

Bab I Pendahuluan

I.1 Latar Belakang

Komponen induktor memiliki fungsi yang dapat menyimpan energi pada medan magnet yang ditimbulkan dari aliran listrik. Beberapa induktor dibentuk hanya berupa lilitan kawat kumparan saja, akan tetapi ada juga induktor yang dibentuk dengan melilitkan kawat tersebut pada bahan padat (Kurniawan, 2012). Bahan padat tersebut biasa disebut inti dari konduktor (*ferrite core*). Bentuk dari inti konduktor tersebut terkadang berbentuk lurus, melingkar, ataupun berbentuk persegi panjang sehingga fluks magnetik pada inti konduktor dapat dilingkup secara maksimal. Banyaknya desain ini memberikan efek terhadap karakteristik dan fungsi dari induktor itu sendiri.

Ferrite core merupakan suatu *softmagnetic material* yang termasuk kedalam golongan keramik. Material magnetic dianggap lunak ketika *fieldstrength* lebih rendah dari medan magnet bumi (sekitar 40 A/m). *softmagnetic material* dapat digunakan sebagai fluks yang efisien dalam berbagai macam perangkat elektronik, seperti transformator, generator, motor untuk digunakan dalam pembangkitan, pendistribusian, dan konversi energi listrik (Fiorillo, 2004). *Softmagnetic material* merupakan pengembangan aplikasi pada awal industri listrik. Pada pergantian abad kesembilan belas praktek besi cukup dikembangkan untuk memenuhi kebutuhan baja lunak. Tetapi pada saat itu Fe-Si *alloy* lebih mahal dan lebih sulit diproduksi dan mendapatkan penerimaan yang lambat, diperlukan lebih dari dua dekade untuk Fe-Si menjadi bahan pilihan untuk transformator.

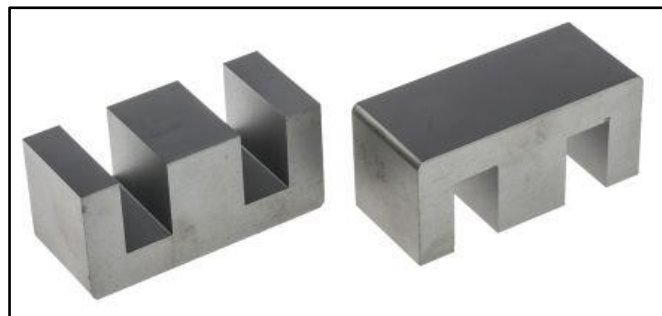
Ferrite adalah struktur keramik padat yang terbuat dari campuran oksida besi atau karbonat dari satu atau lebih campuran logam seperti *manganese, zinc, nickel*, atau *magnesium*. *softmagnetic* terbagi menjadi dua kategori utama yaitu manganese-zinc (MnZn) dan nickel-zinc (NiZn) (McLyman, 2011). Pada kedua kategori tersebut jika komposisi kimia, dan teknologi manufaktur diubah maka dapat menghasilkan banyak perbedaan tingkat pada masing masing material MnZn dan NiZn. Perbedaan mendasar antara MnZn dengan NiZn terdapat pada tabel I.1. Perbedaan terbesar terlihat pada MnZn memiliki permeabilitas tinggi dan NiZn memiliki resistivitas yang lebih tinggi.

Tabel I. 1 *Comparing Manganese-Zinc and Nickel-Zinc* (McLyman, 2011)

Dasar Material Properties Ferrite					
Materials	Initial Permeability μ_i	Flux Density	Curie Temperature $^{\circ}\text{C}$	Coercive Force	Resistivity Ω
Manganese Zinc	750-15 K	0.3-0.5	100-300	0.04-0.25	10-100
Nickel Zinc	15-1500	0.3-0.5	150-450	0.3-0.5	10^6

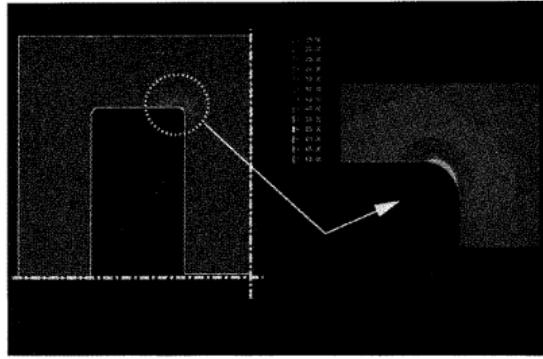
Pada *ferrite* dengan material MnZn dipakai ketika frekuensi kurang dari 2 MHz. *Ferrite* dengan menggunakan bahan MnZn banyak digunakan di bidang elektronika karena memiliki sifat *low power losses*, *high saturation induction*, dan *low cost*. Sedangkan *ferrite* dengan menggunakan bahan NiZn memiliki ciri yaitu resistivitasnya yang tinggi bahkan beberapa kali lipat lebih tinggi daripada material MnZn. Karena memiliki resistivitas yang tinggi, NiZn adalah bahan pilihan untuk digunakan ketika frekuensi 1-2 MHz bahkan hingga ratusan *megahertz*. *Ferrite* sudah banyak digunakan pada bidang elektronika di antaranya yaitu pada penggunaan transformator.

