

Analisa Thermal Pada Permanent Magnet Sinkron Generator (PMSG) Nidec 500W

Muhammad Hifzil Alghiffari¹, Boni Sena², Reza Setiawan³

^{1,2,3}Universitas Singaperbangsa Karawang, karawang

Email: hifzilghiffari@gmail.com

Info Artikel

Sejarah Artikel:

Diterima: 28 Mei 2022

Direvisi: 29 Mei 2022

Dipublikasikan: Juni 2022

e-ISSN: 2089-5364

p-ISSN: 2622-8327

DOI: 10.5281/zenodo.6604960

Abstract:

The generator is the main component in the wind turbine circuit, the electromagnetic induction event in the generator causes unwanted heat, the temperature generated by the coil when it is given a load is not small above 100°C, and this is at risk of damaging the components in the generator and allowing for Power Heat loss using method Finite element method. In this paper, the author aims to determine the spread of heat in the generator and the amount of heat transmitted by the coil.

Keywords: Thermal Analysis, PMSG

PENDAHULUAN

Indonesia 2/3 wilayahnya adalah lautan, serta memiliki garis pantai terpanjang ke empat di dunia, berkisar ±95,181 Km. Indonesia terletak di lintasan garis khatulistiwa, memiliki 17,480 pulau. Sebagian besar kepulauan di Indonesia belum di terangi oleh listrik dari Pusat Listrik Negara. Wind turbine adalah salah satu alternatif yang potensial memenuhi kebutuhan energi di Indonesia, terkhusus pada daerah-daerah kepulauan yang memiliki potensi angin yang tinggi. Wind turbine Menggunakan energi liar angin kemudian mengkonversikannya menjadi energi listrik (Sudarsono, 2013). Indonesia memiliki kemampuan dalam memproduksi listrik sebesar 65 megawatt dari 100 ribu megawatt. Hal ini membuat Ricky elson miris, pasalnya konsumsi energi terbarukan di Indonesia saat ini hanya mencapai 11,9%. “Kita harus memikirkan energi terbarukan dan memiliki kemandirian energi.” (Elson, 2017).

Penyebaran panas pada material metal yang dilalui tembaga saat diberi pembebanan dapat mengalami kerusakan yang diakibatkan oleh panas yang dihasilkan coil saat di beri pembebanan sehingga analisis termal pada generator sangat diperlukan untuk mengetahui kemungkinan rusaknya elemen dalam generator saat coil mengalami pembebanan.



Gambar 1. Tembaga yang di beri pembebanan terhadap material logam

Tujuan di lakukannya Analisa thermal pada generator adalah untuk memastikan akan ketidakmungkinan adanya peristiwa seperti gambar diatas, dimana material yang dilalui tembaga yang diberi pembebanan tidak mengalami

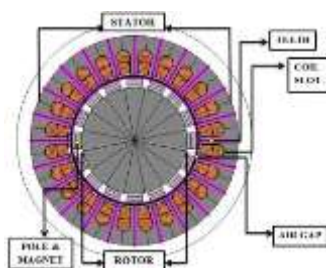
defromasi yang diakibatkan pembebanan thermal Sehingga efisiensi dari generator tidak mengalami penurunan yang signifikan dan menjadi system yang maintable.maka akan disimulasikan thermal fields dari generator.

Pada kerja praktek kali ini akan di simulasikan dan di Analisa penyebaran panas pada PMSG Nidec 500W milik menggunakan metode Finite Element Method pada suatu program simulasi Analisa thermal sehingga menghasilkan contour yang dapat menggambarkan penyebaran panas dalam generator.

TINJAUAN PUSTAKA

Energi Panas merupakan salah satu bentuk dari energi yang bisa kita jumpai. Sedangkan Kalor itu sendiri merupakan energy panasyang mengalami perpindahan, energi, dikarenakan energi akan selalu mencari kesetimbangannya maka kalor akan melakukan perpindahan panas dari suhu tinggi ke suhu rendah.

Kalor dalam PMSG ditimbulkan Disipasi Shaft merupakan energi panasyang dihasilkan akibat putaran shaft dan bersinggungan secara radial terhadap rotor core, sedangkan induksi elektromagnetic adalah , peristiwa dimana medan magnet dari magnet mengalami gaya Lorentz dan menginduksi coil secara electromagnetic. Gambar dibawah merupakan ilustrasi modelling generator pada software.



