

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Perkembangan teknologi dalam bidang transportasi terus berkembang, mulai dari teknologi *autopilot*, transportasi listrik dan lain-lain. Penerapan transportasi tenaga listrik terus berkembang, mulai diterapkan pada sepeda, mobil, motor, skuter dan lain lain[1]. Transportasi listrik diharap mampu menggantikan kendaraan-kendaraan yang masih menggunakan bahan bakar yang tak terbarukan dengan keefisienan yang sama[2].

Motor listrik adalah sebuah perangkat elektromagnetis yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Prinsip kerja pada motor listrik yaitu mengubah tenaga listrik menjadi magnet yang disebut sebagai elektromagnet. Kutub-kutub dari magnet yang senama akan tolak-menolak dan kutub-kutub tidak senama akan tarik-menarik dengan menempatkan magnet pada sebuah poros yang dapat berputar dan magnet yang lain pada suatu kedudukan yang tetap[3].

Ada beberapa jenis motor listrik yang digunakan di dunia transportasi listrik, diantaranya motor induksi, motor SRM, motor DC dan motor BLDC. Salah satunya motor BLDC, singkatan dari *brushless* DC dengan prinsip kerja mengubah dan membalik arah putarannya untuk menggerakkan motor[3].

Motor BLDC juga dapat menimbulkan panas yang disebabkan oleh *loss-loss* dari arus dan juga induksi dari medan elektromagnetik. Panas yang dihasilkan oleh motor listrik berasal dari dua sumber utama yaitu kerugian elektromagnetik dan kerugian mekanis. Kerugian elektromagnetik terdiri dari kerugian *Joule* yang disebabkan oleh aliran arus listrik dan kerugian inti stator yang disebabkan oleh *hysteresis* efek. Kerugian mekanis terdiri dari kerugian gesekan bantalan dan kerugian *windage*[4]. Suhu pada motor BLDC mempengaruhi performa motor itu sendiri, suhu pada stator mempengaruhi isolasi yang ada pada belitan tembaga sedangkan suhu yang ada di rotor mempengaruhi efisiensi permanent magnet[5].

Maka dari itu, pada penelitian ini dilakukan pemodelan *management thermal* motor BLDC. Sistem pendingin yang disimulasikan adalah kombinasi media udara-

cairan. *Management thermal* pada motor menjadi suatu hal yang penting dalam proses perancangan sebuah motor yang optimal dari sisi desain dan dari sisi pendinginannya. Simulasi *management thermal* motor BLDC ini dilakukan dengan aplikasi Motorcad.

1.2. State of The Art

State of the art merupakan penegasan bentuk keaslian sebuah karya ilmiah. Hal ini bertujuan agar tidak ada upaya plagiat sebagai bentuk pembajakan terhadap karya orang lain. Dalam hal ini, *state of the art* menjelaskan perbandingan terhadap riset yang telah dilakukan sebelumnya dan menjadi acuan pembuatan tugas. Dengan referensi dapat dilihat pada Tabel 1.1.

Tabel 1. 1 Referensi penelitian.

No	Judul	Penulis	Tahun
1.	<i>Iron Loss and Thermal Analysis of High Speed PM motor Using Soft Magnetic Composite Material</i>	Xiaoguang Wang, Sheng Zhou, Lei Wu, Meng Zhao, Cangxian Hu	2019
2.	<i>Experimentally validated numerical model of thermal and flow processes within the permanent magnet brushless direct current motor</i>	B. Melkaa, J. Smolkaa, J. Hetmanczykb, Z. Bulinskia, D. Makielab, A. Ryfa	2018
3.	<i>Coupled electromagnetic thermal analysis of a surface-mounted permanent-magnet motor with overhang structure</i>	Han-Kyeol Yeo, Hyeon-Jeong Park, Jung-Moo Seo, Sang-Yong Jung, Jong-Suk Ro, and Hyun-Kyo Jung	2017