ferrite core sering digunakan untuk pengaplikasian dengan frekuensi yang tinggi, sedangkan *ferrite* biasa yang dilapisi baja hanya dapat digunakan untuk pengaplikasian dengan frekuensi yang rendah pada 50Hz hingga 70Hz. Pada frekuensi yang tinggi tidak dapat digunakan dengan *ferrite* yang dilapisi baja sehingga pada frekuensi tinggi dibutuhkan *core* dengan bahan dasar *ferrite*. Mayoritas bahan *ferrite* memiliki kerugian histeresis hingga 300Khz (Lakshminarayanan, Anand.B, & P.a., 2013).



Gambar I. 1 E Cores (sumber: za.rs-online.com)

Pada sisi lain, induktor yang terdapat pada komponen elektronik wajib untuk mampu berfungsi dengan baik setelah melalui rangkaian tes reliabilitas. Untuk mengetahui karakteristik dari *ferrite core* itu sendiri diperlukannya tes reliabilitas seperti *thermal cycle test*. Pada penelitian Graaf, Dortmans, & Shpilman (1995) transformator berulang kali dilakukan test dengan suhu rendah dan suhu tinggi. Dan diasumsikan bahwa suhu rendah -25°C (freezer) sedangkan suhu tinggi 125°C (tungku). Distribusi temperature dalam transformer akan berubah selama proses berlangsung dan mengarah ke *transient thermal stress field*. Karena *stress* tersebut maka kemungkinan *ferrite core* tersebut akan patah (Graaf et al., 1995).



Gambar I. 2 Bentuk Garis Maximum Stress (Graaf et al., 1995)

Pada penelitian Choi, Kim, & Jang (2011) analisis *thermal stress* dilakukan dengan menggunakan FEM (*Finite Element Method*) dikarenakan untuk mengetahui penyebaran *thermal stress* cukup sulit dilakukan pada induktor kecil. Kondisi *thermal cycling* yang digunakan dimulai dari -40°C hingga 120°C . (Choi, Kim, & Jang, 2011). Dan didapatkan nilai maksimum stress sebesar 16 Mpa pada bagian lekukan dan 9 Mpa pada bagian sisi luar.

Pada penelitian sebelumnya, telah menganalisis *thermo-mechanical stress* yang diinduksi selama *thermal cycling* menggunakan material MnZn *ferrite core* berjenis E Core yang digunakan dalam *power transformer* (Dortmans, Donners, de Graaf, & de With, 1997). dalam analisis ini distribusi temperature yang diukur digunakan sebagai input untuk model berbasis *finite element* yang memprediksi distribusi temperature terukur dan *thermo-mechanical stress* yang sesuai. Dari studi ini didapatkan bahwa *thermo-mechanical stress* yang diinduksi dapat menyebabkan suatu kritis tergantung pada perbedaan suhu yang digunakan. Pendekatan tersebut dilakukan untuk melihat apakah untuk *design core* yang berbeda dapat dilakukan seperti E-core. Dari ini dan yang sebelumnya dilakukan sudah jelas bahwa material *ferrite* tidak secara *instan* mengalami *stress*, tetapi *stress* yang diterima dapat mengakibatkan kemungkinan patah.

Pada pengambilan data untuk nantinya akan digunakan perhitungan menggunakan metode taguchi yaitu dengan melakukan simulasi komputer dengan mengimplementasikan metode *Finite Element Method* (FEM). Metode ini telah ada selama lebih dari 50 tahun dan sekarang diakui sebagai standar industri untuk analisis Teknik secara virtual untuk semua sektor industri dimana solusi numerik untuk persamaan diferensial parsial diperlukan (Cen, Li, Rajendran, & Hu, 2016). Metode FEM ini dilakukan agar eksperimen yang dilakukan menjadi lebih efisien dan tidak memakan biaya yang besar. Metode ini dilakukan menggunakan *software* dimana geometri benda dibagi menjadi elemen-elemen kecil sehingga semakin kecil elemen yang digunakan maka semakin akurat pula hasil yang didapat. Dengan metode FEM, indikasi retakan dilihat berdasarkan pada nilai *stress* yang semakin kecil menunjukkan bahwa

part tersebut memiliki tingkat ketahanan yang lebih kuat. Sehingga pada studi ini dilakukan pengambilan data dengan metode *Finite Element Method* sebagai salah satu *tools* dalam melakukan eksperimen yang nantinya hasil *stress* tersebut akan dihitung dengan metode taguchi.

