

Teknik Mesin

BESARNYA GAYA GERAK LISTRIK (GGL) INDUKSI YANG DIHASILKAN OLEH GENERATOR SEBAGAI PEMBANGKIT LISTRIK UNTUK KEBUTUHAN PABRIK DI PT. Z

Karti¹

¹ Teknik Mekanika, Politeknik Teknologi Kimia Industri, Medan, Indonesia

INFORMASI ARTIKEL

Diterima Redaksi: 29 November 2023
Revisi Akhir: 30 November 2023
Diterbitkan Online: 30 November 2023

KATA KUNCI

Generator, Listrik, Gaya Gerak Listrik, Pembangkit Listrik, Faktor yang memengaruhi GGL.

Keywords:

Generator, Electricity, Electric Motion Force, Power Generation, Factors that affect Electricity.

KORESPONDENSI

E-mail: karti@kemenperin.go.id.

ABSTRAK

Generator merupakan sebuah alat yang mampu menghasilkan arus listrik. salah satu jenis generator adalah generator arus bolak-balik. Generator arus bolak-balik berfungsi mengubah tenaga mekanis menjadi tenaga listrik arus bolak-balik. Alat ini sering dimanfaatkan di industri untuk menggerakkan beberapa mesin yang menggunakan arus listrik sebagai sumber penggerak. Metode yang digunakan adalah metode wawancara dan observasi dimana dilakukan tanya jawab secara langsung dengan karyawan atau pembimbing lapangan tentang daya yang di hasilkan generator yang digunakan pada pabrik dan pengamatan langsung dilapangan terhadap objek yang akan diteliti. Karena adanya beda potensial antara titik a dan b sehingga listrik dari a mengalir ke b sehingga terjadi fenomena fisika yang bernama gaya gerak listrik (GGL) induksi, dimana gaya gerak listrik adalah gaya yang bekerja pada muatan listrik yang bergerak dalam medan listrik atau medan magnet. Gaya ini mengacu pada kekuatan atau dorongan yang mempengaruhi pergerakan muatan listrik dalam suatu medium tertentu. Dari hasil perhitungan diperoleh hasil gaya gerak listrik (GGL) induksi yang di hasilkan generator yaitu: $E = 342,51$ V. Dan untuk hasil perhitungan yang diperoleh hasil gaya gerak listrik Emaks (GGL) induksi yang di hasilkan generator yaitu: $E_{maks} = 638,06$ V. Terdapat beberapa faktor-faktor yang mempengaruhi gaya gerak listrik diantaranya adalah: Kecepatan perubahan medan magnet, banyaknya lilitan, dan kekuatan magnet.

ABSTRACT

A generator is a device capable of producing electric current. one type of generator is an alternating current generator. Alternating current generators function to convert mechanical power into alternating current electric power. This tool is often used in industry to drive several machines that use electric current as a driving source. The method used is the interview and observation method where questions and answers are asked directly with employees or field supervisors about the power generated by the generator used in the factory and direct observation in the field of the object to be studied. Because of the potential difference between points a and b so that electricity from a flows to b so that a physical phenomenon called electromotive force (GGL) induction occurs, where electromotive force is the force acting on electric charges moving in an electric field or magnetic field. This force refers to the force or impetus that affects the movement of electric charges in a particular medium. From the results of the calculation, the results of the induced electromotive force (GGL) generated by the generator are: $E = 342,51$ V. And for the results of the calculations obtained the results of the E_{max} electromotive force (GGL) induction generated by the generator, namely: $E_{max} = 638,06$ V. There are several factors that affect electromotive force including: The speed of change in the magnetic field, the number of turns, and the strength of the magnet.

PENDAHULUAN

Pada dunia industri Sebagian besar energi listrik yang dipergunakan oleh konsumen untuk kebutuhan sehari-hari dihasilkan oleh generator sinkron phasa banyak (polyphase) yang ada di pusat pembangkit tenaga listrik. Generator sinkron yang dipergunakan ini mempunyai rating daya dari ratusan sampai ribuan mega Volt Ampere (MVA). Disebut mesin sinkron, karena bekerja pada kecepatan dan frekuensi konstan di bawah kondisi "Steady state"[1].

