

ANALISA PENGARUH PERGERAKKAN FLUKS MAGNET EKSITASI DI DALAM GENERATOR LISTRIK TERHADAP TEGANGAN KELUARAN

Yakob Liklikwatil¹

Teknik Elektro, Sekolah Tinggi Teknologi Mandala Bandung

Abstrak

Selama ini penjelasan mengenai bagaimana sebenarnya pengaruh fluks magnet eksitasi terhadap pembangkitan tegangan atau gaya gerak listrik (ggl) dalam generator listrik tidak merambah hingga akar masalah, yaitu mengapa jika sistem eksitasi (pada rotor) digerakkan lebih cepat maka tegangan ggl magnituda tegangan juga membesar dan sebaliknya. Dari eksperimen di laboratorium mesin-mesin listrik diperoleh pengetahuan baru bahwa pergerakan dari sistem eksitasi fluks magnet sangat mempengaruhi banyaknya garis fluks magnet yang masuk ke inti besi jangkar. Dan dalam gejala itu parameter kecepatan pergerakan fluks magnet eksitasi berbanding lurus dengan besar tegangan ggl yang dibangkitkan. Semakin cepat pergerakan (berputar) sistem magnet eksitasi dari rotor, maka semakin banyak pula garis fluksi magnet yang masuk ke inti kumparan jangkar, dan ini menyebabkan stress tegangan induksi yang dibangkitkan di kumparan jangkar membesar. Selain itu juga frekuensi gelombang ggl naik, karena frekuensi berbanding lurus dengan kecepatan putaran generator.

Kata Kunci: Pengaruh Pergerakan Fluks, Magnet Eksitasi, Generator Listrik, Tegangan

Abstrac

So far the explanation of how the magnetic flux of excitation actually affects the generation of voltage or electromotive force (emf) on the electric generator has not reached the root of the problem, namely why if the excitation system (on the rotor) is moved The faster the magnitude of the emf voltage will also increase and vice versa . . From experiments in the electric machine laboratory, new knowledge was obtained that the movement of the magnetic flux excitation system greatly affects the number of magnetic flux lines entering the anchor iron core. And in this symptom, the parameter of the excitation magnetic flux velocity is directly proportional to the magnitude of the emf voltage generated. The faster the movement (rotation) of the excitation magnetic system from the rotor, the more magnetic flux lines that enter the core of the armature coil, this causes the stress-induced stress generated on the armature coil to increase. In addition, the emf wave frequency also increases, because the frequency is directly proportional to the rotation speed of the generator.

Keywords: Effect of Flux Movement, Magnetic Excitation, Electric Generator, Voltage

1. PENDAHULUAN

Pada kecepatan putaran n yang lambat meskipun fluks eksitasi dari rotor besar dan tetap, maka garis fluks yang akan dicakup oleh inti kumparan stator hanya sedikit, dengan kata lain ada banyak garis fluks yang menyimpang keluar. Oleh karena itu stress atau tekanan fluks yang dirasakan oleh inti kumparan stator rendah sehingga selain gelombang ggl yang dibangkitkan sangat lebar (atau frekuensi sangat rendah) tetapi juga

amplitudo gelombang ggl $E = C.n.\Phi$ akan rendah dengan demikian tegangan keluaran generator.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Pengaruh Kecepatan Putaran Terhadap Tegangan Listrik Pada Generator

Misalkan kecepatan putaran 60 rpm (sangat rendah) dan jumlah garis fluks magnetik yang berasal dari inti kumparan eksitasi (pada rotor) 10^5

garis, maka kutub stator hanya akan melingkupi garis fluks itu satu kali dalam 1 detik dengan jumlah yang lebih sedikit dari 10^5

Persamaan gaya Lorentz adalah :

$$e = Blv \sin \theta = E \cdot \sin \theta, \quad (1)$$

dimana $E = Blv$ adalah amplitudo gelombang ggl,

$B =$ kerapatan fluks magnet,

$v =$ kecepatan gerak konduktor (kumparan kawat),

$l =$ panjang konduktor,

dan frekuensi gelombang ggl didekatkan dengan persamaan yaitu :