Metode yang cocok untuk pendekatan ini yaitu dengan menggunakan metode DOE (*Design of Experiment*). Ada beberapa metode pada DOE untuk membantu mengetahui kualitas produk *ferrite core* diantaranya Metode Taguchi. Pada metode taguchi berisi sistem desain, parameter desain, dan toleransi desain prosedur untuk mencapai proses yang kuat dan hasil kualitas produk terbaik (Kumar, Scholar, Acme, & Sahai, 2012). Sehingga dengan menggunakan metode taguchi kita dapat melihat hasil dari parameter desain optimum, dapat mengurangi biaya eksperimen, dan juga memperbaiki kualitas dari suatu produk. Dalam metode ini menggunakan matriks khusus yang disebut *matriks orthogonal array* yang memiliki fungsi untuk berapa kali studi ini dilakukan dan memberikan informasi berdasarkan pengaruh pada faktor dan level. Setelah itu Taguchi memberikan pendekatan melalui S/N Ratio (*Signal to Noise*) yang bertujuan untuk mengetahui nilai level dari faktor yang berpengaruh terhadap studi.

Sehingga pada studi ini dilakukan optimasi parameter desain pada komponen *ferrite core* berjenis E *core* dengan menggunakan 3 parameter yaitu lebar *neck*, lebar *magnetic window*, dan tebal *flange* dikarenakan pada bagian tersebut adalah bagian yang terkena langsung terhadap hasil *stress* paling tinggi. Optimasi parameter desain dilakukan untuk meminimalisir kemungkinan terjadinya retakan berdasarkan hasil nilai *stress* akibat *thermal shock*. Dari hasil uji ketahanan dan tingkat *stress* tersebut diharapkan menghasilkan referensi design *ferrite core* pada jenis E Core.

I.2 Perumusan Masalah

Bagaimana konsep desain *ferrite core* jenis E *core* yang mampu meminimasi stres?

I.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan perumusan masalah diatas, tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui konsep desain Mengetahui konsep desain manakah yang mengalami stres terkecil ketika mengalami proses thermal cycle test.
2. Mengetahui faktor yang memiliki pengaruh signifikan terhadap hasil simulasi *Thermal Cycle Test*

I.4 Batasan Penelitian

Pada penelitian ini memiliki beberapa batasan agar lebih terfokus dalam melakukan penelitian. Berikut adalah batasan ruang lingkup dari penelitian:

1. Dengan keterbatasan alat, bahan, dan waktu proses eksperimen hanya melakukan simulasi pada desain *ferrite core*.
2. Material yang digunakan adalah *ferrite*
3. Proses simulasi dilakukan dengan *software* Ansys 18.1
4. Hanya memperhatikan hubungan antara variabel terikat dengan hubungan bebas secara independen.

I.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini yang dapat digunakan sebagai pertimbangan untuk penelitian selanjutnya, berikut ini adalah manfaat dari penelitian ini:

1. Manfaat bagi penulis yaitu mampu mengimplementasikan ilmu pengetahuan mengenai karakteristik dari *ferrite core*.
2. Memberikan referensi parameter desain pada komponen *ferrite core* dalam rangka mengurangi kemungkinan keretakan akibat uji *thermal cycle test*.

I.6 Sistematika Penulisan

Bab I Pendahuluan

Berisi tentang latar belakang dari penelitian, masalah yang akan dijadikan bahan penelitian, Tujuan dari penelitian, manfaat dari penelitian, batasan masalah dari penelitian dan sistematika yang digunakan dalam penelitian.

Bab II Landasan Teori

Pada bab ini berisi literatur yang relevan dengan permasalahan yang diteliti dan dibahas pula hasil-hasil penelitian terdahulu. Bagian kedua membahas hubungan antar konsep yang menjadi kajian penelitian dan uraian kontribusi penelitian.

Bab III Metodologi Penelitian

Pada bab ini dijelaskan langkah-langkah penelitian secara rinci meliputi: tahap merumuskan masalah penelitian, merumuskan hipotesis, dan mengembangkan model penelitian, mengidentifikasi dan melakukan operasionalisasi variabel penelitian, menyusun kuesioner penelitian, merancang pengumpulan dan pengolahan data, melakukan uji instrumen, merancang analisis pengolahan data.

Bab IV Pengumpulan dan Pengolahan Data

Pada bab pengumpulan dan pengolahan data berisi data data yang akan digunakan untuk melakukan analisis dengan melakukan pengambilan parameter yang selanjutnya akan di masukan ke dalam pengolahan data untuk mendapatkan rekomendasi parameter desain yang optimum.

Bab V Hasil dan Analisis

Pada bab analisis dilakukan analisis mengenai parameter dengan hasil dari pengolahan data.

Bab VI Kesimpulan dan Saran

Pada bab kesimpulan dan saran melakukan pengambilan kesimpulan dari hasil analisis penelitian yang dilakukan dan memberikan saran kepada pihak yang terkait dengan penelitian.