrical Machinery, Khana Publisher, New Delhi, 1976.
5. Zuhail, Dasar Tenaga Listrik, Penerbit ITB, Bandung, 1991.