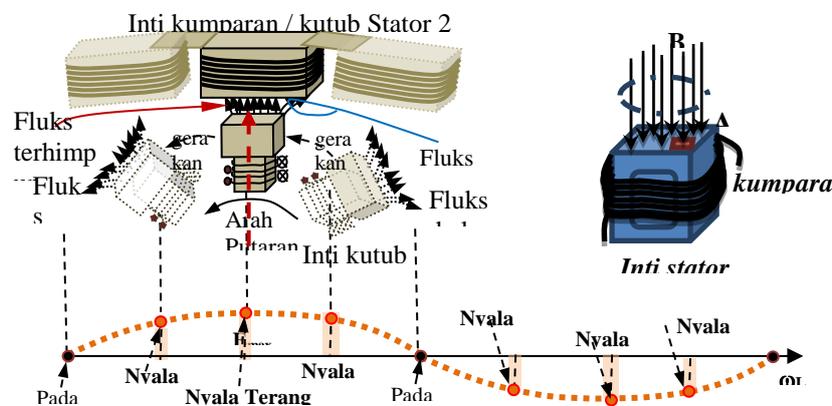
$$f = \frac{n \cdot P}{120} \quad (2)$$

dimana $n =$ putaran,

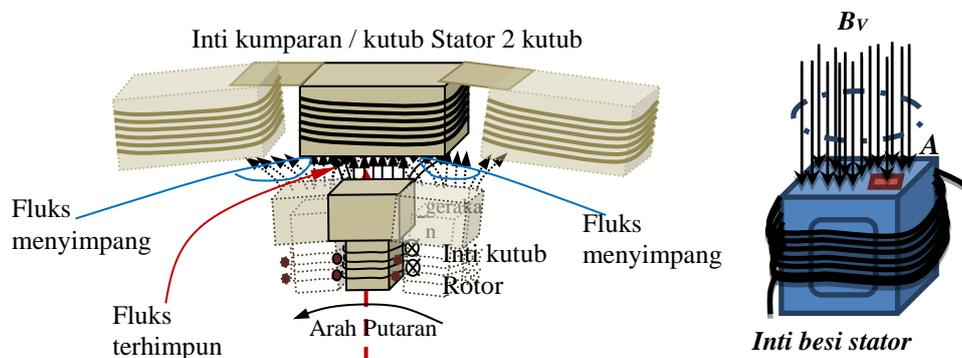
$P =$ banyak kutub magnet.

Akan tetapi apabila kecepatan putaran generator tinggi misalkan 600 rpm (10 rps), maka kutub inti stator

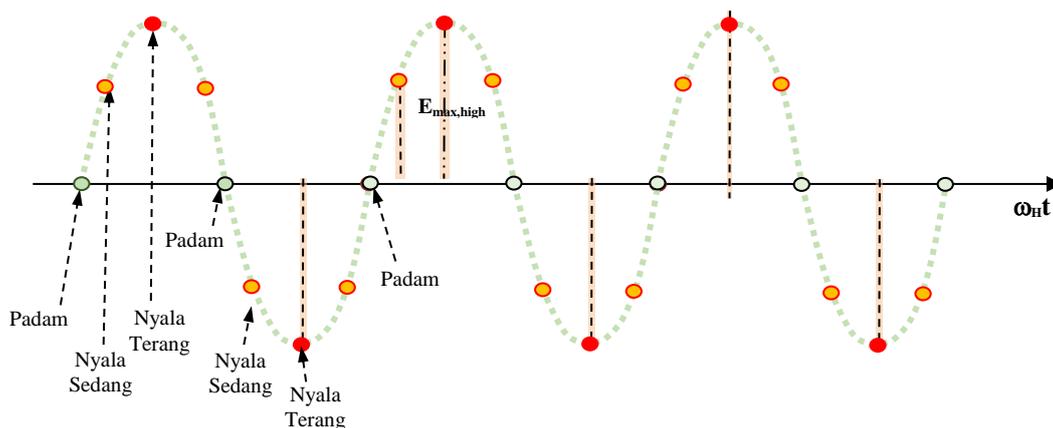
akan melingkupi lebih banyak garis fluks magnet dibanding pada keadaan kecepatan 60 rpm (hanya sedikit garis fluks yang diterima oleh inti stator dan banyak garis fluks yang menyimpang keluar). Sehingga stress fluks yang dialami oleh inti stator akan lebih besar juga dan amplitudo gelombang ggl/tegangan yang dibangkitkan akan lebih tinggi dan frekuensi yang lebih besar juga. Semakin tinggi kecepatan putaran generator, maka akan semakin banyak lagi garis fluks yang dihimpun oleh inti stator sehingga stress fluks yang dialami oleh inti stator juga akan semakin tinggi sehingga amplitudo gelombang ggl juga makin tinggi lagi, dan dengan demikian tegangan ggl yang dibangkitkan oleh generator juga semakin besar (lihat gambar 2a dan 2b, gel tinggi). Berikut ini ditunjukkan ilustrasi fluks rotor yang dihimpun oleh stator pada keadaan kecepatan putaran yang tinggi.