Mesin sinkron bisa dioperasikan baik sebagai generator maupun motor. Mesin sinkron bila difungsikan sebagai motor berputar dalam kecepatan konstan. Apabila dikehendaki kecepatan yang bersifat variabel, maka motor sinkron dilengkapi dengan pengubah frekuensi seperti Inverter atau Cyclo-converter. Sebagai generator, beberapa mesin sinkron sering dioperasikan secara paralel, seperti dipusatpusat pembangkit. Adapun tujuan dari paralel generator adalah menambah daya pasokan dari pembangkit yang dibebankan ke masing-masing generator yang dikirimkan ke beban[2].

Generator merupakan sebuah alat yang mampu menghasilkan arus listrik. salah satu jenis generator adalah generator arus bolak balik yang akan dibahas saat ini. Generator arus bolak-balik berfungsi mengubah tenaga mekanis menjadi tenaga listrik arus bolak-balik. Generator Arus Bolak-balik sering disebut juga sebagai alternator atau generator AC (alternating current) atau juga generator sinkron. Alat ini sering dimanfaatkan di industri untuk menggerakkan beberapa mesin yang menggunakan arus listrik sebagai sumber penggerak[3]. Pada umumnya di dunia industri mesin penggerak dari sebuah generator adalah sebuah turbin uap. Dimana sistem pembangkit listrik tenaga uap merupakan sistem pembangkitan energi listrik dari perubahan energi thermal yang dihasilkan oleh bahan bakar untuk memanaskan air. Mesin-mesin konversi energi yang dapat digunakan untuk menghasilkan energi listrik diantaranya yaitu turbin uap[4]. Dimana turbin uap merupakan kelompok pesawat-pesawat konversi. Dengan mengubah energi potensial uap menjadi energi kinetik pada nosel (turbin impuls) dan sudu-sudu gerak (turbin reaksi) dan diubah menjadi energi mekanik pada poros turbin[5].

Induksi elektromagnetik adalah gejala timbulnya arus listrik pada menghantar listrik akibat dari adanya perubahan medan magnet di sekeliling penghantar. Sehingga pada Jika kumparan rotor yang berfungsi sebagai pembangkit kumparan medan magnet yang terletak di antara kutub magnet utara dan selatan diputar oleh tenaga air atau tenaga lainnya, maka pada kumparan rotor akan timbul medan magnet atau flux yang bersifat bolak-balik atau flux putar. Flux putar ini akan memotong-motong kumparan stator, sehingga pada ujung-ujung kumparan stator timbul gaya gerak listrik karena pengaruh induksi dari flux putar tersebut. Gaya gerak listrik (ggl) yang timbul pada kumparan stator juga bersifat bolak-balik, atau ber-putar dengan kecepatan sinkron terhadap kecepatan putar rotor.

TINJAUAN PUSTAKA

1. Generator

Generator bekerja berdasarkan prinsip kerja induksi elektromagnetik atau fluksi yang kemudian mengubah energi listrik. Prinsip dasar induksi magnetik dikenal sebagai hukum faraday yaitu Apabila jumlah garis gaya yang melalui kumparan diubah, maka gaya gerak listrik di induksikan dalam kumparan itu. Besarnya gaya gerak listrik yang diinduksikan berbanding lurus dengan laju perubahan jumlah garis gaya melalui kumparan. Jika kumparan terdiri N lilitan, hukum faraday. Ggl induksi yang ditimbulkan dapat diperbesar dengan cara memperbanyak lilitan kumparan, menggunakan magnet permanen yang lebih kuat, mempercepat putaran kumparan, dan menyisipkan inti besi lunak ke dalam kumparan. Semakin bertambahnya beban maka GGI induksi juga akan naik dan kestabilan generator dapat dipengaruhi oleh beberapa hal yaitu arus, faktor daya, jumlah putaran generator dll. Ketika Beban semakin besar maka drop

