

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kemajuan pada bidang ketenagalistrikan semakin berkembang. Hal tersebut memberikan dampak positif bagi masyarakat dengan semakin terpenuhinya pemerataan kebutuhan listrik pada sektor industri, usaha kecil, maupun penggunaan rumah tangga. Tak bisa dipungkiri, kebutuhan akan energi listrik terus meningkat bila dibandingkan dengan beberapa dekade yang lalu. Banyak pelaku industri melakukan elektrifikasi pada sistem produksi untuk mencapai efisiensi proses produksi. Diantara upaya yang dilakukan adalah menerapkan penggunaan motor listrik pada mesin-mesin produksi. Hal tersebut dilakukan karena motor listrik merupakan alat yang efisien serta memiliki ketahanan yang lama [1].

Berdasarkan kasus tersebut permintaan akan motor listrik kini menjadi kebutuhan pokok dalam industri. Proyeksi kebutuhan akan motor listrik di dunia meningkat setiap tahun di wilayah asia pasifik dengan angka penjualan terbesar. Data tersebut menunjukkan bahwa motor listrik berperan penting dalam percepatan dan kualitas hasil produksi. Tak hanya pada sektor industri, kini motor listrik mulai menggantikan peran mesin konvensional (*internal combustion engine/ICE*) pada mesin kendaraan. Kini banyak produsen menawarkan kendaraan listrik dengan spesifikasi dan keunggulan tersendiri.

Pada kendaraan listrik (*electric vehicle/EV*) energi listrik diubah menjadi energi mekanik (putaran) yang dialirkan ke roda melalui perangkat transmisi [2]. Jenis motor listrik yang digunakan pada kendaraan listrik kini mengalami kemajuan yang signifikan. Ada berbagai kendaraan listrik di pasaran dengan spesifikasi dan jenis motor yang beragam. Perbedaan spesifikasi ini bergantung pada fungsi masing-masing kendaraan. Hal ini membuat para produsen kendaraan listrik merancang beragam variasi motor listrik untuk menyesuaikan kebutuhan konsumen. Penentuan jenis motor yang digunakan harus dilakukan dengan tepat karena kualitas rancangan sangat mempengaruhi kinerja motor saat diaplikasikan. Hal ini membuat semakin banyak penelitian dalam hal pengembangan motor listrik.

Dalam suatu proses riset tentu melibatkan beberapa tahap yang membutuhkan biaya besar. Salah satunya terjadi pada proses perancangan. Proses penentuan

desain dan parameter suatu motor listrik menjadi permasalahan setiap produsen. Karena setiap desain yang akan diuji membutuhkan biaya yang tidak sedikit, terlebih proses pengujian dilakukan secara langsung dengan pembuatan *prototype*. Pengujian desain melalui pembuatan *prototype* merupakan tahap yang mahal dan menghabiskan banyak waktu.

Besarnya biaya *prototype* dan pengujian akan berdampak pada pembengkakan biaya produksi, sehingga harga jual bisa menjadi sangat mahal. Untuk mengatasi masalah tersebut kini produsen motor listrik dapat melakukan proses desain dengan *software* simulasi. Dengan mensimulasikan model desain, kita dapat memprediksi bagaimana sistem akan bekerja tanpa harus membuat *prototype*. Melalui simulasi kini produsen dapat memaksimalkan desain awal, sehingga dengan model yang sudah terprediksi, kegagalan saat pembuatan *prototype* dapat dihindari.

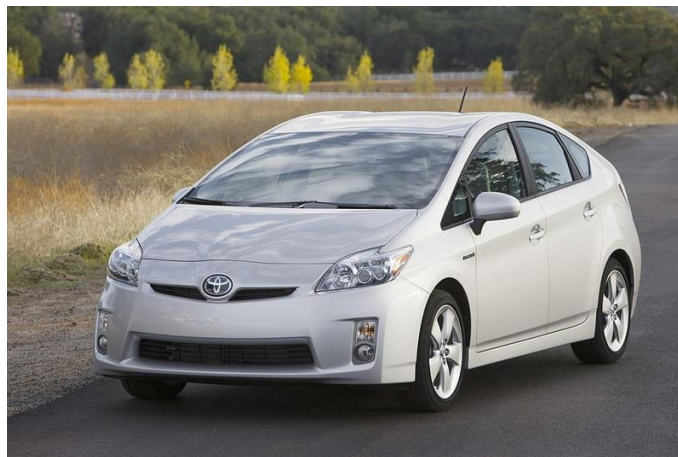
Meskipun alternatif diatas dapat dilakukan, proses perancangan sebuah motor listrik tetap membutuhkan parameter desain yang tepat agar rancangan yang dihasilkan sesuai dengan kebutuhan. Untuk mengawali langkah tersebut perlu dilakukan studi terhadap parameter yang terbukti menghasilkan desain motor listrik dengan performa optimal. Parameter sebuah motor listrik sangat berpengaruh terhadap performa yang dihasilkan [3]. Hal ini membuat proses optimalisasi suatu desain penting dilakukan untuk memaksimalkan performa sebuah motor listrik. Selain itu, optimalisasi dapat dilakukan untuk mengurangi rugi-rugi atau kekurangan pada motor listrik.