Gambar 1, Fluks eksitasi yang dihimpun stator generator 2 kutub pada kecepatan putar rendah dan Bentuk gelombang ggl dan kondisi lampu pada n sangat rendah



Gambar 2a, Fluks eksitasi yang dihimpun stator generator 2 kutub pada kecepatan putar tinggi



Gambar 2b, Bentuk gelombang ggl dan kondisi lampu pada n tinggi

Jika beban generator berupa sebuah lampu pijar maka pada kecepatan putaran yang sangat rendah akan terlihat jelas kondisi lampu nyala-padam berulang-ulang seperti yang ditunjukkan dalam gambar diatas. Pada kecepatan putaran yang tinggi atau frekuensi tinggi, maka nyala-padam lampu tidak terlihat karena perubahan magnitudo gelombang (dari nol-rendah-sedang-tinggi-sedang-rendah-nol, dst) sangat singkat dengan oleh karena itu lampu terlihat menyala terus tidak berkedip dengan intensitas cahaya yang sama. Terang redupnya lampu bergantung pada nilai tegangan sumplai, sedangkan besar tegangan berbanding lurus dengan kecepatan putaran generator selain dari fluks magnet eksitasi pada sistem exciter.

Fluks magnetic ruang menyimpang dari inti stator ketika inti rotor (Exciter) belum bapasan dengan inti stator dan setelah melewati inti stator. Nilai resultan dari fluk adalah bentuk penjumlahan vektoris dari komponen ril dan komponen imajiner dari fluks dengan persamaan.

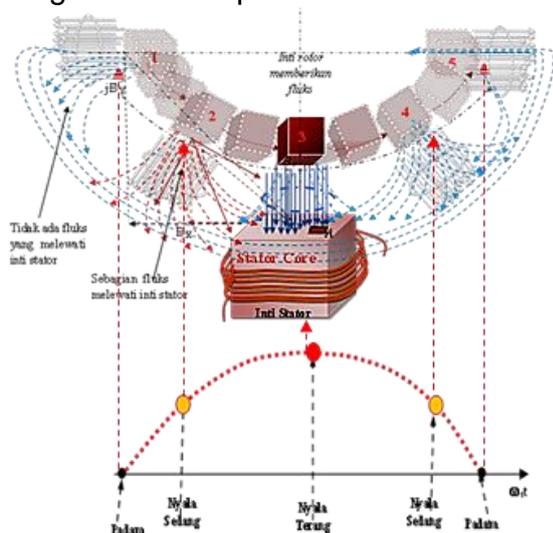
$$B = B_x + jB_y + B_z \quad (3)$$

B_x = fluks magnet sumbu X

B_y = fluks magnet sumbu Y

B_z = fluks magnet sumbu Z

Komposisi arus fluks tersebut mengalir memasuki inti stator dalam bentuk vektor ruang tiga dimensi.



