



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**ANALISA POWER INDUKTOR BENTUK E DENGAN  
KAWAT ENAMEL PADA *BOOST CONVERTER***

**SKRIPSI**

**DODY ERVANT KURNIAWAN**

**0906602572**

**FAKULTAS TEKNIK**

**PROGRAM SARJANA**

**DEPOK**

**JANUARI 2012**



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**ANALISA POWER INDUKTOR BENTUK E DENGAN  
KAWAT ENAMEL PADA *BOOST CONVERTER***

**SKRIPSI**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik**

**DODY ERVANT KURNIAWAN**

**0906602572**

**FAKULTAS TEKNIK**

**PROGRAM SARJANA**

**DEPOK**

**JANUARI 2012**

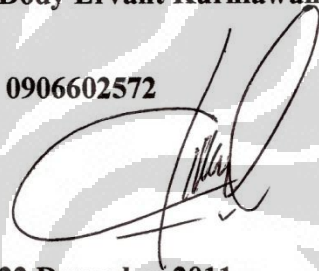
## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri,  
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk  
telah saya nyatakan dengan benar**

**Nama : Dody Ervant Kurniawan**

**NPM : 0906602572**

**Tanda Tangan :**



**Tanggal : 22 Desember 2011**

## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :

Nama : Dody Ervant Kurniawan

NPM : 0906602572

Program Studi : Teknik Elektro

Judul Skripsi : Analisa Power Induktor Bentuk E dengan Kawat Enamel pada  
*Boost Converter*

Telah berhasil dipertahankan dihadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.

### DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Dr. Ir. Feri Yusivar M.Eng

(.....)

Penguji : Dr. Abdul Halim M.Eng

(.....)

Penguji : Dr. Ir. Agus Santoso Tamsir MT

(.....)

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 16 Januari 2012

## KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Allah SWT, karena atas berkat dan karunia-Nya, saya dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Jurusan Teknik Elektro pada Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Feri Yusivar, M.Eng selaku pembimbing seminar saya yang telah mendukung, memberikan bimbingan, saran, kritik, dan materi pembelajaran kepada saya selama mengerjakan skripsi ini.
2. Kedua Orang Tua saya dan kakak-kakak saya yang tercinta yang selalu memberikan nasihat, dan dukungan selama proses penyusunan seminar ini.
3. Universitas Indonesia Fakultas Teknik khususnya Lab Kendali & RTMC yang telah kami pergunakan selama pembuatan seminar ini,
4. Kepada partner skripsi saya Dhika Pradana, Fahmi Umrella dan Aditya Iskandar memberi ide dalam penyusunan seminar.
5. Kepada seluruh kawan-kawan dekat saya selama berada di Program Ekstensi Elektro 2009 – 9ers.

Skripsi yang saya susun ini tentunya tidak terlepas dari kekurangan. Oleh karena itu, saya mohon maaf apabila ada kekurangan dalam penyusunan seminar ini. Akhir kata, saya berharap Allah SWT berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Depok, Desember 2011

Dody Ervant K.

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI**  
**SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

---

---

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Dody Ervant Kurniawan

NPM : 090660572

Program Studi : Teknik Elektro

Departemen : Teknik Elektro

Fakultas : Teknik

Jenis Karya : Skripsi

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non-exclusive Royalty Free Right) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

**ANALISIS POWER INDUKTOR TIPE E DENGAN KAWAT ENAMEL PADA BOOST CONVERTER**

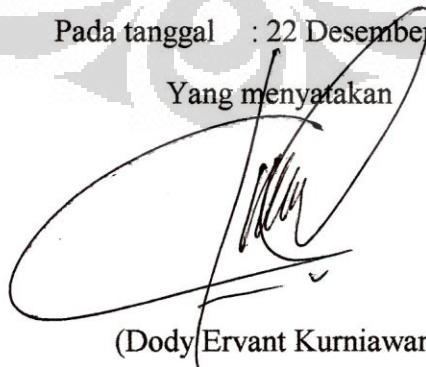
beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan skripsi saya tanpa meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok

Pada tanggal : 22 Desember 2011

Yang menyatakan



(Dody Ervant Kurniawan)

## ABSTRAK

Nama : Dody Ervant Kurniawan  
Jurusan : Teknik Elektro Program Ekstensi  
Judul : Analisis Power Induktor Tipe E Dengan Kawat Enamel Pada *Boost Converter*

Energi dari tenaga surya merupakan salah satu sumber energi alternatif, dengan efisiensi yang masih rendah. Salah satu komponen penting pada sistem pembangkit tenaga surya adalah konverter, berfungsi untuk menaikkan tegangan. Salah satu komponen penting pada konverter penaik tegangan, *boost converter*, adalah induktor. Penelitian ini membahas pembuatan induktor dengan inti ferit jenis E yang ada di pasaran dengan kawat enamel, dan mengujinya pada *boost converter*, untuk melihat karakteristik, serta efisiensi dan tegangan maksimum yang dapat dicapai. Uji coba dilakukan dengan mengubah parameter tegangan, jumlah lilitan, dan frekuensi. Dengan hasil, tegangan keluaran mencapai 232V, dan efisiensi sebesar 97,52% dengan beban lampu 5W/220-240V.

Kata Kunci : Induktor, *boost converter*, inti ferit tipe E

## ABSTRACT

Name : Dody Ervant Kurniawan  
Major : Electrical Engineering Program  
Title : Analysis of E-Shaped Power Inductors with Enamel Wire in Boost Converter

The solar power is one of alternative energy source, yet with low efficiency. One of solar power plant's important component is converter, serves to raise the voltage. Its one of the important component is inductor. This research discussed the making of E-type power inductor using ferrite core available on market, with enamel wire, and see the characteristics on boost converter, as well as the efficiency and maximum voltage obtained. Tests were performed by doing iterations on voltage, winding amount, and frequency, with the results of output voltage reaches 232V, and efficiency of 97.52% with a lamp (5W/220-240V ) as load.

Keyword: *Inductor, boost converter, ferrite core E type*



## DAFTAR ISI

<b>JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS</b> .....	ii
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	iii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	iv
<b>LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH</b> .....	v
<b>ABSTRAK</b> .....	vi
<b>ABSTRACT</b> .....	vii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	viii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	x
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xi
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang Masalah .....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah .....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Metoda Pengumpulan Data.....	4
1.6 Sistematika Penulisan .....	4
<b>BAB II LANDASAN TEORI</b>	
2.1 <i>Boost Converter</i> .....	5
2.2 Prinsip Kerja Rangkaian <i>Boost converter</i> .....	5
2.2.1 Mode Kontinyu .....	6
2.2.2 Mode Diskontinyu .....	7
2.3 Induktor.....	7
2.3.1 Definisi .....	7
2.3.2 Macam-Macam Induktor Menurut Bahan Pembuat Intinya... ..	8
2.3.3 Fungsi Induktor .....	10
2.3.4 Konstruksi Induktor .....	10
2.3.5 Jenis dan Karakteristik Induktor Berdasarkan Bentuknya ....	11
2.3 Kawat Konduktor.....	17

### **BAB III PERANCANGAN DAN CARA KERJA SISTEM**

3.1 Deskripsi Rangkaian .....	19
3.2 Perancangan Rangkaian .....	20
3.2.1 Rangkaian <i>Rectifier</i> .....	20
3.2.2 Rangkaian <i>Driver</i> .....	21
3.2.3 Rangkaian <i>Boost Converter</i> .....	22
3.3 Perancangan Induktor .....	23

### **BAB IV HASIL DAN ANALISA RANCANGAN**

4.1 Pengukuran Induktor.....	27
4.2 Skema Rangkaian dan Pengukuran.....	28
4.3 Analisa Efisiensi Total Terhadap Perubahan Parameter Rangkaian	30
4.4 Analisa Hasil Pengukuran Rangkaian.....	39
4.4.1 Perbandingan Perubahan Tegangan Terhadap Jumlah Lilitan ( $f = 10 \text{ kHz}$ ) .....	40
4.4.2 Perbandingan Perubahan Tegangan Terhadap Jumlah Lilitan ( $f = 15 \text{ kHz}$ ) .....	42
4.4.3 Perbandingan Perubahan Tegangan Pada Kedua Jenis Ferit Terhadap Jumlah Lilitan ( $f = 10\text{kHz}$ ) .....	44
4.4.4 Perbandingan Perubahan Tegangan Pada Kedua Jenis Ferit Terhadap Jumlah Lilitan ( $f=15\text{kHz}$ ) .....	46
4.4.5 Perbandingan Perubahan Frekuensi Terhadap Jumlah Lilitan ( $V_{in} = 50\text{V}$ ) .....	49
4.4.6 Perbandingan Perubahan Frekuensi Terhadap Jumlah Lilitan ( $V_{in} = 25\text{V}$ ) .....	51
4.4.7 Perbandingan Perubahan Jumlah Lilitan Terhadap Frekuensi pada Variasi Jumlah Ferit ( $V_{in} = 50 \text{ V}$ ) .....	52
4.4.8 Perbandingan Perubahan Jumlah Lilitan Terhadap Frekuensi pada Variasi Jumlah Ferit ( $V_{in} = 25 \text{ V}$ ) .....	54

### **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1 Kesimpulan .....	56
5.2 Saran .....	57

<b>DAFTAR REFERENSI</b> .....	58
-------------------------------	----

## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1	Hasil Pengukuran Induktor dengan Ferit Tipe E.....	27
Tabel 4.2	Hasil Pengukuran dan Analisa Perbandingan Jenis Mode Kerja Induktor (3ferit).....	32
Tabel 4.3	Hasil Pengukuran dan Analisa Perbandingan Jenis Mode Kerja Induktor (1ferit).....	37
Tabel 4.4	Perbandingan Perubahan Tegangan Terhadap Jumlah Lilitan ( $f = 10 \text{ kHz}$ ).....	40
Tabel 4.5	Perbandingan Perubahan Tegangan Terhadap Jumlah Lilitan ( $f = 15 \text{ kHz}$ ).....	42
Tabel 4.6	Perbandingan Perubahan Tegangan Pada Kedua Jenis Ferit Terhadap Jumlah Lilitan ( $f = 10\text{kHz}$ ).....	44
Tabel 4.7	Perbandingan Perubahan Tegangan Pada Kedua Jenis Ferit Terhadap Jumlah Lilitan ( $f=15\text{kHz}$ ).....	47
Tabel 4.8	Perbandingan Perubahan Frekuensi Terhadap Jumlah Lilitan ( $V_{in} = 50\text{V}$ ).....	49
Tabel 4.9	Perbandingan Perubahan Frekuensi Terhadap Jumlah Lilitan ( $V_{in} =$ $25\text{V}$ ).....	51
Tabel 4.10	Perbandingan Perubahan Jumlah Lilitan Terhadap Frekuensi pada Variasi Jumlah Ferit ( $V_{in} = 50 \text{ V}$ ).....	53
Tabel 4.11	Perbandingan Perubahan Jumlah Lilitan Terhadap Frekuensi pada Variasi Jumlah Ferit ( $V_{in} = 25 \text{ V}$ ).....	55

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	<i>Boost Converter</i> .....	5
Gambar 2.2	Rangkaian dasar <i>Boost Converter</i> .....	6
Gambar 2.3	Mode Kontinyu .....	6
Gambar 2.4	Mode Diskontinyu .....	7
Gambar 2.5	Induktor dengan Inti Udara .....	8
Gambar 2.6	Induktor dengan Inti Besi .....	9
Gambar 2.7	Induktor dengan Inti Ferit .....	9
Gambar 2.8	Inti Ferit Tipe Pot <i>Core</i> .....	11
Gambar 2.9	Toroid .....	12
Gambar 2.10	Inti Ferit Tipe E .....	13
Gambar 2.11	Inti Ferit Tipe ER .....	14
Gambar 2.12	Bentuk Inti Ferit Tipe U .....	15
Gambar 2.13	Inti Ferit Tipe I .....	15
Gambar 2.14	Inti Ferit Tipe EFD .....	16
Gambar 2.15	Bentuk Inti Ferit Tipe ETD .....	17
Gambar 3.1	Blok Diagram Sistem .....	19
Gambar 3.2	Gambar Rangkaian Rectifier .....	20
Gambar 3.3	Rangkaian Driver .....	21
Gambar 3.4	Rangkaian <i>Boost Converter</i> .....	22
Gambar 3.5	Inti Ferit Jenis ETD .....	23
Gambar 3.6	Dimensi Inti Ferit ETD yang Digunakan .....	24
Gambar 3.7	Bentuk Lilitan Kawat Enamel pada Induktor dengan 1 Inti Ferit .....	25
Gambar 3.8	Bentuk Lilitan Kawat Enamel pada Induktor dengan 3 Inti Ferit .....	26
Gambar 3.9	Induktor Dengan 3 Pasang Inti Ferit Tipe ETD .....	27
Gambar 4.1	Bagan Pengukuran Rangkaian .....	28
Gambar 4.2	Skema Pengujian Rangkaian .....	29
Gambar 4.3	Rangkaian pada Induktor .....	30
Gambar 4.4	Perbandingan Perubahan Tegangan Terhadap Jumlah Lilitan ( $f = 10 \text{ kHz}$ ) .....	41

Gambar 4.5	Perbandingan Perubahan Tegangan Terhadap Jumlah Lilitan ( $f = 15 \text{ kHz}$ ).....	43
Gambar 4.6	Perbandingan Perubahan Tegangan Pada Kedua Jenis Ferit Terhadap Jumlah Lilitan ( $f = 10\text{kHz}$ ) .....	44
Gambar 4.7	Perbandingan Perubahan Tegangan Pada Kedua Jenis Ferit Terhadap Jumlah Lilitan ( $f=15\text{kHz}$ ) .....	47
Gambar 4.8	Perbandingan Perubahan Frekuensi Terhadap Jumlah Lilitan ( $V_{in} = 50\text{V}$ ).....	50
Gambar 4.9	Perbandingan Perubahan Frekuensi Terhadap Jumlah Lilitan ( $V_{in} = 25\text{V}$ ).....	52
Gambar 4.10	Perbandingan Perubahan Jumlah Lilitan Terhadap Frekuensi pada Variasi Jumlah Ferit ( $V_{in} = 50 \text{ V}$ ).....	54
Gambar 4.11	Perbandingan Perubahan Jumlah Lilitan Terhadap Frekuensi pada Variasi Jumlah Ferit ( $V_{in} = 25 \text{ V}$ ).....	56

## BAB 1

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang Masalah

Sumber energi yang terbarukan semakin menjadi isu yang utama akhir-akhir ini, dengan semakin meningkatnya tingkat pemanasan global, dan semakin menipisnya cadangan persediaan sumber energi dari minyak dan gas. Karenanya semakin tinggi kebutuhan untuk pengadaan energi alternatif yang efisien dan rendah polusi. Energi yang terbarukan merupakan energi yang berasal dari sumber-sumber alam, misalnya sinar matahari, angin, hujan dan panasbumi, yang dapat terbarukan.