Gambar 2. Permanent Sinkron Generator (PMSG)

Komponen Utama PMSG

Rotor merupakan tempat dudukan permanent magnet, pada inner rotor generator juga berfungsi sebagai part yang

menerima force dari shaft. Sehingga membuat rotor berputar searah dengan arah putar shaft. Stator merupakan salah satu elemen utama, dimana teeth, yoke ada di dalamnya. Stator pada inner rotor generator merupakan bagian yang menempel pada housing dan statis (tidak bergerak).Yoke pada inner rotor generator ,bagian dari stator berfungsi sebagai penunjang teeth. Teeth pada inner rotor generator merupakan bagian dari stator, berfungsi sebagai tempat winding coil atau tembaga. Coil Slot merupakan elemen yang amat penting, dalam PMSG Nidec 500W karena jumlah lilitan dan diameter tembaga akan sangat mempengaruhi output dari desain suatu generator. Air gap merupakan jarak antara stator dan rotor, di beri air gap karena PMSG bergerak secara kontinu dikarenakan adanya medan magnet yang bergerak. Permanent Magnet material permanent magnet yang digunakan adalah Neodymium, dimana material tersebut menyimpan energi magnet (magnet yang memiliki medan magnet)

Heat Transfer

Heat Transfer merupakan perpindahan panas yang diakibatkan perbedaan suhu antara permukaan satu dan permukaan lainnya. Heat Transfer yang terjadi dari lingkungan terhadap system Cara perpindahan panas secara umum dibagi menjadi 3, yaitu:

Konduksi, secara umum adalah perpindahan kalor dengan adanya kontak langsung antara ke-2 permukaan. Dalam kasus inner rotor generator, Teeth adalah tempat winding dilakukan, dimana terjadinya kontak antara tembaga dan stator. Saat coil di beri pembebanan aliran listrik yang di hasilkan medan magnet akan melalui tembaga kemudian aliran listrik tersebut menimbulkan panas pada coil. Proses yang menimbulkan perpindahan kalor dengan adanya kontak langsung diantara ke-2 benda disebut konduksi.

Konveksi secara umum adalah perpindahan panas tidak langsung yang membutuhkan media atau tidak kontak

langsung antar permukaan, Dalam PMSG adalah Saat udara yang kontak dengan batang besi yang panas suhunya meningkat dan menjadi lebih ringan, itu yang di sebut konveksi. Radiasi secara umum adalah perpindahan kalor tanpa perantara, dalam inner rotor generator, merupakan air gap antara stator dan rotor.

Analisa thermal

Thermal Analysis merupakan suatu cabang ilmu bahan yang mempelajari sifat sifat bahan saat mengalami perubahan suhu, dalam kasus ini besar kerugian daya dan ter-transmisikan daya dikarenakan penyebaran panas Dalam PMSG, Analisa thermal sifat material dalam generator Persamaan transmisi Panas merupakan persamaan untuk mendefinisikan seberapa besar daya panas yang di transmisikan oleh coil secara konduksi Energi tidak dapat dihilangkan ataupun diciptakan, dalam PMSG ada energi yang tidak menjadi listrik, atau biasa disebut loss. loss disebabkan oleh fenomena elektromagnetik. Power (heat) yang di transmisikan adalah Daya (panas) yang di transmisikan secara konduksi dinyatakan dalam persamaan [3]

$$P = \lambda A(t_1 - t_2) / d$$

d
 P = Power (heat) Transmitted [W]
 A = Luas Permukaan benda [m²]
 $(t_1 - t_2)$ = Selisih suhu permukaan berlawanan [oC]
 d = ketebalan benda [m]
 λ = Konduktivitas Thermal Benda [W/m. oC]

Loss dari radiasi adalah Kerugian panas yang disebabkan oleh radiasi dinyatakan dalam persamaan [3]

$$P = kA(T_1^4 - T_2^4)$$

P = Power (heat) loss teradiasi [W]
 A = Luas Permukaan benda [m²]
 k = Bergantung sifat alami permukaan benda
 T_1 = Suhu absolute pada permukaan [oC]

T_2 = Suhu absolute pada permukaan yang mengelilingi [oC]

Material

Konstanta radiasi merupakan nilai pada sifat fisika suatu material. Konstanta radiasi adalah salah satu variable yang dibutuhkan untuk melakukan analisa thermal secara radiasi. Dalam kasus ini tembaga yang digunakan adalah bright copper.

Tabel 1. Konstanta Radiasi

Type of surface	Constant k W/m ² k
Bright Copper	1 X 10 ⁻⁸
Oxidized Copper	3 x 10 ⁻⁸

Tembaga 100% dipilih sebagai material karena tembaga tanpa campuran lain akan menghasilkan listrik yang optimal. Konduktivitas thermal tembaga merupakan salah satu sifat fisika untuk yang mendefinisikan nilai konduktivitas suatu material.