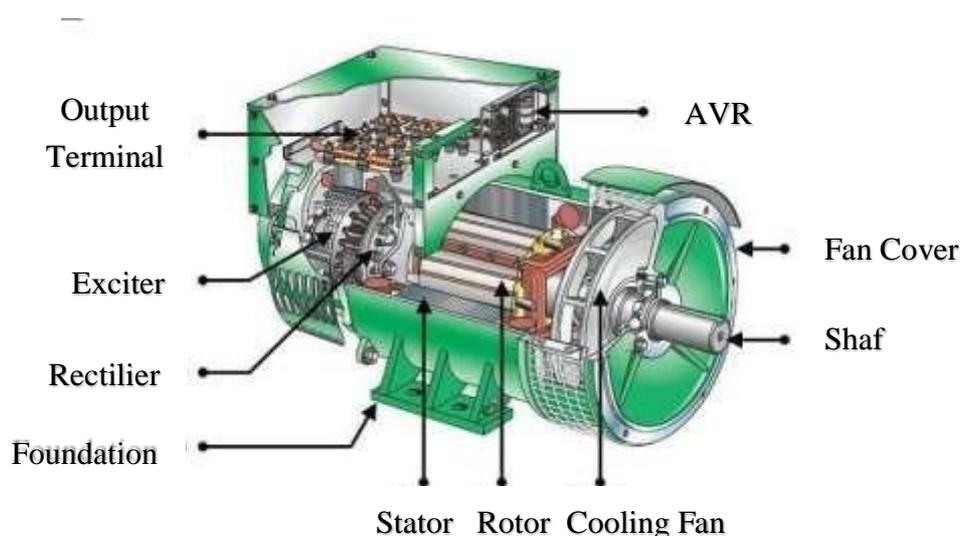
tegangan akan semakin besar, kondisi ini dipengaruhi oleh tinggi dan jenis beban yang dipikul oleh generator[6].

Terdapat dua jenis konstruksi dari generator, jenis medan diam dan medan magnet berputar. Pada medan magnet diam secara umum kapasitas Kilovolt ampere relatif kecil dan ukuran kerja tegangan rendah, jenis ini mirip dengan generator DC kecuali terdapat slips ring sebagai alat untuk pengganti komutator. Sedangkan pada generator jenis medan magnet berputar dapat menyederhanakan masalah pengisolasian tegangan. Siklus tegangan yang dibangkitkan tergantung pada jumlah kutub yang digunakan pada magnet, pada generator yang menggunakan dua kutub dapat membangkitkan satu siklus tegangan sedangkan pada generator dengan empat kutub dapat menghasilkan dua siklus tegangan. Sehingga terdapat perbedaan antara derajat mekanis dan derajat listrik. Derajat mekanis adalah apabila kumparan atau penghantar jangkar berputar satu kali penuh atau 360° mekanis sedangkan derajat listrik adalah jika GGL atau arus bolak-balik melewati satu siklus berarti telah melewati 360° waktu[7].

Generator arus bolak-balik (AC) atau disebut dengan alternator adalah suatu peralatan yang berfungsi untuk mengkonversi energi mekanik (gerak) menjadi energi listrik (elektrik). Generator arus bolak-balik bekerja dengan prinsip induksi elektromagnetik. Generator AC terdiri dari stator yang merupakan elemen diam dan rotor merupakan elemen berputar yang terdiri dari belitan-belitan medan. Setelah rotor diputar oleh penggerak mula (prime over) dengan demikian kutub-kutub yang ada pada rotor akan berputar[8].

Generator tiga fasa adalah sebuah generator listrik yang menghasilkan tiga sinyal AC dengan frekuensi yang sama, namun dengan fasa yang berbeda satu sama lain sebesar 120 derajat. Generator tiga fasa sangat umum digunakan dalam aplikasi industri dan komersial karena mampu memberikan keandalan dan efisiensi yang lebih tinggi dibandingkan dengan generator satu fasa. Cara kerja generator tiga fasa mirip dengan generator satu fasa, namun memiliki tiga belitan pada statornya dan memiliki tiga kutub magnet pada rotor. Ketika rotor diputar dengan kecepatan tertentu, kutub magnet pada rotor akan memotong belitan stator, sehingga menghasilkan medan magnetik dan menginduksi arus listrik pada belitan stator[9].