Energi yang berasal dari tenaga surya merupakan salah satu sumber energi alternatif yang sudah lama digunakan, dan termasuk energi terbarukan ketiga tertua setelah PLTA (Pembangkit Listrik Tenaga Air) dan PLTP (Pembangkit Listrik Tenaga Panasbumi). Dibanyak tempat, sel surya digunakan sebagai sumber energi cadangan mendampingi sumber PLN. Tetapi untuk tempat-tempat yang kecil kemungkinannya menggunakan sumber dari PLN, sel surya dapat menjadi sumber energi yang utama seperti penggunaan pada satelit ruang angkasa, rambu-rambu lepas pantai, penerangan di pulau-pulau terpencil dan lain-lain.

Sebagai salah satu ukuran performansi sel surya adalah efisiensi. Namun pada kenyataannya, efisiensi dari sel surya yang ada saat ini masih rendah. Salah satu komponen yang penting yang mempengaruhi efisiensi dalam suatu sistem sel surya adalah konverter. Konverter yang dibicarakan disini adalah *boost converter*. Salah satu komponen yang penting dalam boost converter sendiri adalah induktor.

Pada penelitian ini akan dibahas mengenai pembuatan induktor dengan inti ferit jenis E (ETD) dengan menggunakan konduktor berupa kawat enamel. Dari melakukan iterasi pada perubahan beberapa parameter, diharapkan dapat mengetahui dan menganalisa karakteristik dari induktor dengan jenis inti berbentuk E ini. Selain itu, penelitian ini juga diharapkan dapat membantu bagi

para pembaca atau mahasiswa yang akan membuat tugas akhir yang berkaitan tentang desain power inductor pada *boost converter*.

## 1.2 Rumusan Masalah

Mengacu pada hal diatas, rumusan masalah yang di tetapkan penulis adalah sebagai berikut:

- Bagaimana cara pembuatan inductor tipe E (ETD – *Economical Transformer Design*) dengan kawat enamel untuk *boost converter* menggunakan inti ferit yang ada di pasaran ?
- Bagaimana prinsip kerja dan karakteristik inductor tipe E dengan kawat enamel pada inductor dengan 1 pasang ferit dan 3 pasang ferit?
- Bagaimana kinerja boost converter dengan inductor tipe E dengan kawat enamel pada inductor dengan 1 pasang ferit dan 3 pasang ferit?

## 1.3 Batasan Masalah

Pada penelitian ini, penulis menetapkan batasan masalah sebagai berikut :

- Pembuatan inductor dengan menggunakan inti ferit tipe E (dibuat dalam 2 jenis – inductor dengan 3 pasang ferit dan 1 pasang ferit),
- Konduktor yang digunakan sebagai lilitan pada inductor adalah kawat enamel dengan diameter 0,8mm,
- Beban yang digunakan adalah lampu, dengan spesifikasi 5W/220V-240V,

- Jumlah percobaan dibatasi pada variasi jumlah lilitan 225, 175, 160, 110 (pada induktor 3 pasang ferit), 250 serta 150 (pada induktor dengan 1 pasang ferit),
- Besar variasi tegangan dibatasi pada tegangan 10V, 15V, 25V, 50V, 60V, 70V, dan 85V
- Frekuensi masukan CMOS ada pada *range* sebesar 1kHz, 2,5kHz, 5kHz, 10kHz, 15kHz, dan 20kHz.
- Analisa data dibatasi pada induktor dengan mode kerja kontinyu,
- Variabel bebas disini adalah besar frekuensi ( $f$ ), tegangan masukan ( $V_{in}$ ), jumlah lilitan ( $N$ ), dan Variabel terikatnya adalah tegangan keluaran ( $V_{out}$ ), arus masuk ( $I_{in}$ ), dan arus keluar ( $I_{out}$ )
- Pengukuran data dibatasi hingga IGBT mencapai suhu 42°C.

#### 1.4 Tujuan Penelitian

Penulisan skripsi ini bertujuan untuk:

- Memiliki gambaran disain praktis untuk perancangan induktor pada *boost converter* dengan menggunakan inti ferit tipe E yang ada di pasaran dan juga kawat enamel sebagai konduktornya.
- Mengetahui karakteristik induktor tipe E pada induktor dengan 1 pasang ferit dan 3 pasang ferit dengan menggunakan kawat enamel sebagai konduktor
- Mengetahui efisiensi dan tegangan maksimum yang dapat dihasilkan dengan cara mengubah2 jumlah lilitan dan melakukan perbandingan dengan kombinasi jumlah inti ferit yang digunakan



### 1.5 Metoda Pengumpulan Data

Dalam penyelesaian masalah dalam kasus ini penulis menggunakan metode sebagai berikut :

- Studi iterasi, yaitu melakukan pengumpulan data dari hasil percobaan,
- Studi pustaka, yaitu melakukan pengumpulan studi literatur dari buku-buku, jurnal dan internet,
- Studi analisis, yaitu melakukan analisa dari teori dan hasil pengamatan.

### 1.6 Sistematika Penulisan

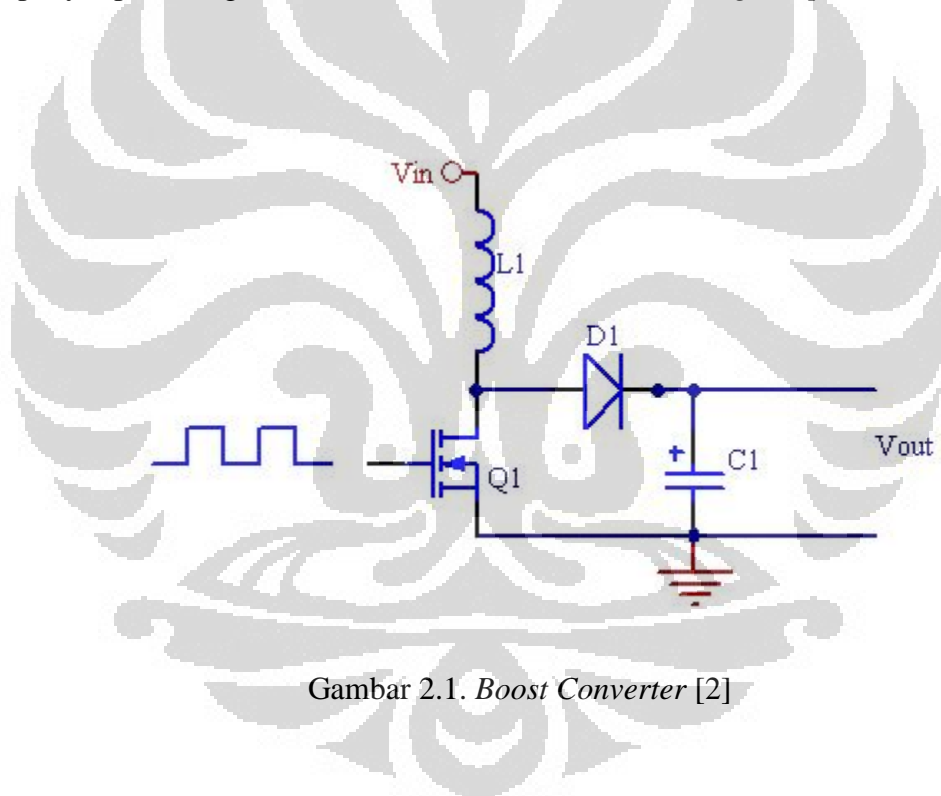
Bab I, Pendahuluan. Bab ini menjelaskan latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penulisan, cara memperoleh data dan sistematika penulisan. Bab II, Landasan Teori. Bab ini membahas tentang landasan teori yang membahas mengenai dasar boost converter dan teori mengenai induktor. Bab III, Perancangan Sistem. Bab ini membahas tentang metoda perancangan dan pembuatan induktor tipe E. Bab IV Hasil dan Analisa. Bab ini membahas mengenai iterasi rancangan induktor sehingga diperoleh karakteristik yang diinginkan. Bab V, Kesimpulan. Bab ini membahas kesimpulan dari pembahasan di Bab IV, disertai dengan saran.

## BAB 2

### LANDASAN TEORI

#### 2.1 Boost Converter

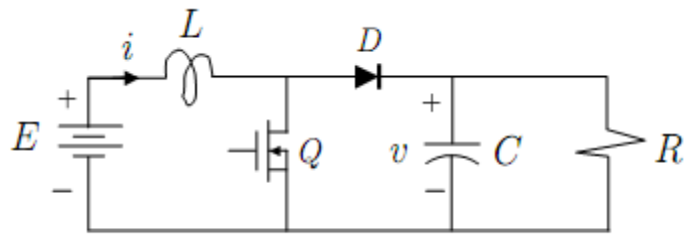
*Boost Converter* merupakan salah satu jenis *DC-to-DC-Converter*, dimana ia akan mengubah tegangan masuk DC menjadi tegangan keluaran DC dengan nilai yang lebih besar. *Boost Converter* merupakan suatu konverter yang memiliki tingkat efisiensi relatif tinggi. Gambar 2.1 dibawah ini dapat dilihat komponen suatu *boost converter*, dimana induktor sebagai penyimpan energi diletakkan sebelum masuk ke *switching component*.



Gambar 2.1. *Boost Converter* [2]

#### 2.2 Prinsip Kerja Rangkaian *Boost Converter*

*Boost converter* merupakan *DC-to-DC Converter* yang menghasilkan tegangan yang lebih besar bila dibandingkan dengan masukannya. Komponen utama dari rangkaian ini adalah Induktor (L), Dioda (D), kapasitor (C) dan Saklar (Q) dengan tegangan masukan (E) dan beban (R) pada tegangan keluaran. Secara praktis, saklar (Q) biasanya dapat pula berupa MOSFET atau IGBT [1]. Gambar 2.2 berikut ini merupakan gambar rangkaian dasar dari suatu *boost converter* yang terdiri dari induktro, dioda, kapasitor, dan *switching component*.



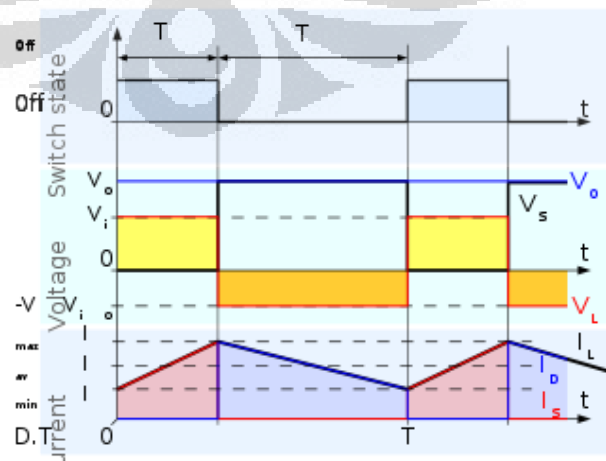
Gambar 2.2. Rangkaian Dasar Boost Converter [4]

Cara kerja *boost converter* sendiri yaitu pada saat MOSFET / saklar dalam kondisi 'ON', tegangan pada induktor akan sama besarnya dengan tegangan masukan, dan arus yang naik secara linear (melalui induktor) akan menyimpan energi pada induktor. Pada saat MOSFET berubah kedalam kondisi 'OFF', proses penyimpanan energi ini akan berhenti, dan tegangan pada induktor akan berbalik arah. Tegangan keluaran yang didapat akan berasal dari jumlah tegangan input dan tegangan pada induktor, dan arus induktor yang berkurang akan dipaksa untuk mengalir menuju keluaran melalui diode [3].

Pada induktor dalam *boost converter*, terdapat 2 jenis mode kerja induktor berdasarkan operasi kerja arusnya, yaitu : Mode Kontinyu dan Mode Diskontinyu

### 2.2.1 Mode Kontinyu.

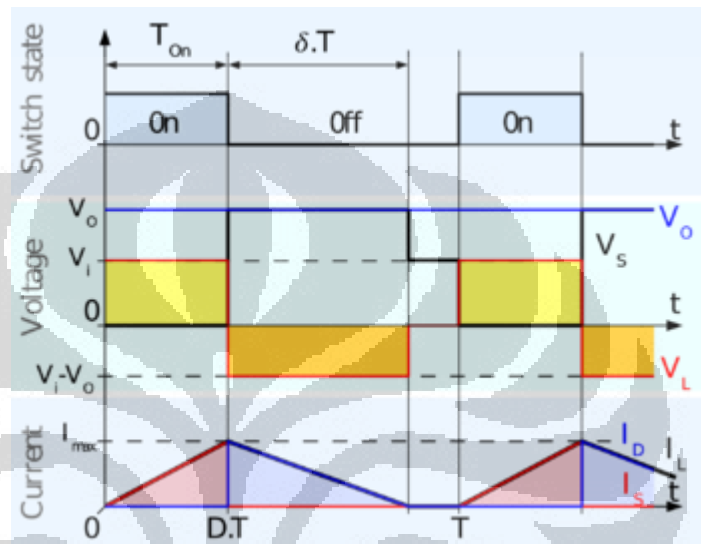
Pada *boost converter* dengan mode kontinyu, dalam satu siklus proses switching dan pengisian induktor, sebelum arus mencapai nilai '0' nilainya akan naik kembali. Hal tersebut dapat terlihat pada Gambar 2.3 berikut ini.



Gambar 2.3 Mode Kontinyu[4]

## 2.2.2 Mode Diskontinyu

Salah satu mode kerja induktor yang lain adalah Mode Diskontinyu. Pada mode ini, dalam satu siklus pengisian induktor, arus akan mencapai titik '0' terlebih dahulu selama beberapa saat, sebelum siklus baru dimulai. Hal itu dapat dilihat pada Gambar 2.4 berikut ini.



Gambar 2.4 *Mode Diskontinyu* [4]

## 2.3 Induktor

### 2.3.1 Definisi

Sebuah induktor atau reaktor adalah sebuah komponen elektronika pasif yang dapat menyimpan energi pada medan magnet yang ditimbulkan oleh arus listrik. Kemampuan induktor untuk menyimpan energi magnet ditentukan oleh induktansinya, dalam satuan Henry. Biasanya sebuah induktor adalah sebuah kawat penghantar yang dibentuk menjadi kumparan. Bentuk ini dapat membentuk kawat konduktif yang lurus menjadi bentuk kumparan (berupa lilitan-lilitan kawat). Bentuk ini dapat menghasilkan medan magnet yang lebih kuat dari pada medan magnet yang dihasilkan oleh kawat yang lurus. Beberapa induktor dibentuk hanya berupa belitan kawat saja, tetapi ada juga induktor yang dibentuk dari kawat yang dibelitkan pada suatu bahan padat. Bahan padat ini disebut dengan inti dari induktor. Terkadang, inti dari induktor ini berbentuk lurus, dan terkadang pula berbentuk melingkar atau berbentuk persegi

panjang sehingga fluks magnetik dapat dilingkupi secara maksimum. Pilihan disain ini memberikan efek terhadap karakteristik dan kemampuan dari induktor [5].