Tabel 2. Konduktivitas Thermal Tembaga

Material	Thermal Conductivity (K) (W/m.K)
Copper	385

Titik lebur adalah suatu sifat dasar yang paling umum pada setiap material, dalam kasus ini titik lebur digunakan sebagai indikator untuk memastikan tidak ada deformasi pada komponen generator yang di sebabkan oleh Power (heat) .

Tabel 3. Titik Lebur

Material	Titik Lebur (°C)
Neodymium	1016
Copper	1085

Pembebanan merupakan nilai tegangan yang di bebaskan pada generator dalam (V), diameter coil adalah diameter dari tembaga yang di winding pada teeth,

arus yang bekerja pada generator dinyatakan dalam (A), coil fill factor adalah penentu jumlah lilitan pada setiap teeth

Tabel 4. Parameter input

Parameter	Nilai
Pembebanan	40 Volt
Diameter coil	1 mm
Arus	15 Ampere
Coil fill factor	60 %

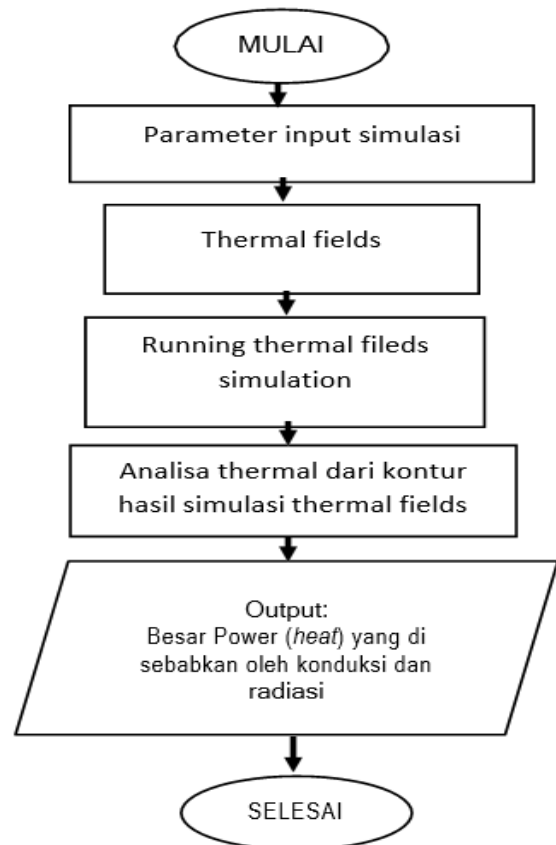
METODOLOGI

Dalam proses Analisa thermal, kami menggunakan metode finite element method, dimana diskritisasi dilakukan dengan software motor solve, dengan pendekatan melihat thermal fields yang di hasilkan pada PMSG Nidec 500W. Adapun transmisi kalor atau power heat di analisa melalui persamaan power heat baik secara konduksi pada coil dan teeth juga secara radiasi oleh coil terhadap magnet.

Pada proses analisa thermal ini dimulai dengan memasukkan parameter input untuk melakukan simulasi generator pada motorsolve, kemudian pendekatan yang digunakan adalah thermal fields untuk mendapat nilai penyebaran panas, setelah simulasi selesai dilakukan Analisa thermal bisa dilakukan karna variable yang di butuhkan untuk Analisa thermal didapat dari hasil simulasi. Output yang didapatkan adalah mengetahui besaran Power (heat) yang di sebabkan oleh konduksi ataupun radiasi

Tabel 5.. Metode Pengerjaan

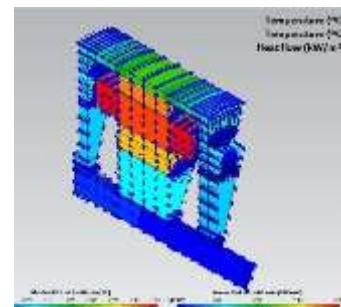
Proses	Metode
Analisa Thermal	Finite element method
Transmisi Kalor	Analisa



Gambar 3. Flow Chart Pengerjaan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambar 4-1 merupakan Penyebaran panas pada PMSG Nidec 500W. adapun panah biru pada gambar merupakan arah arus.



Gambar 4. Thermal Fields Results

Thermal fields memperlihatkan penyebaran panas pada coil dan Magnet berturut-urut 209°C dan 254°C . Sedangkan titik lebur dari coil dan magnet berturut-urut adalah 1085°C dan 1016°C.

