

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan dari elektronika daya sudah berkembang pesat dalam beberapa tahun terakhir ini. Bahkan dalam perkembangan *switching converter*, devais semikonduktor terus mengalami kemajuan yang pesat, sedangkan desain magnetiknya mengalami fase *bottleneck* (macet/tidak berjalan)^[1]. Padahal keduanya memegang peranan yang sangat penting dalam dunia elektronika daya..

Induktor maupun transformator sebenarnya merupakan komponen devais elektromagnetik yang cukup sederhana, terdiri dari sebuah inti logam dan satu atau lebih lilitan. Seketika arus bolak-balik mengalir induktor dan transformator, seketika itu membentuk fluks magnetik. Fluks yang dihasilkan tentu akan mempengaruhi medan magnetik dan induktansi yang berdampak pada induktor ataupun transformator.

Namun geometri dari belitan menentukan bentuk fluks yang terbentuk pada devais elektromagnetik^[2]. Sehingga ketika terbentuk garis-garis fluks yang tidak terkopel dengan baik antara belitan maka ini yang disebut dengan garis-garis fluks bocor. Kebocoran induktansi digambarkan sebagai rangkaian yang mewakili energi yang hilang diantara lilitan pada transformator akibat arus mengalir garis fluks bocor. Ketidakidealan ini dapat berdampak negatif namun juga dapat berdampak positif. Pada transformator, kebocoran induktansi dianggap berdampak negatif karena fungsi transformator yang mentransferkan energi sehingga adanya kebocoran induktansi, efisiensi energi yang ditransfer akan berkurang. Sedangkan pada *coupled inductor*, kebocoran ini cukup menguntungkan karena perannya dalam *zero current ripple phenomenon*, yang dapat mengeliminasi arus *ripple* sehingga pengontrolan kebocoran induktansi ini menjadi sesuatu yang patut untuk diteliti lebih lanjut.^[1]

Transformator dengan inti toroidal inti bentuk inti dan belitan yang simetris membuat transformator jenis ini lebih sedikit memiliki kebocoran fluks

dibandingkan dengan transformator konvensional. Umumnya pemodelan lilitan pada transformator toroidal secara konvensional menggunakan lempeng yang kemudian dinyatakan sebagai sejumlah lilitan yang tersusun rapat dan homogen.^[2]Keterbatasan terjadi ketika belitan dimodelkan dengan lempengan ini menyebabkan tidak banyak variasi susunan belitan terhadap inti yang dilakukan. Salah satu penelitian yang memodelkan belitan dalam bentuk lempengan adalah sebuah jurnal yang ditulis oleh Francisco de Leon dalam judul "*Leakage Inductance Design of Toroidal Transformers by Sector Winding*" dipublikasikan dalam IEEE Transactions on Power Electronics 29(1) tahun 2014 halaman 473-480 itu hanya memvariasikan posisi dari bagian belitan yang tidak melilit inti pada dua lapis belitan.

Namun jika menilik sebuah jurnal yang dikeluarkan pada tahun 1997 prosiding elektronika daya terapan dengan judul "*Influence Of The Winding Strategy In Toroidal Transformers*"ditulis oleh Prietos R menjelaskan beberapa konfigurasi susunan belitan yang dapat dilakukan pada sebuah inti toroidal. Dalam jurnalnya, Prieto R memodelkan transformator dalam bentuk simulasi 2D. Pemodelan belitan digambarkan dalam bentuk lingkaran yang disusun dipermukaan luar dan dalam inti toroidal. Hanya saja Prieto tidak menerangkan bagaimana medan magnetik yang terbentuk seiring dilakukannya variasi susunan belitan. Padahal medan magnetik berubah seiring perubahan bentuk geometri devais dan berpengaruh terhadap nilai induktansi bocor timbul.

Kemajuan yang sangat pesat di bidang komputer baik piranti lunak maupun keras dalam dua dekade terakhir telah memicu perkembangan Metode Elemen Hingga (*finite element method*) sehingga dapat diterapkan secara massif pada level yang belum pernah dibayangkan sebelumnya. Dengan kecanggihan piranti lunak-keras komputer sekarang, masalah rekayasa yang rumit dapat dimodelkan dengan relatif cepat dan mudah tidak hanya dalam bentuk 2D bahkan untuk simulasi 3D. Sehingga simulasi 3D sudah bisa dijadikan tren baru untuk memodelkan devais khususnya devais elektromagnetik.

1.2 Rumusan Masalah

Perumusan masalah yang diangkat dalam penelitian ini adalah meneliti bagaimana distribusi medan yang dihasilkan pada variasi pada transformator baik dalam 2 dimensi maupun 3 dimensi, dan mengetahui nilainya dengan beberapa variasi susunan lilitan pada inti toroidal. Serta mendapatkan gambaran tentang arus dan tegangan masukan keluaran transformator tersebut.

1.3 Tujuan Penelitian

1. Menganalisa distribusi medan $|B|$ dan $|H|$ pada permukaan pada inti transformator dalam bentuk simulasi 2D dan 3D,
2. Mendapatkan induktansi bocor pada berbagai jenis model belitan pada transformator toroidal secara magnetostatik dengan metode *FEM (Finite Element Method)*,
3. Menganalisa keluaran dengan masukan arus bolak-balik dari berbagai jenis model belitan pada transformator toroidal dengan menggunakan metode *Bond Graph*.

1.4 Batasan Masalah

1. Variasi lilitan yang digunakan hanya beberapa bentuk jenis lilitan,
2. Untuk pemodelan 2D, digunakanlah program *FEMM 4.2*,
3. Untuk pemodelan 3D, toroidal akan dimodelkan dengan menggunakan program desain yang diperbantukan komputer (*Computer-Aided Design*) seperti *SOLIDWORKS 2016* kemudian dilakukan simulasi dengan menggunakan program Analisa Elemen Hingga (*Finite Element Method*) seperti *ANSYS® Electromagnetics Suite 18*,
4. Untuk simulasi menggunakan program Analisa Elemen Hingga (*Finite Element Method*), setiap kawat lilitan tidak berenamel, tapi inti dan lilitan

diberi berjarak 0.5 mm sehingga efek yang ditimbulkan oleh tidak adanya lapisan isolasi ini bisa saja terjadi efek yang tidak diinginkan.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Didapatkan pengetahuan lebih mengenai karakteristik transformator toroidal ketika terjadi variasi lilitan yang digunakan,
2. Penelitian ini dapat dijadikan referensi dalam pemodelan transformator toroidal sehingga kedepannya terciptanya performa transformator lebih baik.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan laporan Tugas Akhir ini dibagi dalam lima bab, isi masing-masing bab dapat diuraikan sebagai berikut :

- Bab I. Pendahuluan

Bab ini berisi latar belakang penelitian, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan

- Bab II. Tinjauan Pustaka

Bab ini berisi teori dasar yang mendukung penelitian tugas akhir ini.

- Bab III. Metodologi Penelitian

Bab ini berisi metodologi yang digunakan dalam penelitian Tugas Akhir ini.

- Bab IV. Perancangan Model

Di dalam bab ini berisikan penjelasan mengenai pemodelan transformator.

- Bab V. Analisa Hasil dan Pembahasan

Bab ini akan berisi analisis terhadap hasil kerja sistem dan keluaran yang diperoleh dari simulasi pemodelan.

- Bab VI. Penutup

Bab terakhir ini berisi kesimpulan dari hasil penelitian dan saran yang disampaikan berdasarkan hasil analisis dan pembahasan dari penelitian ini.