### 2.3.2 Macam-Macam Induktor Menurut Bahan Pembuat Intinya

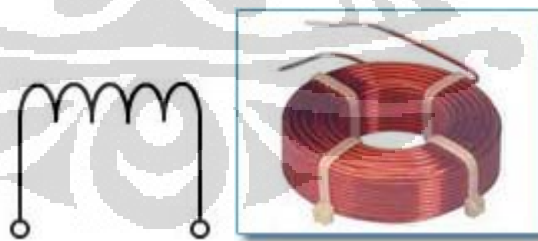
Macam-macam induktor menurut bahan pembuat intinya dapat dibagi 4 yaitu:

#### 1. Induktor dengan inti udara (*air core*)

Sesuai dengan namanya, pada induktor jenis ini, tidak digunakan inti magnet apapun [6], seperti terlihat pada Gambar 2.5 dibawah. Air Core Inductor ini juga dapat ditafsirkan sebagai jenis induktor yang tidak menggunakan inti yang berbahan magnetik; sehingga kumparan yang dililitkan pada plastik, ataupun materi non-magnetik lainnya dapat dikategorikan jenis ini [7].

Karena ketiadaan inti besi, induktor jenis ini akan sangat kecil nilai distorsi magnetiknya, nilai induktansinya sangat kecil, sehingga untuk mencapai nilai induktansi yang besar, diperlukan kumparan yang sangat besar [6].

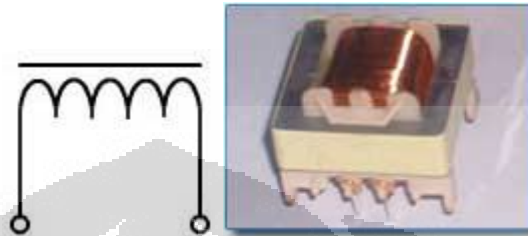
Kelemahan dari induktor jenis ini adalah, karena ketiadaan inti yang solid, maka tidak ada yang menopang kumparan dengan kuat, sehingga seringkali muncul efek yang disebut dengan '*microphony*', yaitu getaran mekanis pada kumparan yang dapat mengakibatkan nilai induktansi kurang stabil.



Gambar 2.5. Induktor dengan Inti Udara [8]

## 2. Induktor dengan inti besi

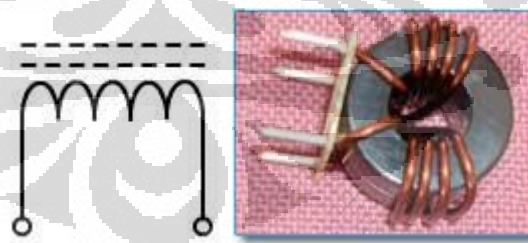
Induktor dengan inti besi, seperti terlihat pada Gambar 2.6, merupakan jenis induktor yang seringkali kita lihat di pasaran. Induktor jenis ini memiliki nilai induktansi yang tinggi, karena nilai permeabilitasnya yang tinggi [7].



Gambar 2.6. *Induktor dengan Inti Besi* [8]

## 3. Induktor dengan Inti Ferit

Pada induktor yang nilai induktansinya bernilai tinggi, biasanya digunakan inti dengan menggunakan inti ferit. Namun disisi lain, nilai induktansinya tidak sebesar induktor dengan inti besi. Terdapat berbagai jenis material ferit berdasarkan aplikasinya [6]. Pada Gambar 2.7 dibawah ini, inti ferit yang digunakan adalah jenis toroid.



Gambar 2.7. *Induktor dengan Inti Ferit* [8]

### 2.3.3 Fungsi Induktor

Fungsi Induktor adalah sebagai berikut:

1. Penyimpan arus listrik dalam bentuk medan magnet
2. Meneruskan/meloloskan arus searah/dc
3. Sebagai penapis (*filter*).
4. Sebagai penalaan (*tuning*) [8].

### 2.3.4 Kontruksi Induktor

Sebuah induktor biasanya dikonstruksi sebagai sebuah lilitan dari bahan penghantar, biasanya kawat tembaga, digulung pada inti magnet berupa udara atau bahan feromagnetik. Bahan inti yang mempunyai permeabilitas magnet yang lebih tinggi dari udara meningkatkan medan magnet dan menjaganya tetap dekat pada induktor, sehingga meningkatkan induktansi induktor. Induktor frekuensi rendah dibuat dengan menggunakan baja laminasi untuk menekan arus eddy. Ferit lunak biasanya digunakan sebagai inti pada induktor frekuensi tinggi, dikarenakan ferit tidak menyebabkan kerugian daya pada frekuensi tinggi seperti pada inti besi. Ini dikarenakan ferit mempunyai lengkung histeresis yang sempit dan resistivitasnya yang tinggi mencegah arus eddy. Induktor dibuat dengan berbagai bentuk. Sebagian besar dikonstruksi dengan menggulung kawat tembaga email disekitar bahan inti dengan kaki-kaki kawat terlukts keluar. Beberapa jenis menutup penuh gulungan kawat didalam material inti, dinamakan induktor terselubungi. Beberapa induktor mempunyai inti yang dapat diubah letaknya, yang memungkinkan perubahan induktansi. Induktor yang digunakan untuk menahan frekuensi sangat tinggi biasanya dibuat dengan melilitkan tabung atau manik-manik ferit pada kabel transmisi.

Induktor kecil dapat dicetak langsung pada papan rangkaian cetak dengan membuat jalur tembaga berbentuk spiral. Beberapa induktor dapat dibentuk pada rangkaian terintegrasi menahan menggunakan inti planar. Tetapi bentuknya yang kecil membatasi induktansi. Dan girator dapat menjadi pilihan alternative [9].

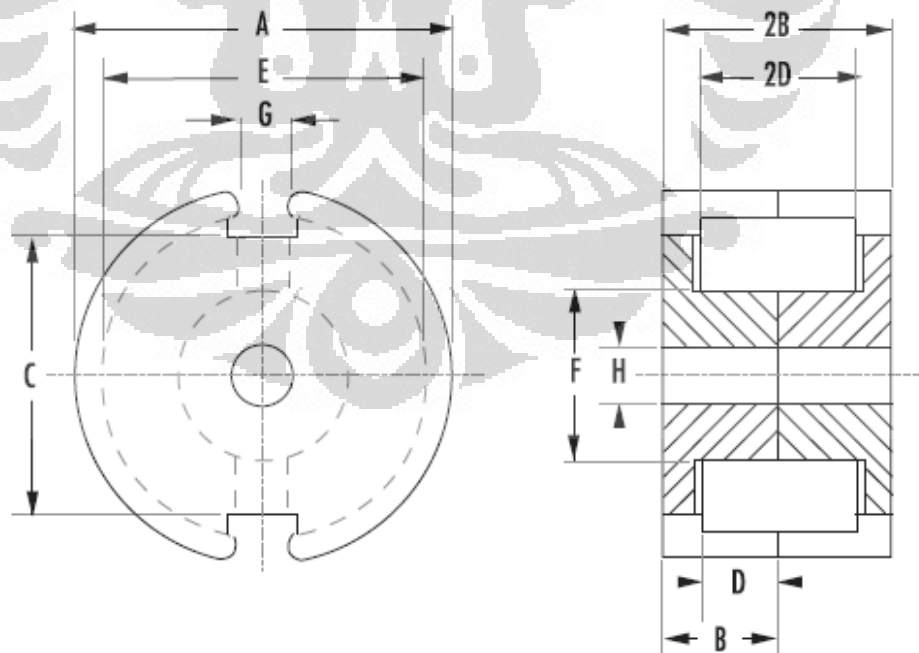
### 2.3.5 Jenis dan Karakteristik Induktor Berdasarkan Bentuknya

#### 1. Pot Core

Inti Ferit jenis ini, sesuai namanya memiliki bentuk menyerupai pot, seperti yang terlihat pada Gambar 2.8. Inti ferit jenis ini sangat sesuai untuk beberapa aplikasi tertentu. Jenis ini juga memiliki nilai Q yang baik dan nilai induktansi yang stabil terhadap suhu. Pada saat di-*assembly*, ia akan nyari tertutup oleh bobbin-nya sendiri. Bentuk inilah yang mengakibatkan kumparan akan terlindung dari medan magnet liar yang ada disekitar inti ferit, maupun mengganggu lingkungan sekitarnya.

Karakteristik : Rugi-rugi yang rendah, dengan nilai permeabilitas yang tinggi serta nilai saturasi yang tinggi. Nilai Q yang cukup, dengan tingkat kestabilan yang baik bahkan pada suhu yang tinggi dan pada beban berlebih.

Aplikasi :Trafo Pita Lebar, Trafo Pita Sempit, Trafo Konverter / Inverter, pada *Pot Core* tanpa *gap*, dapat digunakan juga untuk trafo daya, induktor pada bidang telekomunikasi, *differential inductor*

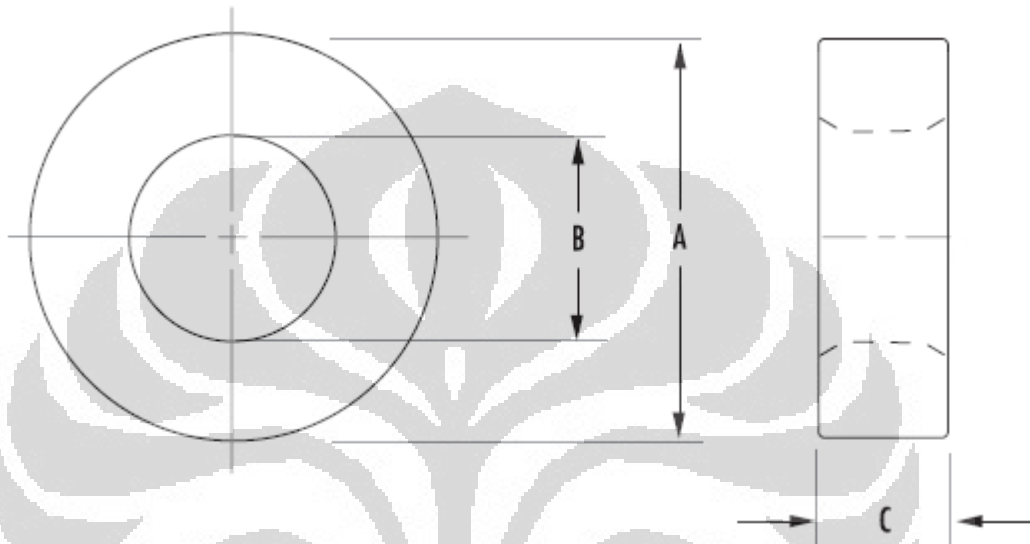


Gambar 2.8 Inti Ferit Tipe Pot Core [10]



## 2. Toroid

Bentuk ferit seperti pada Gambar 2.9 berikut ini adalah Toroid. Toroid biasanya memiliki tingkat efisiensi magnet yang tinggi, dengan tidak adanya air-gap, dan bentuk penampang melintangnya simetris. Beberapa jenis toroid cocok untuk digunakan pada transformator dengan nilai frekuensi yang besar.



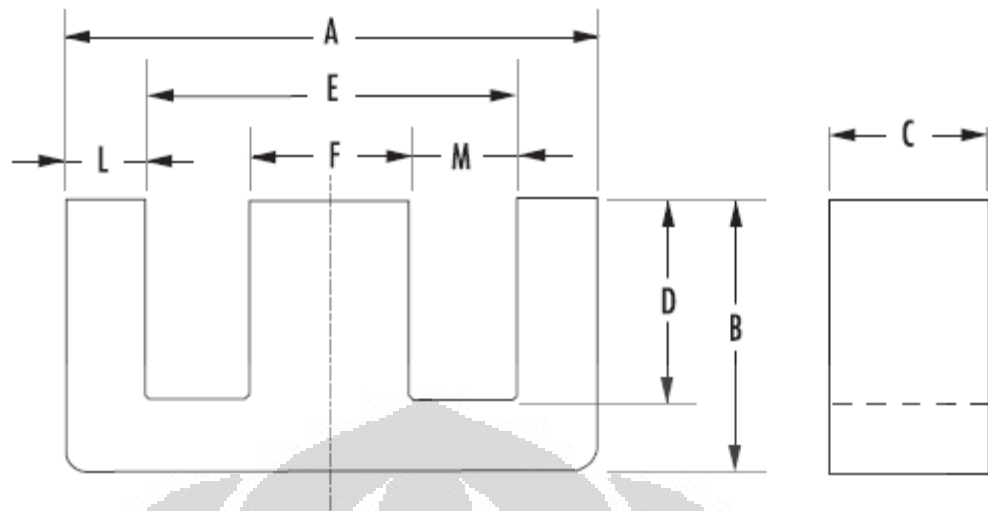
Gambar 2.9 Toroid[10]

Karakteristik : Nilai permeabilitas yang sangat tinggi, Rugi-rugi yang rendah dengan nilai saturasi yang tinggi, frekuensi respon yang baik

Aplikasi :Induktor / Transformator secara umum, Trafo Konverter / Inverter, Filter untuk Noise, Transformator pembangkit pulsa

## 3. Bentuk E

Inti ferit jenis ini biasanya memiliki harga yang relatif lebih murah bila dibandingkan dengan *Pot Core*, dan memiliki keuntungan akan keberadaan bobbin untuk kumparan. Namun, *Core* jenis ini biasanya tidak memiliki tingkat kekebalan tertentu. *Core* ini juga dapat diletakkan pada berbagai posisi yang berbeda. Bentuknya sendiri dapat dilihat pada Gambar 2.10 berikut ini.



Gambar 2.10 *Inti Ferit Tipe E*[10]

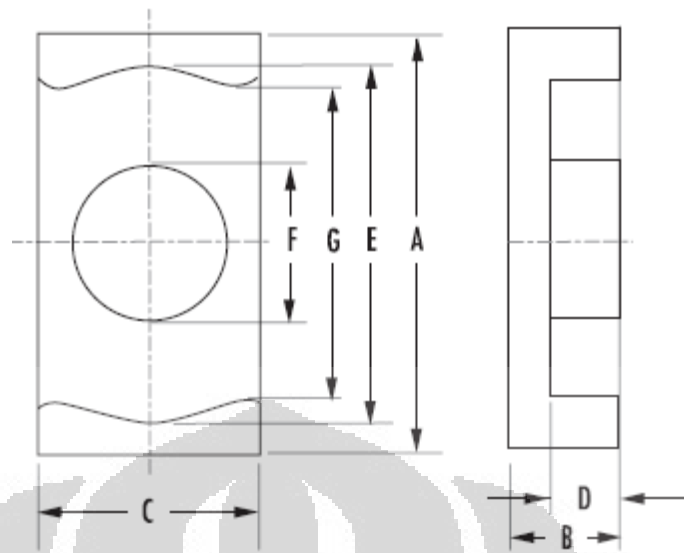
**Karakteristik :** Rugi-rugi yang rendah, dengan nilai permeabilitas yang tinggi serta nilai saturasi yang tinggi. Stabil pada suhu yang tinggi, dan terhadap beban berlebih, rugi-rugi yang rendah pada nilai flux yang tinggi. Baik pada beban berlebih.