No	Judul	Penulis	Tahun
4.	<i>Thermal Analysis of BLDC Motor With Propose New Arrangement for Permanent Magnets to Magnet Eddy Current Loss Reduction</i>	Abbas Nazari Marashi dan Kh Kanzi	2016

Penelitian berjudul *Iron Loss and Thermal Analysis of High Speed PM motor Using Soft Magnetic Composite Material* oleh Xiaoguang Wang, Sheng Zhou, Lei Wu, Meng Zhao, Cangxian Hu pada tahun 2019 membahas tentang perbandingan material antara magnet yang biasanya digunakan dengan bahan magnet SMC (*soft magnetic composite*) dalam *losses* dan juga *thermal*[6]. Terdapat kelebihan dan kekurangan diantara kedua material yang dijelaskan dalam paper tersebut. Pertama kelebihan dan kekurangan dari material SMC yaitu *eddy current los* lebih rendah namun *hysteress loss* nya tinggi dan *iron loss* rendah pada frekuensi tinggi. Kedua kelebihan dan kekurangan dari material yang biasanya digunakan yaitu *eddy current loss* rendah dan *hysteresis loss* nya tinggi dibandingkan dengan material SMC. Hasil penelitian menunjukkan bahwa motor dengan bahan SMC memiliki karakteristik, dan kepadatan daya yang lebih tinggi, *losses* dan *thermal* yang lebih baik [6].

Penelitian berjudul *Experimentally validated numerical model of thermal and flow processes within the permanent magnet brushless direct current motor* oleh B. Melkaa, J. Smolkaa, J. Hetmanczykb, Z. Bulinskia, D. Makielab, A. Ryfa pada tahun 2018 membahas tentang perpindahan panas dan aliran udara di dalam dan di luar *casing* pada motor PMBLDC. Penelitian ini memodelkan *heat transfer* secara konveksi, radiasi, dan konduksi yang berada pada *windings, magnets, bearings*, udara yang berada di dalam motor dan udara yang ada di luar motor PMBLDC. Proses model yang dikembangkan direalisasikan berdasarkan kecepatan dan suhu. Data eksperimental penelitian ini dicatat oleh 7 *anemometer* dengan suhu konstan, pada 4 tingkat di atas *housing* motor, Sensor laser *doppler anemometry*

dalam dua sumbu di dalam bagian belakang motor dan 25 *thermocouple* ditempel di dalam dan di luar motor [7].

Penelitian berjudul *Coupled electromagnetic thermal analysis of a surface-mounted permanent-magnet motor with overhang structure* oleh Han-Kyeol Yeo, Hyeon-Jeong Park, Jung-Moo Seo, Sang-Yong Jung, Jong-Suk Ro, and Hyun-Kyo Jung pada tahun 2017 membahas tentang pengaruh penambahan panjang permanen magnet dari motor PMBLDC terhadap suhu yang dihasilkan. Penelitian ini menjelaskan karakteristik elektromagnetik dan termal dari motor *surface mounted permanent magnet* dengan *overhang* dan tanpa *overhang*. Secara khusus penelitian ini menggunakan metode 3D *finite element* untuk menghitung *electromagnetic losses* yang merupakan sumber panas dalam *thermal analysis*. Penelitian ini menjelaskan bahwa motor dengan struktur magnet *overhang* menghasilkan *electromagnetic losses* yang lebih rendah dibandingkan motor dengan struktur *non overhang* [8].

Penelitian berjudul *Thermal Analysis of BLDC Motor With Propose New Arrangement for Permanent Magnets to Magnet Eddy Current Loss Reduction* oleh Abbas Nazari Marashi dan Kh Kanzi pada tahun 2016 membahas tentang *thermal* yang ditimbulkan oleh arus *eddy*. Penelitian ini membahas struktur *permanent magnet* yang digunakan pada motor BLDC biasanya menimbulkan arus *eddy* yang besar sehingga menimbulkan suhu panas yang besar. Penelitian ini menggunakan aplikasi simulasi dan perhitungan matematis untuk mengetahui arus *eddy* yang dihasilkan serta suhu yang dihasilkan. Penelitian ini juga mengajukan struktur *permanent magnet* yang baru dengan arus *eddy* yang kecil dan menimbulkan panas yang rendah [9].