Beberapa bagian/komponen generator yang sangat penting dan utama terbagi atas dua komponen utama generator. Dua komponen utama dari generator ini sangat berpengaruh dalam menentukan dari berbagai jenis dan karakteristik dari generator. Begitu pula dengan hasil kalkulasi atau perhitungan dari banyaknya tegangan yang dihasilkan yaitu dengan menghitung persamaan dari tegangan. Dua bagian atau komponen yang memiliki peran yang sangat penting di dalam generator tersebut adalah rotor, dan stator. Dimana rotor adalah bagian yang bergerak-gerak, dan stator adalah bagian yang tidak bergerak atau diam. Rotor seperti yang disebutkan diatas adalah bagian yang bergerak-gerak. Bergerak-gerak disini dimaksudkan adalah rotor merupakan elemen yang melakukan putaran[10]. Gambar 1 Konstruksi Generator Sinkron dibawah ini:



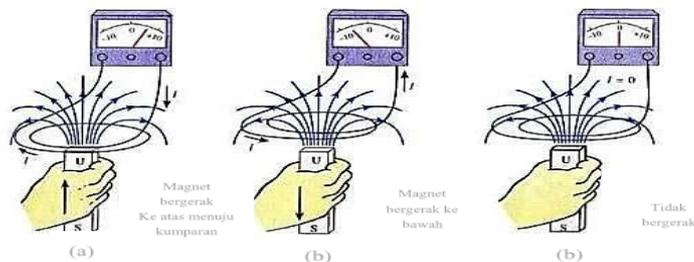
Gambar 1. Konstruksi Generator Sinkron.

Generator berfungsi untuk menghasilkan listrik dengan cara mengubah gerak menjadi energi listrik sehingga bisa digunakan untuk berbagai keperluan. Manfaat generator listrik adalah sebagai salah satu elemen mesin pembangkit listrik yang mana berasal dari energi mekanik dan semua pembangkit listrik menggunakan komponen generator di dalamnya. Manfaat generator listrik pun sangat banyak baik itu untuk kalangan pribadi ataupun industri. Untuk industri prinsip kerja generator sangat terasa pada pusat listrik tenaga uap yang berjenis medan tutup dan menggunakan system udara yang terbuka. Disini putaran turbin yang berasal dari air yang dibendung dalam waduk mampu menghasilkan listrik. Contoh generator AC (alternating current) yang akan sering kita jumpai dalam kehidupan sehari-hari adalah dinamo sepeda. Bagian utama dinamo sepeda adalah sebuah magnet tetap dan kumparan yang disisipi besi lunak. Jika magnet tetap diputar, perputaran tersebut menimbulkan GGL induksi pada kumparan. Jika sebuah lampu pijar (lampu sepeda) dipasang pada kabel yang menghubungkan kedua ujung kumparan, lampu tersebut akan dilalui arus induksi AC, akibatnya lampu tersebut menyala. Nyala lampu akan makin terang jika perputaran magnet tetap makin cepat (laju sepeda makin kencang).

2. Gaya Gerak Listrik (GGL) Induksi

Tegangan output dari generator sinkron adalah tegangan bolak-balik, karena itu generator sinkron disebut juga generator AC. Perbedaan prinsip antara generator DC dengan generator AC adalah untuk generator DC, kumparan jangkar ada pada bagian rotor dan terletak di antara kutub-kutub magnet yang tetap di tempat, diputar oleh tenaga mekanik. Pada generator sinkron, konstruksinya sebaliknya, yaitu kumparan jangkar disebut juga kumparan stator karena berada pada tempat yang tetap, sedangkan kumparan rotor bersama-sama dengan kutub magnet diputar oleh tenaga mekanik.

Jika kumparan rotor yang berfungsi sebagai pembangkit kumparan medan magnet yang terletak di antara kutub magnet utara dan selatan diputar oleh tenaga air atau tenaga lainnya, maka pada kumparan rotor akan timbul medan magnet atau flux yang bersifat bolak-balik atau flux putar. Flux putar ini akan memotong-motong kumparan stator, sehingga pada ujung-ujung kumparan stator timbul gaya gerak listrik karena pengaruh induksi dari flux putar tersebut. Gaya gerak listrik (ggl) yang timbul pada kumparan stator juga bersifat bolak-balik, atau berputar dengan kecepatan sinkron terhadap kecepatan putar rotor. Berikut gambar 2 magnet keluar masuk kumparan akan menghasilkan GGL pada gambar berikut.