**Aplikasi :** Trafo Pita Lebar, Trafo Konverter / Inverter, *Differential Inductor* , trafo daya , induktor pada bidang telekomunikasi

#### 4. Bentuk ER

Seperti terlihat pada Gambar 2.11, bentuk ini merupakan suatu persilangan antara desain inti E dan *Pot Core*. Bentuk lingkaran pada bagian tengah pada inti jenis ini mengakibatkan nilai resistansi kumparan yang kecil. Selain itu, juga terdapat ruangan yang lebih luas untuk digunakan sebagai tempat kumparan, bila dibandingkan dengan bentuk E konvensional yang bagian tengahnya berbentuk kotak. Bila dibandingkan dengan inti non-planar lainnya, inti jenis ini memiliki berat yang ringan dan tahanan terhadap panas yang lebih baik.

**Aplikasi :** *Differential Inductor* , trafo daya



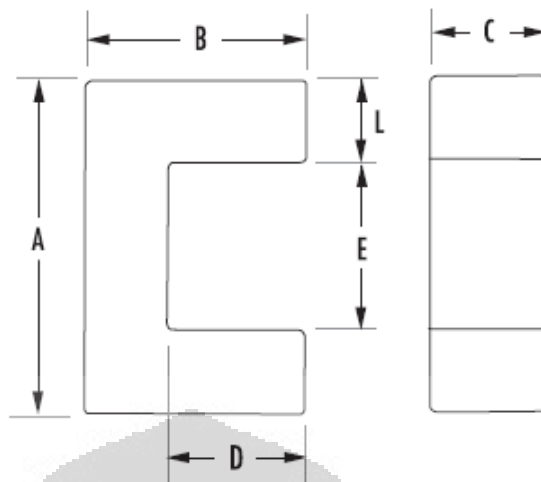
Gambar 2.11 Inti Ferit Tipe ER[10]

#### 5. Bentuk U

Sesuai namanya, Inti Ferit jenis ini memiliki bentuk seperti huruf U, seperti terlihat pada Gambar 2.12. Tipe jenis ini ideal untuk operasi kerja pada area kumparan yang sempit kebutuhan khusus. Bagian kaki yang panjang dari inti ferit tipe U memungkinkan tingkat kebocoran induktansi yang rendah dan memberikan insulasi tegangan yang sangat baik.

Karakteristik : Rugi-rugi yang rendah terutama pada tingkat kerapatan fluks yang tinggi dan suhu yang tinggi, serta memiliki nilai permeabilitas dan saturasi yang tinggi.

Aplikasi :Trafo Pita Lebar, trafo pada inverter dan konverter, transformator daya.



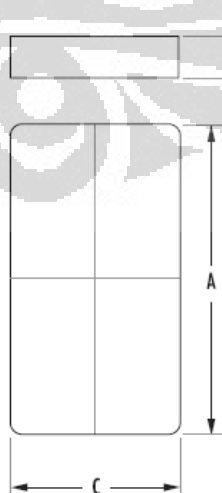
Gambar 2.12 *Bentuk Inti Ferit Tipe U*[10]

#### 6. Bentuk I

Inti Ferit ini memiliki bentuk yang sederhana, seperti magnet batang dengan bentuk kotak, seperti nampak pada Gambar 2.13 berikut ini.

Karakteristik : Rugi-rugi yang rendah terutama pada tingkat kerapatan fluk yang tinggi dan suhu yang tinggi pula, serta memiliki nilai permeabilitas yang tinggi.

Aplikasi :Trafo Pita Lebar, trafo pada konverter dan inverter, transformator daya

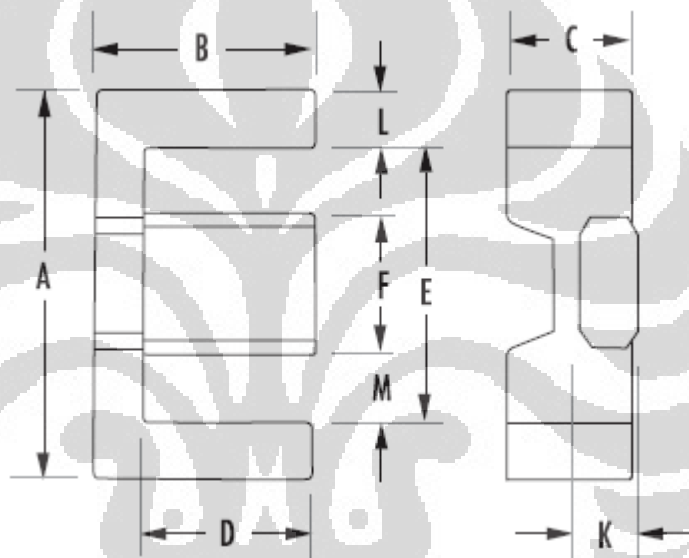


Gambar 2.13 *Inti Ferit Tipe I*[10]

## 7. Bentuk EFD

Inti jenis ini memungkinkan penggunaan area kumparan secara maksimum, baik untuk desain transformer atau induktor. Bagian penampang melintangnya yang telah dioptimasi secara desain, sangatlah ideal untuk aplikasi trafo yang membutuhkan bentuk yang rata dan *compact*. Bentuk EFD sendiri dapat dilihat bentuknya pada Gambar 2.14 berikut ini.

Aplikasi : Trafo dengan bentuk yang *compact*, dan beragam aplikasi induktor [10].



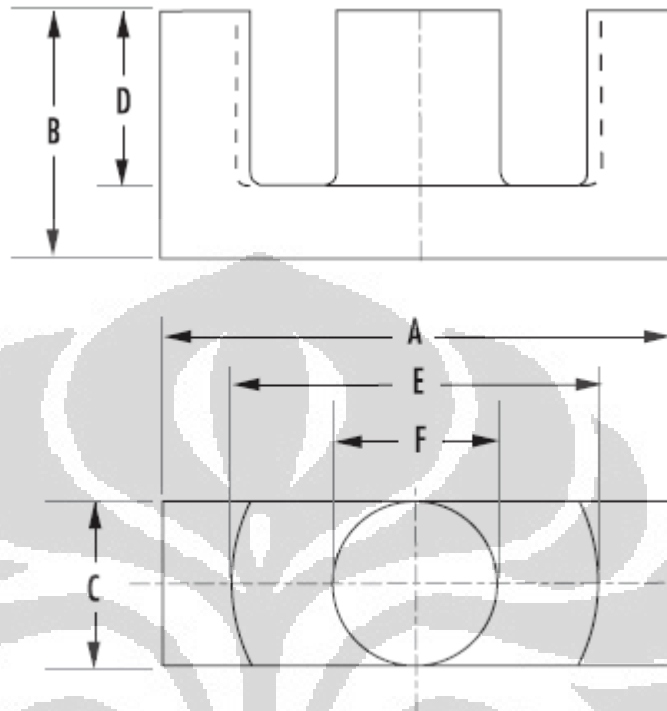
Gambar 2.14 Inti Ferit Tipe EFD[10]

## 8. Bentuk ETD

Inti jenis ini merupakan jenis inti ferit yang paling ekonomis untuk trafo dan induktor, sehingga dapat ditemui di pasaran. Bagian tengah ETD seperti yang terlihat pada Gambar 2.15 berikut ini, berbentuk bundar mengakibatkan resistansi kumparan yang minimum, juga beberapa dimensinya telah di optimasi secara desain untuk efisiensi trafo daya [11].

Karakteristik : Rugi-rugi yang rendah, dengan nilai permeabilitas yang tinggi, nilai Q yang cukup, respon frekuensi yang cukup baik.

Aplikasi :Trafo Pita Lebar, Trafo pita sempit, induktor untuk dunia telekomunikasi, trafo daya, differential inductors



Gambar 2.15 Bentuk Inti Ferit Tipe ETD [10]

## 2.4 Kawat Konduktor

Pada umumnya konduktor yang digunakan untuk membuat suatu kumparan adalah jenis kawat ber-enamel, atau kawat magnetik, atau secara umum dikenal dengan kawat email. Kawat enamel adalah suatu kabel/kawat yang dilapisi oleh lapisan tipis isolator. Biasanya digunakan pada aplikasi kumparan motor listrik, speaker, induktor ataupun trafo.

Bahan dari inti kawat ini adalah aluminium atau tembaga, yang dilapisi oleh lapisan tipis yang terbuat dari polyurethane, polyamide, atau polyester – resin yang disebut dengan enamel. Untuk aluminium sendiri memiliki struktur yang lebih ringan bila dibandingkan dengan tembaga, namun memiliki hambatan yang lebih besar [12].

Biasanya, kawat-kawat jenis ini mampu bekerja pada suhu yang tinggi, bahkan kawat yang memiliki standar spesifikasi seperti BS4520 dan NEMA MW dapat bertahan hingga 200°C dalam waktu yang lama.

Terdapat 2 jenis kawat ber-enamel. Yaitu :

1) **Kawat enamel konvensional.** Biasanya berwarna coklat gelap. Pada diameter yang kecil, proses stripping kawat ini biasanya dengan menggunakan amplas, walaupun cara ini relatif lambat dalam pengerjaannya. Prosesnya sendiri dapat dipercepat dengan membakar bagian kawat yang ingin dikelupas menggunakan semburan api-gas, hal ini akan meninggalkan bekas hitam pada bagian yang terbakar, namun akan lebih mudah untuk meng-amplas-nya. Pada diameter yang lebih besar, yang paling adalah dengan menggunakan pisau / *cutter*.

2) **Kawat enamel ber-flux.** Biasanya berwarna pink atau coklat muda. Caranya cukup dengan mencelupkan ujung kawat tersebut kedalam *solder pot* selama beberapa detik. Enamel dari kawat akan segera mencair, dan hasilnya setelah diangkat kawat tersebut akan sudah ter-solder dibagian ujung.

Enamel pada kawat ini juga dapat dihilangkan dengan menggunakan solder yang mampu mencapai suhu sekitar 400°C [13].

Kawat enamel juga diklasifikasikan berdasarkan diameter (menggunakan AWG atau SWG), luas penampang, ketahanan suhunya, atau kekuatan isolatornya. Pembagian kawat enamel berdasar tegangannya, diklasifikasikan dari perbedaan ketebalan isolatornya, yaitu : Tingkat 1, Tingkat 2, dan Tingkat 3. Semakin tinggi tingkatannya, semakin tebal pula isolator pada kawat tersebut [12].

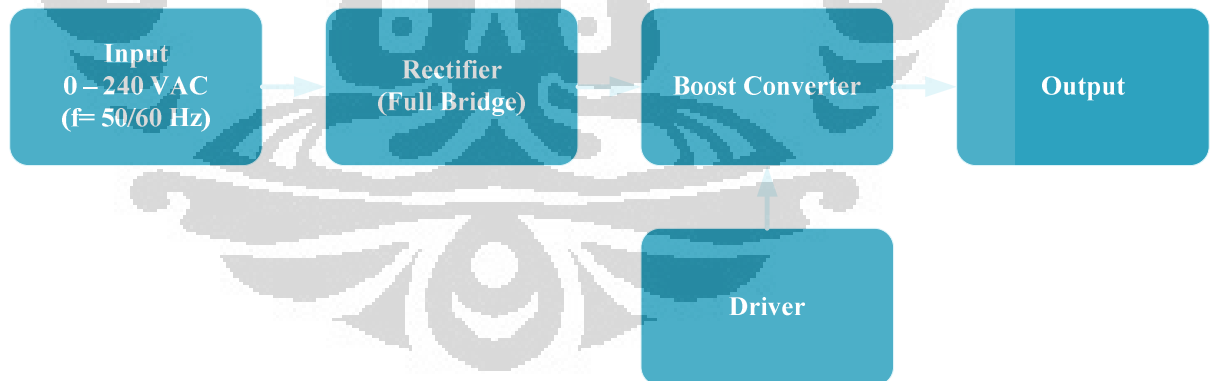
## BAB 3

### PERANCANGAN SISTEM

#### 3.1 Deskripsi Rangkaian

Rangkaian yang dirancang merupakan rangkaian yang digunakan pada suatu sistem solar cell yang berfungsi untuk menjaga agar tegangan yang dihasilkan pada bagian output selalu stabil, karena pada solar cell selalu terdapat kondisi dimana tegangan input menurun akibat turunnya intensitas cahaya matahari.

Pada rangkaian yang dirancang ini, sebagai simulasi, digunakan tegangan dari PLN yang dilewatkan melalui *variac*, sehingga tegangan input pada rangkaian dapat disimulasikan bervariasi besarnya. Seperti nampak pada blok diagram sistem pada Gambar 3.1 berikut ini, setelah melalui rangkaian *full-bridge Rectifier*, tegangan DC menjadi input bagi *boost converter*. Dengan pengendali optocoupler dan *inverting CMOS* dengan frekuensi kerja yang tinggi, pengendali dapat menghasilkan tegangan keluaran yang baik. Selain itu juga dilakukan pengaturan pada induktor yang digunakan.

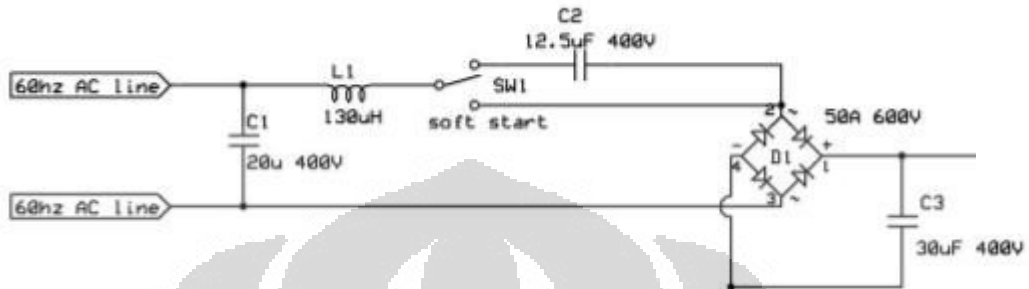


Gambar 3.1. Blok Diagram Sistem



## 3.2 Perancangan Rangkaian

### 3.2.1 Rangkaian *Rectifier*



Gambar 3.2. *Gambar Rangkaian Rectifier* [14]

Gambar diatas merupakan Gambar Rangkaian *Rectifier* atau rangkaian penyearah. Rangkaian pada Gambar 3.2 ini menyearahkan tegangan masukan yang berasal dari sumber AC. Keluaran tegangan ini menjadi masukan bagi rangkaian *boost converter*, Penyearahan tegangan disini dilakukan oleh *full-wave bridge*. Induktor pada rangkaian ini dibuat dengan menggunakan inti ferit berbentuk solenoid yang dililiti oleh kawat dengan email berdiameter 0.7 mm.