Penelitian ini membahas tentang pemodelan *losses* yang dihasilkan oleh motor dan analisis *thermal* kemudian dilakukan desain sistem pendingin untuk motor BLDC dengan media pendingin berupa angin dan fluida cair pada motor BLDC 120KW. Berbeda dengan penelitian sebelumnya yang hanya menganalisis perpindahan panas dan aliran udara di dalam dan di luar *casing* pada motor PMBLDC, merancang bentuk permanent magnet motor BLDC untuk mengurangi panas, merancang material permanent magnet motor BLDC dan

pengaruh penambahan panjang permanen magnet dari motor PMBLDC terhadap suhu yang dihasilkan.

1.3. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka rumusan masalah pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagaimana *losses* pada motor BLDC 120KW ketika diberikan inputan maksimum?
2. Bagaimana panas yang ada di motor BLDC 120KW ketika motor dalam kecepatan maksimum?
3. Bagaimana desain sistem pendingin untuk motor BLDC 120KW?

1.4. Tujuan dan Manfaat

1.4.1. Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menganalisis *losses* yang ada pada motor BLDC 120KW ketika diberikan inputan maksimum.
2. Menganalisis pendistribusian panas motor BLDC 120KW ketika motor dalam kecepatan maksimum..
3. Mendesain dan menganalisis sistem pendingin untuk motor BLDC 120KW.

1.4.2. Manfaat

Dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat baik dari segi akademis maupun praktis.

1. Adapun manfaat akademis dari penelitian ini adalah:

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi akademik mengenai perkembangan di bidang keilmuan *elektromagnetic* khususnya pada rugi-rugi daya pada motor BLDC.

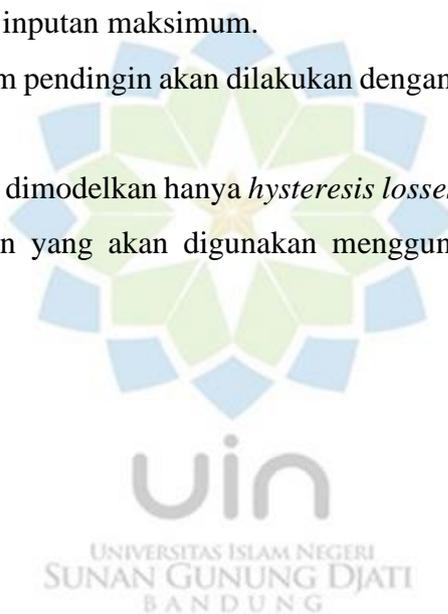
2. Adapun manfaat praktis dari penelitian ini adalah:

Penelitian ini diharapkan bisa membantu perusahaan motor listrik dan pegiat teknisi dalam mencari referensi untuk pengembangan sistem pendingin untuk motor BLDC 120KW.