Gambar 2. Gerak magnet keluar masuk kumparan akan menghasilkan GGL.

Gambar (a) menunjukkan bahwa ketika magnet batang digerakkan memasuki kumparan maka jarum pada galvanometer akan menyimpang ke kanan. Gambar (b) menunjukkan bahwa magnet batang digerakkan keluar kumparan maka jarum menyimpang ke kiri, sedangkan gambar (c) magnet tidak digerakkan maka jarum tidak mengalami penyimpangan. Dari gambar tersebut dapat disimpulkan bahwa jika magnet digerakkan memotong kumparan maka akan menghasilkan GGL sedangkan jika magnet diam maka tidak menghasilkan GGL. Percobaan ini pertama kali dilakukan oleh Michael Faraday sehingga kesimpulan percobaannya dikenal dengan Hukum Faraday, yang berbunyi seperti berikut: Jika jumlah fluks magnetic yang masuk/keluwardari suatu kumparan berubah maka pada ujung-ujung kumparan akan timbul GGL induksi.

3. Medan Magnet

Sebuah magnet akan menarik penjepit kertas, paku, dan benda-benda lain yang terbuat dari besi. Semua magnet, apakah berbentuk batang atau tapal kuda, memiliki dua ujung atau muka, yang disebut kutub, di mana efek magnet paling kuat. Jika magnet digantungkan dengan benang, ternyata kutub magnet akan selalu menunjuk ke utara. Tentu saja, hal ini merupakan prinsip dari kompas-kompas merupakan magnet yang

ditopang pada pusat gravitasinya. hingga dapat berotasi dengan bebas. Kutub suatu magnet yang tergantung Jelas yang menunjuk ke utara disebut kutub utara magnet. Kutub lain yang menunjuk ke selatan disebut kutub selatan.

Induksi elektromagnetik adalah peristiwa timbulnya arus listrik akibat adanya perubahan fluks magnetic. Fluks magnetic adalah banyaknya garis gaya magnet yang menembus suatu bidang. Seorang ilmuwan dari Jerman yang bernama Michael Faraday memiliki gagasan bahwa medan magnet dapat menghasilkan arus listrik. Pada tahun 1821 Michael Faraday membuktikan bahwa perubahan medan magnet dapat menimbulkan arus listrik.

Galvanometer merupakan alat yang dapat digunakan untuk mengetahui ada tidaknya arus listrik yang mengalir. Gaya gerak listrik yang timbul akibat adanya perubahan jumlah garis-garis gaya magnet disebut GGL induksi, sedangkan arus yang mengalir dinamakan arus induksi dan peristiwanya disebut induksi elektromagnetik.

Faktor yang mempengaruhi besar GGL induksi antara lain:

- Kecepatan perubahan medan magnet, Semakin cepat perubahan medan magnet, maka GGL induksi yang timbul semakin besar.
- Banyaknya lilitan, Semakin banyak lilitannya, maka GGL induksi yang timbul juga semakin besar.
- Kekuatan magnet, Semakin kuat gejala kemagnetannya, maka GGL induksi yang timbul juga semakin besar.