Komponen yang digunakan di rangkaian ini adalah sebagai berikut :

Kapasitor : C1 – 20 $\mu$ F/400V

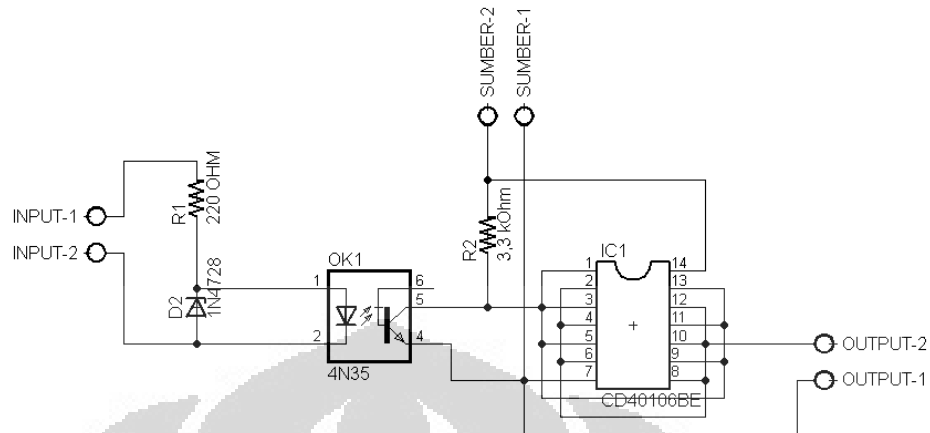
C2 – 12.5 $\mu$ F/400V

C3 – 30 $\mu$ F/400V

Induktor : L1 – 130 $\mu$ H

Full-Bridge : 50A/600V

### 3.2.2 Rangkaian *Driver*



Gambar 3.3. Rangkaian *Driver*

Rangkaian pada Gambar 3.3 diatas ini merupakan rangkaian pengendali *clock* yang diberikan pada rangkaian *boost converter* (IGBT). *Clock* ini digunakan saat proses *switching* IGBT. Rangkaian *driver* ini menggunakan 2 buah komponen utama, yaitu optocoupler dan *Inverting CMOS*. Jenis *Inverting CMOS* yang digunakan adalah tipe *Schmitt Trigger Inverting CMOS*.

Optocoupler mendapat masukan dari *Function Generator*, dengan gelombang masukan berupa gelombang kotak (*clock*). Sementara CMOS memerlukan tegangan kerja pada  $V_{CC}$  sebesar 15VDC. Pada *Inverting CMOS* sendiri, rangkaian didalamnya di buat paralel, yaitu kaki (1),(3),(5),(9),(11),(13) yang berfungsi sebagai input dan kaki-kaki yang berfungsi sebagai keluaran (2),(4),(6),(8),(10),(12) digabungkan.

Berikut ini adalah komponen yang digunakan pada rangkaian *driver* :

Resistor : R1 – 220 $\Omega$

R2 – 3.3k $\Omega$

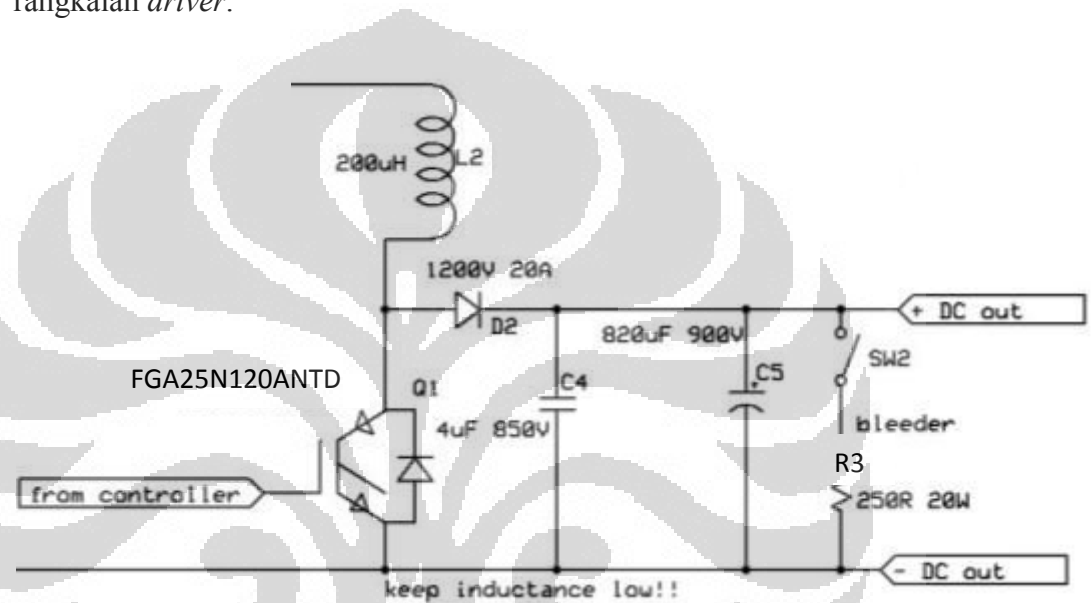
Dioda : Dioda 1N4782

Optocoupler : Optocoupler 4N35

CMOS IC : Scmitt Trigger *Inverting CMOS* 40106B

### 3.2.3 Rangkaian *Boost converter*

Rangkaian ini seperti telah disebutkan di bab sebelumnya, berfungsi untuk menaikkan tegangan (*step-up*). Rangkaian ini mendapat masukan berupa tegangan DC yang berasal dari rangkaian *Rectifier*. Selain itu, IGBT dalam rangkaian ini juga mendapat masukan *clock* dari rangkaian *driver*.



Gambar 3.4 Rangkaian *Boost Converter* [14]

Dalam perancangan rangkaian yang terlihat pada Gambar 3.4 diatas ini, lebih dititikberatkan pada pembuatan induktor (L2) yang optimum untuk kinerja rangkaian ini secara keseluruhan. Sementara tipe induktor yang digunakan, menggunakan inti ferit berbentuk E. Sementara untuk kapasitor C5, tidak ditemukan kapasitor yang sesuai dengan spesifikasi yang diperlukan ( $820\mu\text{F}/900\text{V}$ ), sehingga dibuat konfigurasi kapasitor yang terdiri dari 4 buah kapasitor  $820\mu\text{F}/400\text{V}$  yang di rangkai secara seri-paralel, sehingga menghasilkan spesifikasi yang mendekati kebutuhan. Dibagian akhir dari rangkaian ini terdapat *switch* yang digunakan untuk membuang muatan pada kapasitor.

Komponen yang digunakan pada rangkaian ini adalah sebagai berikut :

Kapasitor : C4 - 4 $\mu$ F/850V

C5 – 4 buah kapasitor 820 $\mu$ F/400V

Induktor : Inti Ferit tipe E dengan kawat enamel

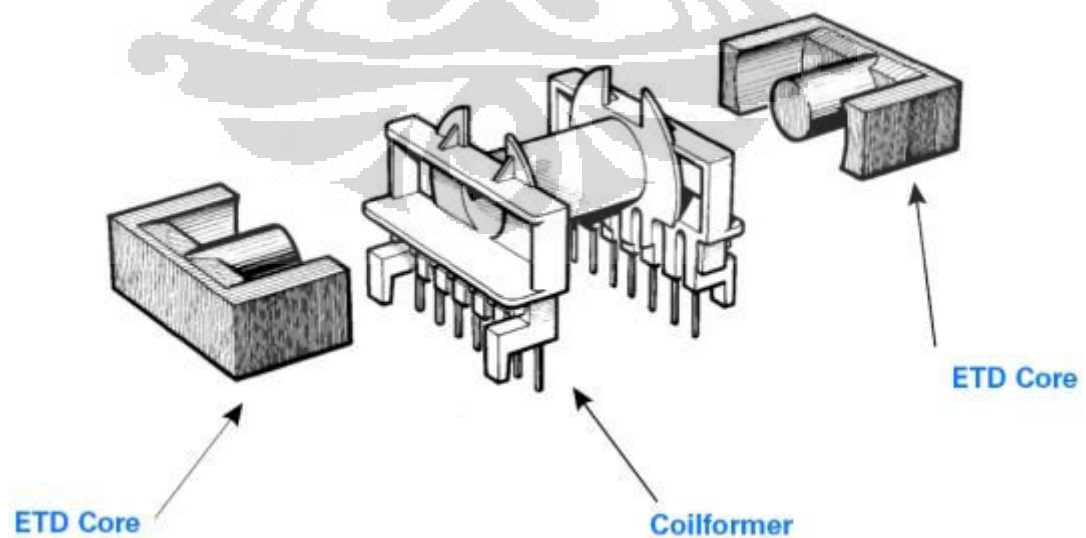
Resistor : R3 – 250 $\Omega$

Diode : 1200 V, 20A

IGBT : FGA25N120ANTD

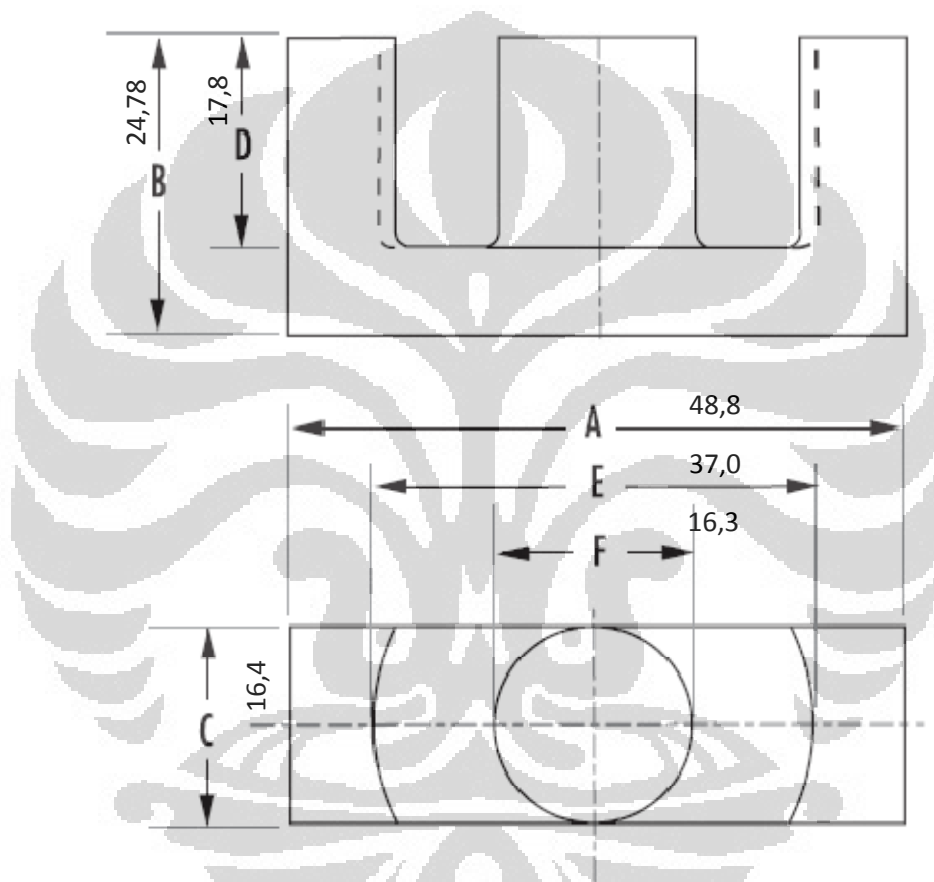
### 3.3 Perancangan Induktor

Sesuai dengan tujuan penelitian ini , yaitu untuk mencari gambaran mengenai desain praktis untuk merancang induktor dengan menggunakan inti ferit yang ada di pasaran, maka dilakukan pemilihan beberapa jenis Inti ferit. Pemilihan akhirnya jatuh pada inti ferit tipe E jenis ETD (Economical Transformer Design) seperti terlihat pada Gambar 3.5 dibawah ini. Inti Ferit jenis ini dikembangkan terutama untuk digunakan pada transformator / induktor pada Power Transformer dengan Switched Mode Power Supplies.



Gambar 3.5 Inti Ferit Jenis ETD [11]

Setelah ditentukan jenis Ferit yang akan dipilih, lalu ditentukan ukuran inti ferit yang akan digunakan. Akhirnya ditetapkan inti ferit yang digunakan adalah yang paling besar digunakan, dengan pertimbangan bahwa semakin besar ukuran inti ferit, maka akan semakin kuat ia terhadap arus, yg diasumsikan besarnya Arus yang melewati inti ferit akan sangat besar, sehingga dipilihlah besar inti ferit berukuran 49 (ETD49). Seperti dapat dilihat pada Gambar 3.6 dibawah ini, angka 49 pada nama ETD49 sendiri mengacu pada dimensi dari bagian 'A'.



Gambar 3.6 Dimensi Inti Ferit ETD yang Digunakan [10]

Setelah memilih inti ferit, langkah selanjutnya adalah memilih jenis konduktor yang akan dijadikan kumparan pada induktor. Pilihan kemudian jatuh pada kawat enamel.

Pemilihan kawat enamel sebagai konduktor pengisi induktor dikarenakan karakteristik kawat tersebut yang relatif fleksibel dan tidak menghabiskan banyak ruang (karena isolatornya hanya berupa lapisan enamel yang tipis), bila

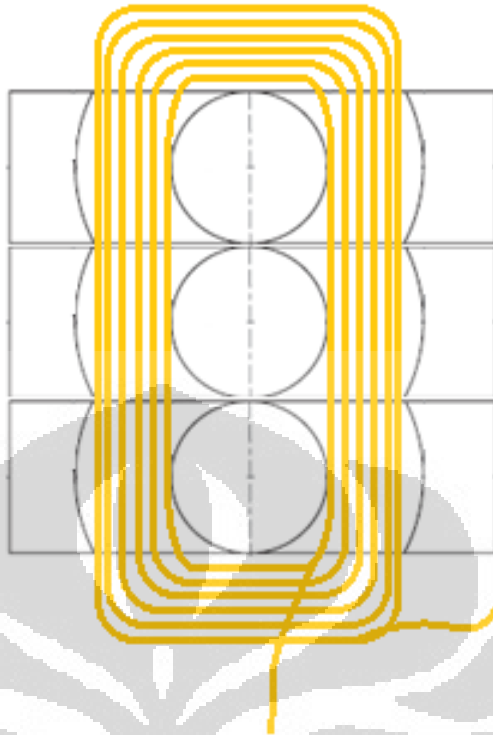
dibandingkan dengan kabel biasa. Selain itu, kawat jenis ini mampu bekerja pada suhu yang tinggi, sehingga cocok untuk digunakan pada desain *power inductor* seperti ini. Perlu diperhatikan bahwa kawat enamel yang digunakan harus memiliki tingkat elastisitas yang baik. Hal ini dikarenakan konstruksi Inti Ferit E yang relatif sulit untuk melakukan pelilitan bila dibandingkan dengan inti ferit jenis Toroid, maupun Solenoid. Kawat yang digunakan berdiameter 0,8mm.