1.5. Batasan Masalah

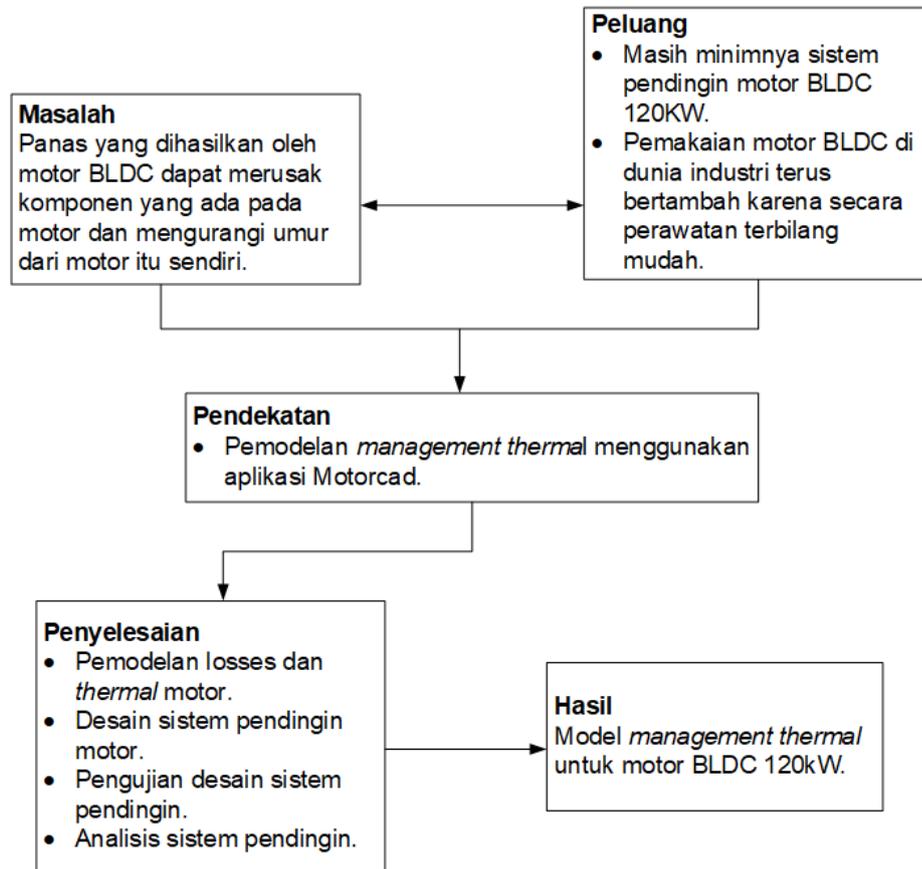
Untuk membatasi masalah-masalah yang ada, penulis membatasi ruang lingkup masalah sebagai berikut:

1. Motor diberikan inputan maksimum.
2. Pemodelan sistem pendingin akan dilakukan dengan aplikasi simulasi untuk motor listrik.
3. *losses* yang akan dimodelkan hanya *hysteresis losses* dan *eddycurrent losses*.
4. Sistem pendingin yang akan digunakan menggunakan media angin dan fluida cair.



1.6. Kerangka Berfikir

Secara umum, kerangka pemikiran Tugas Akhir ini digambarkan pada Gambar 1.1.



Gambar 1. 1 Kerangka berfikir.

1.7. Sistematika Penulisan

Untuk memudahkan pemahaman dalam penulisan tugas akhir ini maka akan dibagi menjadi 6 (enam) bab dan setiap bab dibagi kedalam beberapa sub bab dengan penjelasan sebagai berikut:

- **BAB I PENDAHULUAN**

Pada bab ini diuraikan tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan, batasan masalah, manfaat akademis, manfaat praktis, *state of the art*, kerangka pemikiran dan sistematika penulisan.

- **BAB II TEORI DASAR**

Pada bab ini dituliskan tinjauan pustaka tentang dasar ilmu penunjang yang digunakan dalam penelitian serta memberikan gambaran peralatan yang digunakan dalam penelitian ini.

- **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Pada bab ini diberikan diagram alur penelitian secara umum dalam pengerjaan tugas akhir *Management Thermal* Motor BLDC 120KW.

- **BAB IV PERANCANGAN DAN PEMODELAN**

Pada bab ini diberikan pemaparan perancangan model *lossses* pada motor BLDC 120KW. Dalam bab ini juga dibahas pemodelan *thermal* pada motor berupa rambatan panas. Dalam bagian ini diberikan gambaran sistem pendingin yang sudah diintegrasikan secara keseluruhan.

- **BAB V PENGUJIAN DAN ANALISIS**

Dalam bab ini dilakukan serangkaian pengujian untuk mendapatkan hasil serta analisis berdasarkan teori yang sudah ada dalam menganalisa *management thermal* motor BLDC 120KW.

- **BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN**

Dalam bab ini berisi tentang kesimpulan yang telah dibahas pada bab sebelumnya, serta berisi saran terkait dengan bagaimana cara dan apa saja yang harus dikembangkan pada *Management Thermal* motor BLDC 12KW.