METODOLOGI

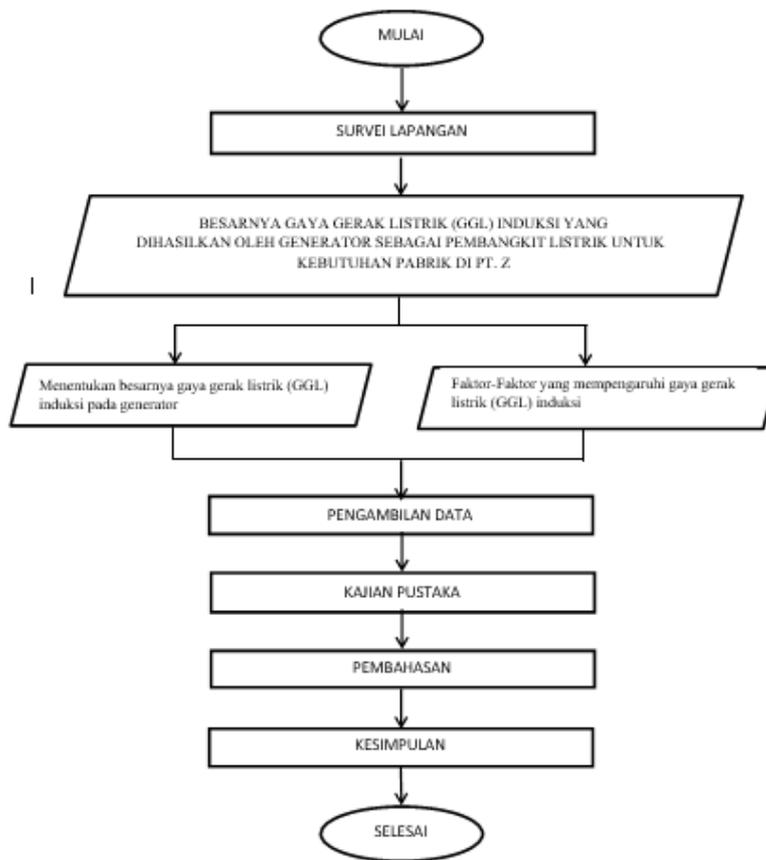
1. Tinjauan Pustaka

Merupakan suatu penelitian yang dilakukan dengan menggunakan buku-buku literature sebagai pertimbangan dalam mempelajari hubungan atau keterkaitan dengan judul penelitian yang diambil.

2. Metode Observasi dan Wawancara

Pengumpulan data dilapangan dan wawancara kepada pekerja PT Z menentukan data apa yang akan diambil untuk penelitian

Adapun Kerangka Penelitian dapat dilihat pada Gambar 3. Dibawah ini:



Gambar 3. Kerangka Konseptual

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Analisa Data

a) Spesifikasi Peralatan

Berdasarkan dari hasil praktek yang telah dilakukan, maka di peroleh hasil kerja praktek sebagai berikut:

1. AC GENERATOR

- | | |
|-------------------|----------------------|
| a. Merk | : STAMFORD |
| b. Serial No | : X09A020072 |
| c. Machine ID No. | : HCI1634J1 |
| b. kVA Base | : 765-1100 |
| c. kW Base | : 810-1150 |
| d. RPM | : 1500 |
| e. AVR | : Analague |
| f. Frekuensi | : 50 Hz |
| g. Cos ϕ | : 0.80 |
| h. Metal Bearing | : BALL 6317 |
| i. Trust Bearing | : BALL 6224 |
| | : BALL 6317 |
| j. Phase | : 3 |
| k. Dimension | : 3400 x 1380 x 2050 |
| l. Tegangan | : 380 - 400 V |

2. Turbin

- a. Merk : TURBODYNE
 b. Serial : Number 37771
 c. Output : 1100 KW
 d. Steam Press : 18 Bar
 e. Steam Temperatur : 250 C°
 f. Exhaust : 3,5 bar
 g. Turbine Speed : 5000 Rpm
 h. Out Shaft : 1500 Rpm

b. Data Pengamatan

1. Data Pengamatan Medan Magnet

Permeabilitas Ruang Hampa	$4 \cdot 3,14 \cdot 10^{-7} T \cdot m/A$
Kuat Arus (Ampere)	910 A
Jumlah Lilitan	164.822
panjang selenoida (cm)	10.878.252 cm

Tabel 1. Data Pengamatan Medan Magnet

2. Data Pengamatan Gaya Gerak Listrik (GGL) Induksi

Medan Magnet	0,00001730 T
Kuat Arus (Ampere)	910 A
Kecepatan Kawat Penghantar	21.756,4 m/s

Tabel 2. Data Pengamatan Gaya Gerak Listrik (GGL) Induksi

3. Data Pengamatan Gaya Gerak Listrik Maks (GGL) Induksi

Jumlah Lilitan	164.822
Medan Magnet	0,00001730 T
Luas Bidang kumparan	2,851 m
Kecepatan Sudut	78,5 Rad/s

Tabel 3. Data Pengamatan Gaya Gerak Listrik Maks (GGL) Induksi

4. *Pembahasan*

Dari Spesifikasi alat dan data pengamatan yang di dapat maka dapat dihitung besar gaya gerak listrik (GGL) induksi yang dihasilkan oleh generator sebagai pembangkit listrik untuk kebutuhan pabrik:

a. Menghitung Gaya Gerak Listrik (GGL) Induksi Sebagai Pembangkit Listrik Untuk Kebutuhan Pabrik