Pembuatan induktor dengan menggunakan Inti Ferit tipe E ini dirancang dalam 2 model, yaitu induktor dengan menggunakan 1 pasang Inti Ferit dan induktor dengan menggunakan 3 pasang Inti Ferit. Hal ini dimaksudkan untuk melihat perbandingan performansi dan karakteristik dari kedua buah model induktor ini.



Gambar 3.7 *Bentuk Lilitan Kawat Enamel pada Induktor dengan 1 Inti Ferit*

Gambar diatas adalah gambar dari bentuk lilitan kawat enamel pada Inti Ferit, bila dilihat dari atas. Gambar 3.7 menunjukkan konstruksi lilitan kawat enamel pada Induktor dengan 1 Inti Ferit, sementara pada Gambar 3.8 berikut ini adalah gambar dari kosntruksi lilitan kawat enamel pada Induktor dengan 3 Inti Ferit.



Gambar 3.8 *Bentuk Lilitan Kawat Enamel pada Induktor dengan 3 Inti Ferit*

Gambar 3.9 dibawah ini merupakan gambaran setelah kawat enamel digulung, pada induktor dengan menggunakan 3 pasang inti ferit E.



Gambar 3.9 *Induktor Dengan 3 Pasang Inti Ferit Tipe ETD*

## BAB 4

### HASIL DAN ANALISA

#### 4.1 Pengukuran Induktor

Dari hasil pengukuran dengan menggunakan LCR meter, didapatkan besar nilai induktansi induktor. Pada Tabel 4.1 berikut ini, dapat dilihat hasil pengukuran yang telah dilakukan, pada induktor dengan 1 pasang inti ferit, maupun dengan 3 pasang inti ferit.

Tabel 4.1 Hasil Pengukuran Induktor dengan Ferit Tipe E

Induktor – 1 pasang inti ferit		Induktor – 3 pasang inti ferit	
N (lilit)	Induktansi (mH)	N (lilit)	Induktansi (mH)
150	41,1	110	25,6
250	104,9	160	53,1
		175	60,2
		225	95,2

Besar nilai suatu induktor dapat dihitung berdasarkan persamaan (4.1) berikut ini [9].

$$L = \frac{\mu \mu_0 N^2 A_e}{l_e} \quad (4.1)$$

Dari rumus di atas dapat dilihat bahwa besar induktansi suatu induktor dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu permeabilitas inti ( $\mu$ ), jumlah lilitan ( $N$ ), luas penampang inti ( $A_e$ ), dan panjang inti yang dilalui oleh garis gaya magnet. Besar induktansi induktor akan berbanding lurus terhadap besar penampang inti dan juga jumlah lilitan pada induktor tersebut, serta akan berbanding terbalik besarnya dengan panjang kawat – artinya semakin bagian inti yang dilalui oleh garis gaya magnet, nilai induktansinya akan semakin kecil.



Misalnya dapat dilihat pada contoh berikut ini :

Pertama-tama karena permeabilitas bahan tidak diketahui (karena induktor yang diambil berasal dari induktor dari pasaran yang tidak diketahui spesifikasinya) maka nilai inilah yang pertama kali dicari. Perhitungan nilai permeabilitas bahan dilakukan dengan menggunakan persamaan (4.1), sehingga didapatkan nilai  $\mu=7,13$ .

Selanjutnya diambil contoh pada  $N = 160$  untuk melihat nilai induktansinya.

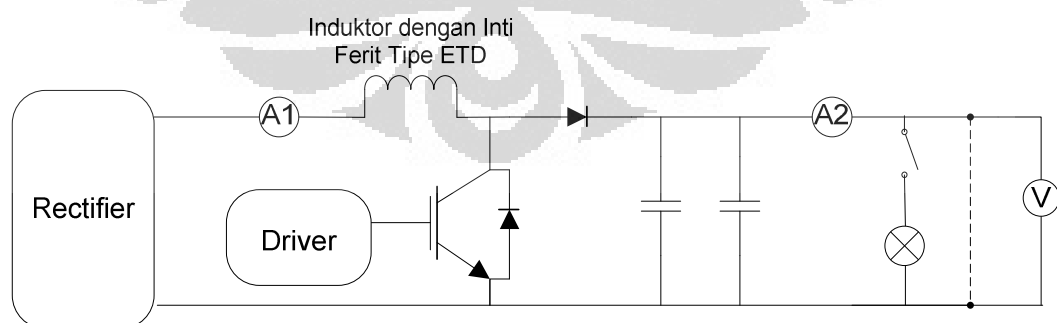
$$L = \frac{4 \cdot 7,13 (160^2 \cdot 3,14 \cdot 749,06)}{35,6}$$

$$L = 48,237 \text{ mH}$$

Hasil didapat tidak berbeda jauh dengan hasil pengukuran yang dilakukan, yaitu pada  $N = 160$ , besar pengukuran menunjukkan nilai induktansinya adalah sebesar 53,1 mH.

## 4.2 Skema Rangkaian dan Pengukuran

Pada Bab ini akan dibahas mengenai analisa dari berbagai percobaan yang dilakukan. Data pada bab ini didasarkan pada hasil pengukuran rangkaian yang nampak pada Gambar 4.1 berikut ini.

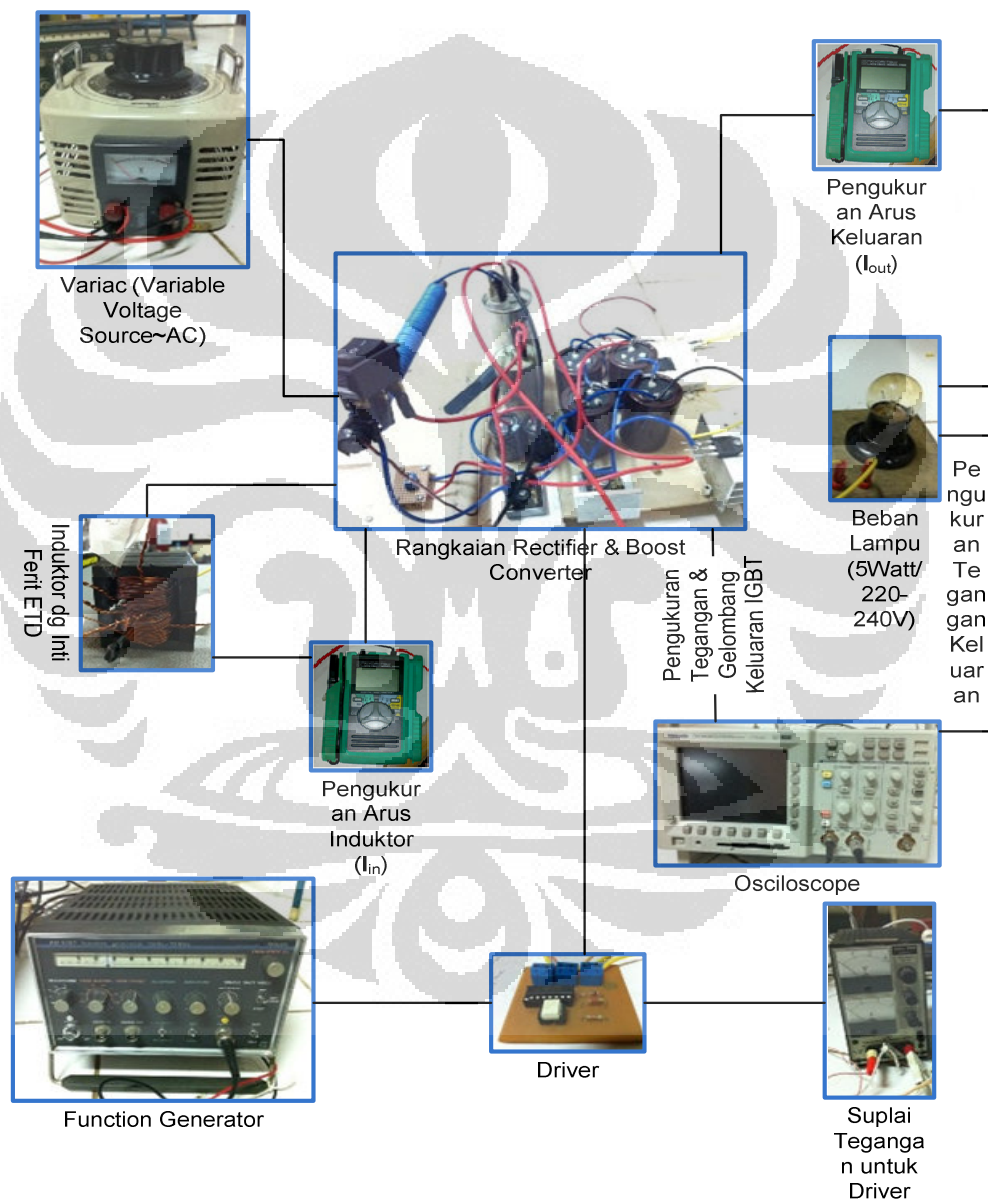


Gambar 4.1 *Bagan Pengukuran Rangkaian*

Bagian 'A1' merupakan pengukuran besar Arus masuk menuju induktor ( $I_{in}$ ), sementara 'A2' merupakan pengukuran besar arus pada bagian keluaran

rangkaian ( $I_{out}$ ), sementara ‘V’ merupakan bagian tempat mengukur besar tegangan keluaran ( $V_{out}$ ).

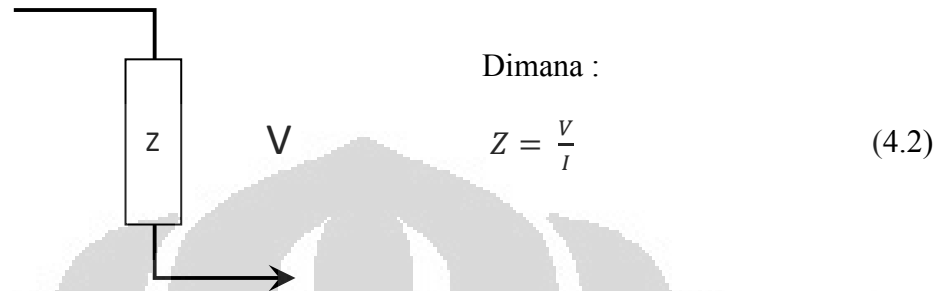
Gambar 4.2 berikut ini menggambarkan skema pengujian Induktor pada rangkaian *boost converter*. Untuk pengujian induktor, digunakan suplai tegangan masukan, dari *variac* yang besar tegangan masukannya bisa diubah-ubah. Beban yang digunakan adalah lampu dengan spesifikasi 5Watt/220-240V.



Gambar 4.2 Skema Pengujian Rangkaian

### 4.3 Analisa Efisiensi Total Terhadap Perubahan Parameter Rangkaian

Induktor memiliki nilai resistansi pada kumparan itu sendiri, karena kumparan tersebut terbuat dari bahan yang bersifat konduktif – metal. Resistansi didalam kumparan induktor dapat digambarkan pada Gambar (4.3) berikut ini :



Gambar 4.3 Rangkaian pada Induktor

Dapat dilihat dari persamaan (4.2) yang disebutkan pada perhitungan nilai induktansi diatas bahwa semakin besar nilai induktansi yang berbanding lurus dengan semakin banyaknya jumlahnya lilitan. Hal ini menimbulkan dampak lain, yaitu akan semakin besarnya nilai resistansi pada induktor itu sendiri.

Nilai Z pada induktor sebenarnya bukan terkontribusi oleh nilai resistansi pada konduktor saja, namun terdapat beberapa faktor lain yang dapat menyebabkan rugi-rugi pada induktor, seperti rugi-rugi inti (disini rugi-rugi inti tidak diperhatikan karena inti yang digunakan untuk seluruh pengujian sama), dan rugi-rugi *eddy current* (rugi-rugi ini juga tidak dibahas, karena besarnya rugi-rugi ini berbeda-beda bila digunakan lebih dari satu jenis konduktor yang bentuk/ukurannya berbeda).

Selanjutnya, besar efisiensi dari rangkaian ini diukur dari besar perbandingan daya masuk ( $P_{in}$ ) berbanding dengan besar daya keluar ( $P_{out}$ ), atau dengan persamaan (4.3) sebagai berikut :

$$\eta = \frac{P_{in}}{P_{out}} \quad (4.3)$$

Dimana besar daya merupakan hasil perkalian dari kuadrat besar arus dengan nilai resistansi seperti terlihat pada persamaan (4.4) berikut ini.

$$P = I^2 \cdot R \quad (4.4)$$

Oleh karena itulah, efisiensi yang paling baik ada pada lilitan yang paling sedikit jumlahnya, karena memiliki rugi-rugi yang lebih kecil.

Seperti telah dibahas pada bab sebelumnya, jenis induktor berdasarkan mode kerja arusnya dibagi menjadi 2, yaitu *Mode Kontinyu* dan *Mode Diskontinyu*.

Pada induktor, terdapat suatu kondisi yang disebut dengan kondisi kritis. Yang dimaksud dengan kondisi kritis adalah kondisi pada saat  $I_L = 0$ . Untuk melakukan perhitungan kondisi kritis tersebut digunakan persamaan (4.5) dan (4.6) berikut ini.

$$P = \frac{V_O^2}{R_L} \quad (4.5)$$

$$L_C = \frac{R_L D(1-D)^2}{2f} \quad (4.6)$$

Dimana  $f$  adalah frekuensi,  $D$  adalah *Duty Cycle*, dan  $R_L$  adalah tahanan beban,  $V_O$  dan  $V_i$  adalah tegangan output dan tegangan input. Jika  $L > L_C$ , maka konverter bekerja pada mode *Mode Kontinyu*. Jika  $L < L_C$  maka konverter bekerja pada mode *Mode Diskontinyu* [15].

Berikut ini perhitungan dan analisa dari hasil pengukuran induktor dibandingkan dengan formula diatas.