Perhitungan Analisa Thermal pada PMSG Nidec 500W

Analisa thermal pada pmsg nidec 500W dilakukan dengan cara menggunakan rumus Transmission Power (heat) dan Power (heat) loss. Asumsikan dalam kasus ini, disipasi pada shaft, transmisi power (heat) magnet neodmium terhadap core rotor serta perubahan volume akibat pembebanan thermal di abaikan

Tabel 6. Parameter diketahui

Parameter	Nilai
T1	254 oC
T2	243 oC
λ Copper	385 W/m.K
KCopper	1 X 10-8 W/m.K

Analisa:

Tabel 7. Hasil power (heat)

Parameter	Nilai
Transmission power (heat)	148.225 W
Power (heat) loss	44.6 W

Power (heat) yang di tranmisikan secara konduksi oleh coil sebesar 148.225 W. Besar kalor yang di transmisikan dari coil terhadap teeth sebesar 148.225 W, Sedangkan besar power heat loss yang di sebabkan radiasi dari coil sebesar 44.6 W.

Penutup

Hasil dari Kerja Praktek di PT.Lentera Bumi Nusantara konsentrasi Generator mekanik, dengan topik Analisa thermal diharapkan akan memberi insight dan membuka minat mahasiswa kerjapraktek selanjutnya terkait ranah konversi energi dalam generator itu sendiri.

KESIMPULAN

Material pada PMSG Nidec 500W sangat baik sehingga material tidak akan mengalami deformasi akibat pembebanan thermal. Kontur Thermal fields memperlihatkan penyebaran panas pada coil dan Magnet berturut-urut 209°C dan 254°C . Sedangkan titik lebur dari coil dan

magnet berturut-urut adalah 1085°C dan 1016°C.

PMSG Nidec 500W memiliki keluaran 500W, dan memiliki besar daya yang di transmisikan secara konduksi dari coil terhadap teeth sebesar 148.225W. Power (Heat) yang di transmisikan belum tentu menjadi heat loss. Besar Power (heat) loss yang di akibatkan coil terhadap magnet secara radiasi melalui air gap sebesar 44.6W.

Saran

Power heat loss yang disebabkan oleh magnet tidak di Analisa dikarenakan belum ditemukannya referensi nilai *Kneodymium* dari data yg kredibel dan dapat dipertanggungjawabkan, untuk penelitian selanjutnya bisa mencari Power (heat) loss dari magnet, ataupun loss torsi dari disipasi shaft, juga tidak menutup kemungkinan adanya Analisa thermal dari matahari terhadap nacelle kemudian di transmisikan sampai stator melalui komponen komponen lain dalam wind turbine guna meningkatkan efisiensi daya yang di dihasilkan oleh wind turbine.

DAFTAR PUSTAKA

- A. Nekoubumin, Design a Single-phase BLDC Motor and Finite-element analysis of stator slots structure on the efficiency , vol. V, no. 5, p. 1, 2011.
- E. Gundabattini, "A review on methods of finding losses and cooling methods to increase efficiency of electric machines," Ain Shams Engineering Journal, vol. 12, no. 1, pp. 497-505, 2021.
- E. Galloni, "CFD analyses of a radial fan for electric motor cooling," Thermal Science and Engineering Progress, vol. 8, no. 11, pp. 470-476, 2018.
- E. A. F. F. H. Moradi, FEM Analysis for a Novel configuration of brushless DC motor without permanent magnet, no. 98, p. 4, 2009.
- Google, "Google," [Online]. Available: <https://tinyurl.com/2p9h3ujd>. [Accessed 22 November 24].

- Sudarsono, "Optimasi rancangan kincir angin modifikasi standar naca 4415 Menggunakan serat rami (*Boehmeria nivea*) dengan core kayu sengon laut (*albizia falcata*) yang berkelanjutan," Universitas Diponegoro, Semarang, 2013.
- R. Elson, Interviewee, B.Eng.M.Eng. [Interview]. 20 Agustus 2017.
- T. Wildi, *Electrical Machines, Drives, and Power System 5E*, Ohio: Pearson, 2002.
- R.K.Rajput, "Heat Transfer," in *Electrical Engineering*, Bhilai Nagar, Laxmi publisher, 2010, p. 14.
- S. Lucas, "Cooling by Peltier Effect and Active Control Systems to Thermally Manage Operating Temperatures of Electrical Machines (Motors and Generators)," *Thermal Science and Engineering Progress*, 2021.
- W. B. Pramono, H. P. Pratama and Warindi, "Perancangan Motor Listrik BLDC 10KW Untuk sepeda motor listrik," *Prosiding SNATIF*, Yogyakarta, 2016.