Gambar 3, Penyebaran garis fluks magnet di celah udara dan bentuk kurva ggl

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengaruh Arah Pergerakan Fluks Magnetik Terhadap Polaritas Tegangan Listrik

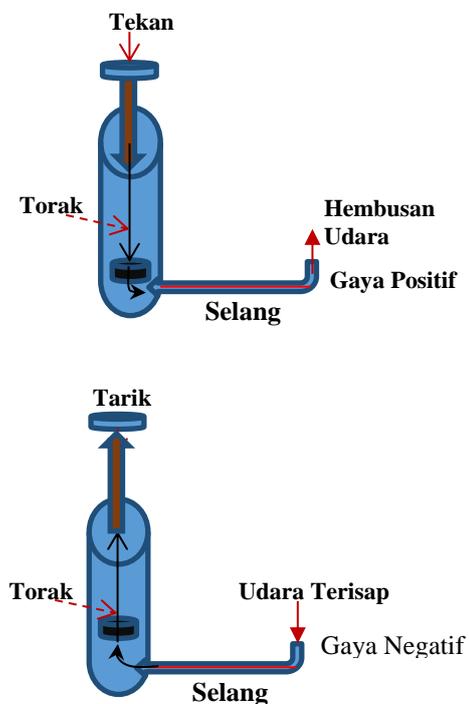
Mengapakah tegangan gerak listrik yang ditimbulkan oleh pergerakan fluks magnetic (mendekat dan menjauhi) terhadap kawat kumparan inti atau pun pergerakan kawat/kumparan memotong garis-garis fluks magnet homogen didalam ruang medan magnetik adalah bolak-balik atau mempunyai polaritas tegangan positif dan negatif; Adakah dan bagaimanakah pengaruh kecepatan dan arah pergerakan itu terhadap strength tegangan (tegangan gerak

listrik atau gaya gerak listrik ggl) yang dibangkitkan.

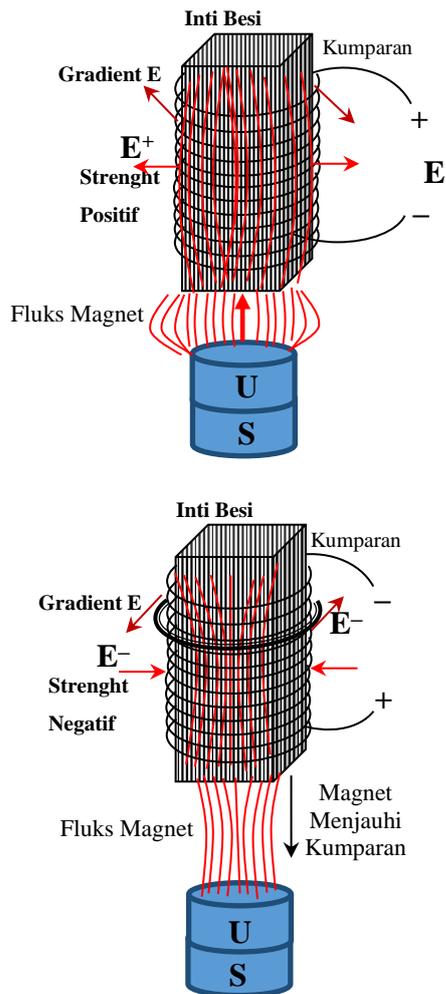
Pergerakan linier ataupun rotasi (berputar) dari fluksi medan magnetik menjauhi atau mendekati kumparan pada inti atau pergerakan kawat/kumparan memotong garis-garis fluks magnet homogen didalam ruang medan magnetik menghasilkan strength tegangan listrik atau tegangan gerak listrik, Kecepatan dan arah sangat berpengaruh pada strength tegangan atau tegangan listrik yang dibangkitkan. Sesuai dengan hukum tegangan induksi Faraday dan gaya Lorentz, bahwa gaya gerak listrik (ggl) terjadi apabila kawat kumparan digerakan memotong garis-garis fluks magnet didalam ruang medan magnet homogen, atau fluks yang berubah-ubah terhadap ruang waktu memotong kawat kumparan. Sebuah magnet kutub Utara (U) yang digerakan secara linier dengan kecepatan v (dx/dt) mendekati kumparan kawat pada inti besi akan menimbulkan Strength elektrik dengan polaritas Positif pada terminal kumparan, dan apabila magnet U ini digerakan dengan kecepatan v menjauhi kumparan maka akan menimbulkan strength elektrik dengan polaritas negative pada kumparan. Sedangkan magnet kutub Selatan jika digerakan dengan kecepatan v mendekati kumparan pada inti besi maka akan menimbulkan Strength elektrik dengan polaritas Negatif pada terminal kumparan, dan apabila magnet ini digerakan dengan kecepatan v menjauhi kumparan maka akan menimbulkan strength elektrik dengan polaritas positif pada terminal kumparan. Jadi apabila magnet itu digerakan menjauhi dan mendekati kumparan secara berulang-ulang, maka akan terbangkit tegangan gerak listrik yang bolak-balik (ac) pada terminal kumparan tersebut. Apabila waktu pergerakan magnet mendekat dan menjauhi kumparan semakin