1. Menentukan Medan Magnet

$$B = \frac{\mu^o \cdot I \cdot n}{P}$$

$$B = 0,00001730 T$$

2. Menentukan Gaya Gerak Listrik (GGL) Induksi

$$e = B \cdot I \cdot v$$

$$e = 0,00001730 T \cdot 910 A \cdot 21.756,4 m/s$$

$$e = 342,51 V$$

3. Menentukan Gaya Gerak Listrik maks (GGL) Induksi

$$e_{maks} = N \cdot B \cdot A \cdot \omega$$

$$e_{maks} = 164.822 \cdot 0,00001730 T \cdot 2,851 m \cdot 78,5 Rad/s$$

$$e_{maks} = 638,06 V$$

4. Tabulasi Data

Kuat Arus (Ampere)	910 A
Permeabilitas Ruang Hampa	$4 \cdot 3,14 \cdot 10^{-7} T \cdot m/A$
Kecepatan Sudut	78,5 Rad/s
Jumlah Lilitan	164.822

Luas Bidang kumparan	2,851 m
Medan Magnet	0,00001730 T
Kecepatan Kawat Penghantar	21.756,4 m/s
Panjang belilitan	10.878.252 cm
GGL	342,51 V
GGL e_{maks}	638,06 V

Dari hasil perhitungan yang dilakukan maka nilai yang di dapat dari perhitungan gaya gerak listrik (GGL) minimum dimana yaitu: $e = 342,51 V$ Sedangkan gaya gerak listrik Emaks atau maksimum (GGL) induksi yaitu: $e_{maks} = 638,06 V$. Dari perhitungan yang dilakukan ada faktor yang mempengaruhi gaya gerak listrik (GGL) induksi, beberapa faktor tersebut ialah dimana ialah yaitu: kecepatan perubahan medan magnet, banyak lilitan, kekuatan medan magnet berikut adalah penjelasannya:

1. Kecepatan perubahan medan magnet

Kecepatan perubahan medan magnet (atau perubahan fluks magnetik) mempengaruhi gaya gerak listrik melalui prinsip induksi elektromagnetik. Prinsip ini menjelaskan bagaimana perubahan medan magnet yang berubah seiring waktu dapat menginduksi arus listrik pada konduktor yang berada di dalam medan tersebut. Dengan kata lain, kecepatan perubahan medan magnet sangat penting karena menentukan seberapa besar EMF yang diinduksi dalam kumparan atau konduktor. Ketika perubahan medan magnet yang berubah cepat, fluks magnetik yang melalui kumparan akan berubah dengan cepat pula, menghasilkan EMF yang besar dan menginduksi arus listrik yang lebih besar. Sebaliknya, jika perubahan medan magnet berlangsung secara lambat, fluks magnetik yang melalui kumparan akan berubah perlahan, menghasilkan EMF yang lebih kecil dan arus listrik yang lebih kecil pula.

2. Banyaknya lilitan

Banyaknya lilitan (belitan) pada kumparan atau konduktor mempengaruhi gaya gerak listrik karena jumlah lilitan mempengaruhi luas area yang dikelilingi oleh medan magnet. Prinsip ini terkait dengan prinsip induksi elektromagnetik, di mana perubahan fluks magnetik yang dihasilkan oleh medan magnet yang berubah dapat menginduksi gaya elektromotorik (EMF) atau tegangan listrik dalam kumparan. Jadi, secara keseluruhan, banyaknya lilitan pada kumparan atau konduktor berpengaruh pada gaya gerak listrik karena mempengaruhi fluks magnetik yang diinduksi dan EMF yang dihasilkan. Banyaknya lilitan yang lebih banyak menyebabkan EMF yang lebih besar, yang kemudian menyebabkan arus listrik yang lebih besar mengalir dalam kumparan. Dalam banyak aplikasi teknologi, peningkatan arus listrik ini sangat penting, seperti dalam pembangkit listrik dan motor listrik, di mana banyaknya lilitan yang lebih banyak pada kumparan membantu meningkatkan efisiensi dan kinerja perangkat tersebut.