Salah satu kekurangan dari performa motor listrik ialah keberadaan riak torsi. Saat motor listrik beroperasi, riak torsi yang besar dapat menimbulkan suara bising, getaran yang membuat kecepatan yang tidak stabil, serta gangguan pada kontrol [4]. Riak torsi ini harus diminimalisir agar dapat memaksimalkan efisiensi dan performa motor.

Penyebab utama munculnya riak torsi pada motor listrik adalah interaksi antara medan yang ditimbulkan magnet permanen terhadap material inti stator. Medan magnet memiliki kecenderungan untuk mengisi ruang dengan reluktansi kecil. Sedangkan konstruksi stator menimbulkan perubahan nilai reluktansi saat bergerak yaitu pada material inti dan celah udara. Ketidakseimbangan celah udara

mengakibatkan magnet mencari posisi reluktansi minimum secara terus menerus. Fenomena tersebut biasa dikenal sebagai torsi *cogging* (*cogging torque*) [5]. Torsi *cogging* merupakan fenomena yang biasa terjadi pada motor listrik yang menggunakan magnet permanen dalam konstruksinya seperti motor sinkron magnet permanen (*permanent magnet synchronous motor/PMSM*). Penggunaan PMSM pada mobil listrik cukup populer seperti pada kendaraan hibrida (*hybrid electric vehicle/HEV*) Toyota Prius, dimana fungsi motor listrik yang digunakan adalah untuk memberi *assist* tenaga pada mesin utama (ICE) mobil tersebut [2]. Motor yang digunakan pada kendaraan tersebut termasuk dalam jenis *interior permanent magnet synchronous motor* (IPMSM) dengan konfigurasi magnet tipe “V”.

Pada dasarnya torsi *cogging* tidak dapat dihilangkan, namun dapat dikurangi dengan berbagai cara. Salah satunya adalah melakukan modifikasi bagian konstruksi motor. Contoh beberapa bagian yang dapat dimodifikasi adalah lebar celah udara, bentuk magnet, bentuk slot stator, serta lapisan stator.



Gambar 1. 1 Toyota Prius 2010

Sumber: *Toyota unveils 2010 Prius that boasts 50 mpg* – guideautoweb.com

Berdasarkan persoalan di atas, tugas akhir ini dilakukan untuk meminimalisir riak torsi yang ada pada motor listrik dengan mempertimbangkan efisiensi dan torsi motor tersebut. Penelitian ini fokus untuk menentukan modifikasi parameter terbaik dari lebar celah udara (*air gap*), sudut magnet, ketebalan magnet dan lebar *slot opening*. Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat sebagai referensi dalam riset pengembangan dan modifikasi desain motor listrik khususnya dengan target meminimalisir riak torsi.

1.2 Tujuan Penelitian

- 1.2.1 Merancang desain modifikasi untuk meminimalisir riak torsi pada desain awal IPMSM.
- 1.2.2 Menganalisis pengaruh lebar celah udara, sudut magnet, ketebalan magnet dan lebar *slot opening* terhadap riak torsi.
- 1.2.3 Menganalisis performa IPMSM setelah dilakukan optimalisasi dengan desain awal IPMSM sebagai pembandingan.

1.3 Rumusan Masalah

- 1.3.1 Apa saja tahapan untuk mendapatkan parameter modifikasi terbaik untuk menurunkan riak torsi pada IPMSM?
- 1.3.2 Bagaimana pengaruh lebar celah udara, sudut magnet, ketebalan magnet dan lebar *slot opening* terhadap riak torsi IPMSM?
- 1.3.3 Bagaimana performa IPMSM yang telah dioptimalisasi terhadap desain awal IPMSM?

1.4 Batasan Masalah

- 1.4.1 Proses desain dan simulasi menggunakan perangkat lunak Ansys Electronics Desktop.
- 1.4.2 Tugas akhir ini memiliki luaran berupa parameter hasil optimalisasi dari desain awal.
- 1.4.3 Objek penelitian yang digunakan pada Tugas Akhir ini terfokus pada motor listrik jenis IPMSM yang digunakan pada kendaraan *hybrid* Toyota Prius 2010.

1.5 Sistematika Penulisan

BAB 1 PENDAHULUAN

Pendahuluan berisi latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan, batasan masalah dan sistematika penulisan.

BAB 2 LANDASAN TEORI

Bab ini membahas dasar ilmu dan penelitian terdahulu yang dapat dijadikan sebagai acuan serta pendukung penelitian ini.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini akan diuraikan rancangan alur penelitian berupa prosedur penelitian dengan *flowchart*, metode penelitian yang digunakan serta peralatan (*tools*) yang digunakan dalam penelitian.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi hasil yang telah didapatkan dalam proses penelitian berupa perhitungan atau pengukuran. Pada bab ini akan ditampilkan data hasil berupa gambar, grafik serta tabel yang selanjutnya dianalisis sebagai hasil penelitian.

BAB 5 PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan dari penelitian serta saran yang dapat dilakukan untuk pengembangan riset serupa.