Misalnya pada  $N = 225$  lilitan ( $L = 90,2 \text{ mH}$ ),  $V_{in} = 85\text{V}$ ,  $V_{out} = 230\text{V}$  dengan  $I_{out} = 62,8\text{mA}$ ,  $f = 2,5\text{kHz}$  dan *Duty Cycle* = 50,20%. Berikut ini adalah analisa perbandingannya :

$$P_{out} = V_{out} \times I_{out} \quad (4.7)$$

$$P_{out} = 230 \times 0,0628 = 14,4 \text{ Watt}$$

Selanjutnya dari besar  $P_{out}$ , dapat dicari besar  $R_L$  dari persamaan (4.5).

$$P_{out} = \frac{V_O^2}{R_L}$$

Maka,

$$R_L = \frac{230^2}{14,4} = \frac{52900}{14,4}$$

$$R_L = 3662,42 \Omega$$

Lalu dimasukkan ke dalam persamaan (4.6),

$$L_C = \frac{R_L D(1-D)^2}{2f}$$

$$L_C = \frac{3662,42 \cdot 0,502(1-0,502)^2}{2 \cdot 2500}$$

$$L_C = 91,19 \text{ mH}$$

Karena  $L < L_C$ , maka induktor bekerja pada mode diskontinyu.

Dengan metode yang sama, seluruh data hasil pengukuran dan analisa perbandingannya nampak pada tabel 4.2 berikut ini :

- 3 Pasang Inti Ferit

Tabel 4.2 Hasil Pengukuran dan Analisa Perbandingan Jenis Mode Kerja Induktor (3ferit)

N (turns)	$V_i$ n	$V_{out}$	Freq (kHz)	DutyCyc le (+)	$I_{out}$ (mA)	$L_C$	L	Mode Arus Induktor
225	10	22,2	2,5	49,92%	14,64	37,97	90,2	Kontinyu
225	10	22	5	49,78%	14,45	19,11	90,2	Kontinyu
225	10	21,6	10	48,82%	14,38	9,60	90,2	Kontinyu
225	10	21,2	15	48,35%	13,12	6,95	90,2	Kontinyu
225	10	20	20	48%	12,95	5,01	90,2	Kontinyu

225	15	36	2,5	50,06%	19,19	46,84	90,2	Kontinyu
225	15	36	5	49,85%	18,99	23,77	90,2	Kontinyu
225	15	35	10	49,21%	18,74	11,85	90,2	Kontinyu
225	15	34	15	48,85%	18,06	8,02	90,2	Kontinyu
225	15	32	20	48,23%	17,46	5,92	90,2	Kontinyu
225	25	64	2,5	50,12%	27,56	57,92	90,2	Kontinyu
225	25	61	5	50,03%	26,97	28,26	90,2	Kontinyu
225	25	61	10	49,75%	26,87	14,26	90,2	Kontinyu
225	25	59	15	49,62%	26,22	9,45	90,2	Kontinyu
225	25	56	20	48,96%	24,99	7,15	90,2	Kontinyu
225	50	136	2,5	50,09%	44,51	76,25	90,2	Kontinyu
225	50	134	5	49,97%	44,02	38,07	90,2	Kontinyu
225	50	134	10	49,32%	43,62	19,46	90,2	Kontinyu
225	50	128	15	49,18%	42,68	12,70	90,2	Kontinyu
225	50	122	20	49,07%	40,7	9,54	90,2	Kontinyu
225	60	162	2,5	50,35%	49,87	80,64	90,2	Kontinyu
225	60	160	5	50,13%	49,43	40,36	90,2	Kontinyu
225	60	158	10	49,17%	49,24	20,38	90,2	Kontinyu
225	60	152	15	48,81%	47,87	13,54	90,2	Kontinyu
225	60	146	20	48,75%	46,39	10,07	90,2	Kontinyu
225	70	188	2,5	50,23%	55,15	84,83	90,2	Kontinyu
225	70	186	5	50,07%	54,6	42,52	90,2	Kontinyu
225	70	184	10	49,97%	54,53	21,10	90,2	Kontinyu
225	70	178	15	48,75%	53,1	14,31	90,2	Kontinyu
225	70	172	20	48,23%	51,1	10,88	90,2	Kontinyu
225	85	230	2,5	50,20%	62,8	91,19	90,2	Diskontinyu
225	85	228	5	50,05%	64,42	44,20	90,2	Kontinyu
225	85	226	10	49,81%	62,66	22,63	90,2	Kontinyu
225	85	220	15	48,98%	60,79	15,38	90,2	Kontinyu
225	85	208	20	48,37%	58,67	11,43	90,2	Kontinyu
175	10	26	1	49,92%	15,51	104,9	60,2	Diskontinyu

175	10	25	5	49,57%	14,51	21,72	60,2	Kontinyu
175	10	24	10	49,53%	14,21	10,65	60,2	Kontinyu
175	10	23	15	49,52%	14	6,95	60,2	Kontinyu
175	10	22	20	49,17%	13,46	5,19	60,2	Kontinyu
175	15	40	1	47,34%	20,46	128,3	60,2	Diskontinyu
175	15	39	5	48,54%	19,11	26,23	60,2	Kontinyu
175	15	37	10	47,71%	19,01	12,70	60,2	Kontinyu
175	15	36	15	47,02%	18,48	8,57	60,2	Kontinyu
175	15	35	20	48,21%	17,96	6,30	60,2	Kontinyu
175	25	68	1	49,88%	28,68	148,5	60,2	Diskontinyu
175	25	66	5	49,52%	27,98	29,77	60,2	Kontinyu
175	25	65	10	48,22%	27,72	15,16	60,2	Kontinyu
175	25	63	15	47,91%	27,02	10,10	60,2	Kontinyu
175	25	62	20	47,23%	26,5	7,69	60,2	Kontinyu
175	50	140	2,5	49,81%	44,86	78,32	60,2	Diskontinyu
175	50	136	5	48,42%	44,09	39,74	60,2	Kontinyu
175	50	136	10	48,14%	44,1	19,96	60,2	Kontinyu
175	50	134	15	47,83%	43,27	13,44	60,2	Kontinyu
175	50	130	20	47,17%	42,43	10,08	60,2	Kontinyu
175	60	170	2,5	49,70%	50,7	84,33	60,2	Diskontinyu
175	60	168	5	48,70%	50,5	42,64	60,2	Kontinyu
175	60	166	10	47,97%	49,93	21,59	60,2	Kontinyu
175	60	162	15	46,02%	49,31	14,68	60,2	Kontinyu
175	70	194	2,5	49,80%	55,67	87,47	60,2	Diskontinyu
175	70	192	5	49,42%	54,73	44,35	60,2	Kontinyu
175	70	190	10	48,02%	53,31	23,12	60,2	Kontinyu
175	70	188	15	47,81%	52,19	15,64	60,2	Kontinyu
175	85	240	2,5	49,96%	64,29	93,40	60,2	Diskontinyu
175	85	232	5	49,79%	62,9	46,30	60,2	Kontinyu
175	85	230	10	48,98%	62,54	23,44	60,2	Kontinyu
175	85	222	15	47,70%	60,8	15,88	60,2	Kontinyu

160	10	28	2,5	50,02%	15,01	46,62	53,1	Kontinyu
160	10	28	5	49,81%	14,64	24,00	53,1	Kontinyu
160	10	28	10	48,71%	14,36	12,49	53,1	Kontinyu
160	10	26	15	48,23%	13,9	8,06	53,1	Kontinyu
160	10	24	20	44,31%	12,92	6,38	53,1	Kontinyu
160	15	36,4	2,5	49,85%	19,49	46,83	53,1	Kontinyu
160	15	35,2	5	49,44%	19,14	23,24	53,1	Kontinyu
160	15	34,4	10	48,11%	19	11,73	53,1	Kontinyu
160	15	34	15	48,06%	18,73	7,85	53,1	Kontinyu
160	15	33	20	47,71%	18	5,98	53,1	Kontinyu
160	25	66	2,5	49,90%	28,15	58,73	53,1	Diskontinyu
160	25	64	5	49,79%	27,68	29,02	53,1	Kontinyu
160	25	64	10	48,31%	27,57	14,98	53,1	Kontinyu
160	25	63	15	47,72%	27,13	10,10	53,1	Kontinyu
160	25	60	20	46,62%	26,05	7,65	53,1	Kontinyu
160	50	142	2,5	49,91%	44,83	79,33	53,1	Diskontinyu
160	50	138	5	49,68%	44,01	39,44	53,1	Kontinyu
160	50	136	10	48,35%	44,01	19,93	53,1	Kontinyu
160	50	134	15	48,05%	43,45	13,33	53,1	Kontinyu
160	50	130	20	47,60%	42,12	10,08	53,1	Kontinyu
160	60	170	2,5	49,89%	50,54	84,28	53,1	Diskontinyu
160	60	166	5	49,72%	49,73	41,96	53,1	Kontinyu
160	60	164	10	48,33%	49,35	21,44	53,1	Kontinyu
160	60	162	15	48,28%	48,95	14,25	53,1	Kontinyu
160	60	154	20	46%	47,63	10,84	53,1	Kontinyu
160	70	200	2,5	49,63%	56,37	89,35	53,1	Diskontinyu
160	70	192	5	49%	55,24	44,30	53,1	Kontinyu
160	70	190	10	48,37%	54,83	22,34	53,1	Kontinyu
160	70	188	15	47,98%	54,26	15,00	53,1	Kontinyu
160	85	246	2,5	49,68%	64,91	95,35	53,1	Diskontinyu
160	85	232	5	49,32%	63,52	46,27	53,1	Kontinyu



160	85	234	10	48,09%	63,1	24,03	53,1	Kontinyu
160	85	230	15	48,02%	62,23	15,98	53,1	Kontinyu
110	10	23,2	2,5	50,92%	15,04	37,84	25,6	Diskontinyu
110	10	32,2	5	51,20%	14,36	27,34	25,6	Diskontinyu
110	10	20,8	10	51,08%	13,83	9,19	25,6	Kontinyu
110	10	18,6	15	52,12%	13,81	5,36	25,6	Kontinyu
110	10	17,2	25	53,12%	12,42	3,23	25,6	Kontinyu
110	15	39	2,5	50,17%	20,52	47,35	25,6	Diskontinyu
110	15	37	5	49,97%	19,56	23,66	25,6	Kontinyu
110	15	33	10	49,81%	18,59	11,14	25,6	Kontinyu
110	15	28	15	49,05%	17,73	6,70	25,6	Kontinyu
110	15	27,2	20	48,95%	16,81	5,16	25,6	Kontinyu
110	25	62	5	48,93%	27,42	28,86	25,6	Diskontinyu
110	25	59	10	47,92%	26,5	14,47	25,6	Kontinyu
110	25	54	15	48,33%	25,3	9,18	25,6	Kontinyu
110	25	50	20	47,94%	23,53	6,90	25,6	Kontinyu
110	50	132	5	51,72%	46,66	34,11	25,6	Diskontinyu
110	50	126	10	50,10%	42	18,71	25,6	Kontinyu
110	50	116,	15	51,37%	39,96	11,76	25,6	Kontinyu
110	50	106	20	52,13%	37,61	8,42	25,6	Kontinyu
110	60	156	5	51,80%	48,81	38,46	25,6	Diskontinyu
110	60	150	10	50,30%	47,22	19,73	25,6	Kontinyu
110	60	140	15	49,03%	45,13	13,17	25,6	Kontinyu
110	60	126	20	48,73%	42,33	9,53	25,6	Kontinyu
110	70	182	5	51,79%	53,97	40,59	25,6	Diskontinyu
110	70	172	10	51,57%	51,86	20,06	25,6	Kontinyu
110	70	162	15	50,34%	49,17	13,63	25,6	Kontinyu
110	70	146	20	50,03%	46,81	9,74	25,6	Kontinyu
110	85	226	5	51,54%	62,13	44,03	25,6	Diskontinyu
110	85	210	10	50,49%	59,21	21,95	25,6	Kontinyu
110	85	200	15	50,21%	57,06	14,54	25,6	Kontinyu

Pada induktor dengan 3 pasang inti ferit, terlihat dari hasil perbandingan antara hasil pengukuran dan hasil perhitungan bahwa Induktor akan bekerja pada Mode Kontinyu pada saat frekuensi yang diberikan besar (10-20kHz), dan akan menjadi diskontinyu pada saat diberikan frekuensi rendah (<10kHz). Walaupun pada tegangan keluaran tertinggi ( $V_{out} = 230V$ )-lilitan terbanyak ( $N=225$ ), seluruh data menunjukkan bahwa variasi jumlah lilitan dan frekuensi tetap membuat induktor bekerja pada Mode Kontinyu.

Disini juga terlihat bahwa, semakin sedikit jumlah lilitan, maka batas ambang peralihan antara Mode Kontinyu dan Mode Diskontinyu akan bergeser – Pada Jumlah lilitan 160- $V_{in}=15V$  dan frekuensi = 2,5kHz, induktor masih akan bekerja pada Mode Kontinyu; sementara pada pada jumlah lilitan 110- $V_{in}=10V$  dan frekuensi = 2,5kHz, induktor sudah bekerja pada Mode Diskontinyu.

- 1 Pasang Inti Ferit

Pada Tabel 4.3 berikut ini akan ditampilkan data dari hasil pengukuran dan analisa perhitungan dari Jenis Mode Kerja Induktor untuk 1 pasang ferit.