3. Kekuatan medan magnet

Kekuatan magnet mempengaruhi gaya gerak listrik karena medan magnet menciptakan gaya pada muatan listrik yang bergerak dalam medan tersebut. Ketika muatan listrik bergerak melalui medan magnet, gaya magnetik yang dikenal sebagai gaya Lorentz atau gaya magnetik Lorentz bekerja pada muatan tersebut. Gaya magnetik Lorentz merupakan hasil dari interaksi antara medan magnet dan muatan listrik yang bergerak.

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari analisa data dan pembahasan yang telah diperoleh, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Dari hasil perhitungan diperoleh hasil gaya gerak listrik (GGL) induksi yang di hasilkan generator yaitu : $e = 342,51 V$. Dan untuk hasil perhitungan yang diperoleh hasil gaya gerak listrik Emaks (GGL) induksi yang di hasilkan generator yaitu : $e_{maks} = 638,06 V$
2. Gaya gerak listrik (GGL) induksi terdapat faktor-faktor yang mempengaruhinya ada pun faktor-faktornya antara lain Kecepatan perubahan medan magnet, banyaknya lilitan, kekuatan magnet.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Martua, D. Setiawan, and H. Yuwendius, "Studi Karakteristik Luar Dan Efisiensi Generator Dc Penguat Terpisah Terhadap Perubahan Beban Dengan Menggunakan Metode Fuzzy Logic," 2021.
- [2] Y. Kurniawan and Z. Zulkifli, "Rancang Bangun Pembangkit Listrik Menggunakan Solenoida Dengan Pemanfaatan Fluks Magnet," *Rele (Rekayasa Elektrikal dan Energi)*, vol. 2, no. 1, pp. 9–13, 2019.
- [3] S. Agustina, A. Hamdadi, D. Yuniarti, D. Trivaldo Simatupang, and A. Dwi Fortuna dan Herlina, "Jurnal Asimetrik: Jurnal Ilmiah Rekayasa Dan Inovasi Perancangan Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Sungai Menggunakan Gerak Translasi Magnet Permanen Design of a River Wave Power Plant Prototype Using Permanent Magnet Translational Motion," vol. 4, pp. 133–142, 2022.
- [4] A. A. Wijaya, "Perancangan Generator Magnet Permanen dengan Arah Fluks Aksial untuk Aplikasi Pembangkit Listrik," 2016.
- [5] P. Priyadi, M. Muslihudin, and D. Yulianto, "PEMBUATAN PROTOTYPE GENERATOR MAGNET PERMANEN MENGGUNAKAN KUMPARAN STATOR SEBAGAI ALAT PERAGA PRAKTIKUM FISIKA," *INTEGRATED LAB JOURNAL*, vol. 6, no. 1, pp. 37–42, 2018, doi: 10.5281/zenodo.1994010.
- [6] N. Najib Sanubari Matondang, "ANALISIS SISTEM PEMBEBANAN PADA GENERATOR DI PT. PLN (PERSERO) PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA DIESEL TITI KUNING," in *SEMNASSTEK UISU*, 2020, pp. 59–64.
- [7] R. Yaksyah, D. Andika Pratama, and S. Muslimin, "Desain Generator Listrik yang Terintegrasi dengan Aplikasi IoT (Internet of Things)," *Teknika*, vol. 16, no. 1, pp. 1–7, 2022.
- [8] H. Darmadi, G. Gultom, D. Kurnia, and I. Syabil, "PENGARUH GESEKAN MATERIAL RAW MIX PENYEBAB KEAUSAN TERHADAP VERTICAL MILL PADA TYRE VERTICAL MILL," *Jurnal Mekanova*, vol. 9, no. 1, 2023.
- [9] M. Farhan, R. Hidayat, and Y. Saragih, "PENGARUH PEMBEBANAN TERHADAP ARUS EKSITASI GENERATOR UNIT 2 PLTMH CURUG," *JURNAL SIMETRIK*, vol. 11, no. 1, pp. 398–403, 2021.
- [10] A. Sakura, A. Supriyanto, and A. Surtono, "Rancang Bangun Generator Sebagai Sumber Energi Listrik Nanohidro," 2017.