singkat atau dengan kecepatan yang tinggi, maka akan terbangkit tegangan gerak listrik yang lebih besar. Dengan demikian kecepatan atau waktu dan arah pergerakan magnet mendekati dan menjauhi kumparan atau pergerakan kumparan kawat memotong garis-garis fluks didalam ruang medan magnet akan mempengaruhi besar dan polaritas tegangan listrik yang dibangkitkan. Gejala tersebut diatas dapat dijelaskan melalui ilustrasi sebuah pompa udara berikut ini.

Sebuah pompa udara tekan, apabila torak di-Tekan maka pompa akan menghembuskan angin keluar melalui selang, sebaliknya apabila torak di-Tarik keatas maka pompa akan mengisap udara luar kedalam tabung pompa melalui selang. Kedua keadaan terjadinya gaya tekan dan gaya isap pompa ini memberikan gambaran dan pengertian timbulnya Strength Tegangan Listrik atau tegangan gerak listrik dengan polaritas positif dan negative.



Gambar 4 , Ilustrasi analogi pompa memompa dan menyedot angin



Gambar 5 , Ilustrasi arah fluks magnet eksitasi pada inti kumparan

Akibat magnet U mendekati kumparan inti sehingga ruang didalam inti mengalami kepadatan fluks dan menimbulkan stress elektrik (atau gaya tekan keluar) inti menghasilkan gradient strength elektrik E yang positif. Sebaliknya apabila magnet U digerakan menjauhi kumparan-inti sehingga ruang inti-besi mengalami kerengangan fluks dan mengakibatkan medan magnet di inti menimbulkan stress elektrik kearah dalam inti sehingga menghasilkan gradient strength elektrik E yang negatif. Menurut hukum gaya Lorentz arah gerakan linier dari v akan menentukan polaritas gradient strength elektrik E (Vortex E) pada kumparan kawat. Jadi apabila arah pergerakan v positif

maka kuat medan listrik E juga positif, dan jika arah gerakan v sebaliknya (negatif) maka medan listrik E juga negative, sesuai dengan $E = B.l.v$.

Seperti yang telah dibahas pada bagian pembangkitan tegangan bolak-balik bahwa prinsip pembangkitan adalah berdasarkan pada hukum Faraday dan hukum-hukum yang lainnya. Tegangan induksi / ggl yang dihasilkan oleh sistem seperti ini sesungguhnya merupakan tegangan ggl yang bolak-balik. Untuk mendapatkan tegangan yang searah atau arus searah (direct current – atau DC), diperlukan peralatan tambahan yang dipasang didalam dari generator tersebut. Peralatan tersebut dinamakan komutator dan sikat-sikat yang terbuat dari arang (Carbon).

4. SIMPULAN

Kecepatan putaran kawat lilitan penghasil fluks eksitasi terhadap kumparan inti jangkar akan mempengaruhi frekuensi gelombang dan amplitude gelombang tegangan ggl yang dihasilkan. Sedangkan arah perputaran itu akan mempengaruhi polaritas tegangan ggl.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Gerald, Fitz., 1983, “ Electric Machinery ”, 4th. Edition,.
- [2] Margunadi, A.R., 1986, “ Pengantar Umum Elektroteknik”.
- [3] Seippel, Robert G. 1976, “ Fundamentals Of Electricity ”.
- [4] liklikwatil, yakob, et al. "turbin magnet permanen sebagai penggerak alternatif generator yang bebas energi." jurnal online sekolah tinggi teknologi mandala 14.1 (2019): 72-82.
- [5] Gonan, Toran, 1986, “Electric Power Distribution System Engineering”.
- [6] Sen, S.K. Dr., Electric machinery.
- [7] Leach, Donald P., 1976, “Basic Electric Circuits”.