Tabel 4.3 Hasil Pengukuran dan Analisa Perbandingan Jenis Mode Kerja Induktor(1ferit)

N (turns)	$V_{in}$	$V_{out}$	Freq (kHz)	DutyCyc le (+)	$I_{out}$ (mA)	$L_C$	L	Mode Arus Induktor
250	10	21,6	2,5	50,01%	14,77	36,55	104,9	Kontinyu
250	10	21,2	5	49,81%	14,56	18,27	104,9	Kontinyu
250	10	20,4	10	48,23%	14,07	9,37	104,9	Kontinyu
250	10	20	15	48,15%	13,83	6,24	104,9	Kontinyu
250	10	19,6	20	47,95%	13,21	4,82	104,9	Kontinyu
250	15	37	2,5	50,02%	19,55	47,30	104,9	Kontinyu
250	15	36	5	49,92%	19,52	23,09	104,9	Kontinyu
250	15	36	10	48,87%	19,3	11,92	104,9	Kontinyu
250	15	35	15	47,73%	18,61	8,18	104,9	Kontinyu

250	15	32	20	47,31%	17,81	5,90	104,9	Kontinyu
250	25	64	2,5	50,11%	28,1	56,81	104,9	Kontinyu
250	25	63	5	49,86%	27,72	28,49	104,9	Kontinyu
250	25	62	10	48,57%	27,48	14,49	104,9	Kontinyu
250	25	60	15	48,51%	26,63	9,66	104,9	Kontinyu
250	25	57	20	48,16%	25,75	7,16	104,9	Kontinyu
250	50	134	2,5	50,05%	44,24	75,65	104,9	Kontinyu
250	50	134	5	49,81%	44,19	38,05	104,9	Kontinyu
250	50	134	10	48,80%	44,18	19,40	104,9	Kontinyu
250	50	132	15	47,59%	43,73	13,15	104,9	Kontinyu
250	50	128	20	47,23%	42,72	9,85	104,9	Kontinyu
250	60	160	2,5	50,02%	49,79	80,31	104,9	Kontinyu
250	60	160	5	49,73%	49,52	40,60	104,9	Kontinyu
250	60	160	10	49,03%	49,32	20,66	104,9	Kontinyu
250	60	158	15	48,83%	49,04	13,73	104,9	Kontinyu
250	60	152	20	48,52%	47,8	10,22	104,9	Kontinyu
250	70	186	2,5	50,18%	55,09	84,10	104,9	Kontinyu
250	70	186	5	50,10%	54,77	42,37	104,9	Kontinyu
250	70	188	10	48,17%	55,29	22,00	104,9	Kontinyu
250	85	228	2,5	50,15%	62,72	90,61	104,9	Kontinyu
250	85	228	5	49,85%	62,7	45,59	104,9	Kontinyu
150	10	23,2	2,5	50,37%	14,75	39,03	41,1	Kontinyu
150	10	23,2	5	49,82%	15,57	18,69	41,1	Kontinyu
150	10	23	10	47,72%	14,4	10,42	41,1	Kontinyu
150	10	22,8	15	47,33%	14,01	7,12	41,1	Kontinyu
150	10	22,8	20	46,83%	13,56	5,57	41,1	Kontinyu
150	15	38	2,5	49,72%	19,62	48,69	41,1	Diskontinyu
150	15	37	5	49,46%	19,49	23,98	41,1	Kontinyu
150	15	37	10	48,97%	19,43	12,14	41,1	Kontinyu
150	15	36	15	48,13%	18,7	8,31	41,1	Kontinyu
150	15	35	20	46,17%	18,03	6,49	41,1	Kontinyu

150	25	64	2,5	50,98%	27,88	56,24	41,1	Diskontinyu
150	25	63	5	50,07%	27,78	28,31	41,1	Kontinyu
150	25	63	10	48,98%	27,7	14,50	41,1	Kontinyu
150	25	62	15	47,84%	27,22	9,88	41,1	Kontinyu
150	25	61	20	47,51%	27,01	7,39	41,1	Kontinyu
150	50	140	2,5	49,99%	44,6	78,49	41,1	Diskontinyu
150	50	140	5	49,65%	44,32	39,76	41,1	Kontinyu
150	50	138	10	48,31%	45,04	19,77	41,1	Kontinyu
150	50	136	15	48,11%	45,06	13,03	41,1	Kontinyu
150	50	136	20	48,03%	44,32	9,95	41,1	Kontinyu
150	60	164	2,5	49,73%	50,37	81,83	41,1	Diskontinyu
150	60	164	5	49,60%	49,81	41,48	41,1	Diskontinyu
150	60	162	10	49,15%	50,41	20,42	41,1	Kontinyu
150	70	198	2,5	49,75%	56,3	88,36	41,1	Diskontinyu
150	70	194	5	49,53%	55,31	44,25	41,1	Diskontinyu
150	70	188	10	48,05%	57	21,39	41,1	Kontinyu
150	85	236	2,5	49,79%	64,46	91,91	41,1	Diskontinyu

Sama seperti yang terjadi pada hasil pengukuran induktor dengan 1 pasang inti ferit, terlihat hasil perbandingan antara hasil pengukuran dan hasil perhitungan bahwa Induktor akan bekerja pada Mode Kontinyu pada saat frekuensi yang diberikan besar (10-20kHz), dan akan menjadi diskontinyu pada saat diberikan frekuensi rendah (<10kHz). Pada jumlah lilitan tinggi (250 lilit), seluruh data menunjukkan bahwa variasi jumlah lilitan dan frekuensi tetap membuat induktor bekerja pada mode Kontinyu.

#### 4.4 Analisa Hasil Pengukuran Rangkaian

Pada bagian ini akan dibahas mengenai perbandingan perubahan beberapa parameter serta grafik yang dibuat dari data pada tabel tersebut. Juga seperti yang telah disebut di bab Pendahuluan, data yang ditampilkan dan dibandingkan disini adalah data pada Induktor dengan mode kerja Kontinyu.

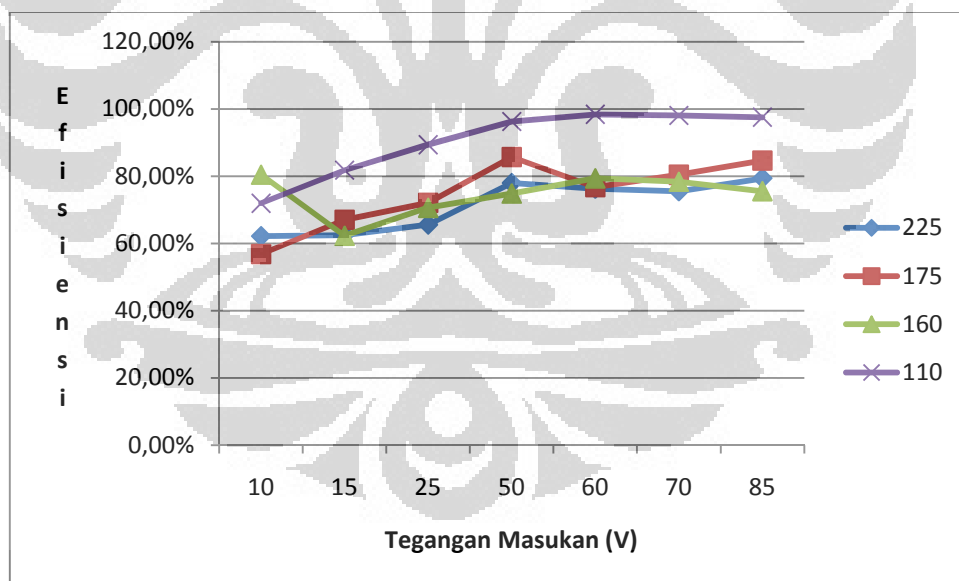
#### 4.4.1 Perbandingan Perubahan Tegangan Terhadap Jumlah Lilitan ( $f = 10 \text{ kHz}$ )

Pada bagian ini akan dibahas mengenai perbandingan antara perubahan tegangan terhadap jumlah lilitan pada induktor dengan 3 inti ferit, pada frekuensi 10kHz. Parameter yang diubah disini adalah jumlah lilitan ( $N$ ), tegangan masukan rangkaian ( $V_{in}$ ), serta frekuensi ( $f$ ) yang diberikan pada CMOS. Besaran yang didapat dilihat adalah arus masukan ( $I_{in}$ ), arus keluaran ( $I_{out}$ ) dan tegangan keluaran ( $V_{out}$ ). Besar efisiensi didapat dari hasil perhitungan, perbandingan antara besar daya masukan dan daya keluaran. Tabel 4.4 berikut ini berisi data hasil pengukuran, dan Gambar 4.4 menggambarkan grafik dari hasil tabel tersebut.

Tabel 4.4 *Perbandingan Perubahan Tegangan Terhadap Jumlah Lilitan ( $f = 10 \text{ kHz}$ )*

N (turns)	$V_{in}$	$V_{out}$	Freq (kHz)	DutyCycle (+)	$I_{in}$ (mA)	$I_{out}$ (mA)	Efisiensi
225	10	21,6	10	48,82%	50	14,38	62,12%
225	15	35	10	49,21%	70	18,74	62,47%
225	25	61	10	49,75%	100	26,87	65,56%
225	50	134	10	49,32%	150	43,62	77,93%
225	60	158	10	49,17%	170	49,24	76,27%
225	70	184	10	49,97%	190	54,53	75,44%
225	85	226	10	49,81%	210	62,66	79,33%
175	10	24	10	49,53%	60	14,21	56,84%
175	15	37	10	47,71%	70	19,01	66,99%
175	25	65	10	48,22%	100	27,72	72,07%
175	50	136	10	48,14%	140	44,1	85,68%
175	60	166	10	47,97%	180	49,93	76,74%
175	70	190	10	48,02%	180	53,31	80,39%
175	85	230	10	48,98%	200	62,54	84,61%

160	10	28	10	48,71%	50	14,36	80,42%
160	15	34,4	10	48,11%	70	19	62,25%
160	25	64	10	48,31%	100	27,57	70,58%
160	50	136	10	48,35%	160	44,01	74,82%
160	60	164	10	48,33%	170	49,35	79,35%
160	70	190	10	48,37%	190	54,83	78,33%
160	85	234	10	48,09%	230	63,1	75,53%
110	10	20,80	10	51,08%	40	13,83	71,92%
110	15	33,00	10	49,81%	50	18,59	81,80%
110	25	59,00	10	47,92%	70	26,5	89,34%
110	50	116,00	15	51,37%	120	39,96	77,26%
110	60	140,00	15	49,03%	130	45,13	81,00%
110	70	162,00	15	50,34%	140	49,17	81,28%
110	85	200,00	15	50,21%	160	57,06	83,91%



Gambar 4.4 Perbandingan Perubahan Tegangan Terhadap Jumlah Lilitan ( $f = 10 \text{ kHz}$ )

Pada Gambar 4.4 diatas, parameter yang dibandingkan adalah perubahan tegangan dan jumlah lilitan, pada frekuensi 10kHz. Beban yang digunakan adalah lampu dengan daya 5Watt / 220V-240V. Dapat terlihat

bahwa secara umum setiap kenaikan tegangan, maka efisiensinya akan lebih baik.

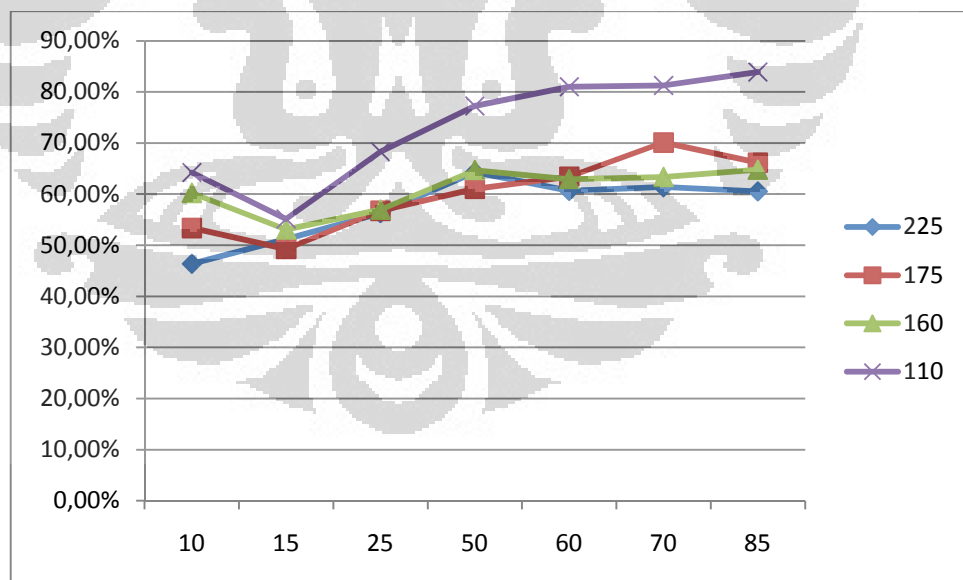
#### 4.4.2 Perbandingan Perubahan Tegangan Terhadap Jumlah Lilitan ( $f = 15$ kHz)

Bagian ini masih akan membahas perbandingan antara perubahan tegangan terhadap jumlah lilitan pada induktor dengan 3 inti ferit, namun besar frekuensinya diubah menjadi 15kHz. Parameter yang diubah-ubahnya juga sama, yaitu jumlah lilitan ( $N$ ), tegangan masukan rangkaian ( $V_{in}$ ), serta frekuensi ( $f$ ) yang diberikan pada CMOS. Tabel 4.5 berikut ini berisi data hasil pengukuran, dan Gambar 4.5 menggambarkan grafik dari hasil tabel tersebut.

Tabel 4.5 *Perbandingan Perubahan Tegangan Terhadap Jumlah Lilitan ( $f = 15$  kHz)*

N (turns)	$V_{in}$	$V_{out}$	Freq (kHz)	DutyCycle (%)	$I_{in}$ (mA)	$I_{out}$ (mA)	Efisiensi
225	10	21,2	15	48,35%	60	13,12	46,36%
225	15	34	15	48,85%	80	18,06	51,17%
225	25	59	15	49,62%	110	26,22	56,25%
225	50	128	15	49,18%	170	42,68	64,27%
225	60	152	15	48,81%	200	47,87	60,64%
225	70	178	15	48,75%	220	53,1	61,38%
225	85	220	15	48,98%	260	60,79	60,51%
175	10	23	15	49,52%	60	14	53,36%
175	15	36	15	47,02%	90	18,48	49,28%
175	25	63	15	47,91%	120	27,02	56,74%
175	50	134	15	47,83%	190	43,27	61,03%
175	60	162	15	46,02%	210	49,31	63,40%
175	70	188	15	47,81%	200	52,19	70,08%

175	85	222	15	47,70%	240	60,8	66,16%
160	10	26	15	48,23%	60	13,9	60,23%
160	15	34	15	48,06%	80	18,73	53,07%
160	25	63	15	47,72%	120	27,13	56,97%
160	50	134	15	48,05%	180	43,45	64,69%
160	60	162	15	48,28%	210	48,95	62,94%
160	70	188	15	47,98%	230	54,26	63,36%
160	85	230	15	48,02%	260	62,23	64,76%
110	10	18,60	15	52,12%	40	13,81	64,22%
110	15	28,00	15	49,05%	60	17,73	55,16%
110	25	54,00	15	48,33%	80	25,3	68,31%
110	50	116,00	15	51,37%	120	39,96	77,26%
110	60	140,00	15	49,03%	130	45,13	81,00%
110	70	162,00	15	50,34%	140	49,17	81,28%
110	85	200,00	15	50,21%	160	57,06	83,91%



Gambar 4.5 Perbandingan Perubahan Tegangan Terhadap Jumlah Lilitan ( $f = 15 \text{ kHz}$ )



Pada Gambar 4.5 diatas, yang dibandingkan adalah perubahan tegangan dengan perubahan jumlah lilitan, dengan memperhatikan besar efisiensinya. Perubahan tegangan berkisar antara 10V - 85V , dan perubahan jumlah lilitan adalah antara 110 lilit – 225 lilit. Disini digunakan inti ferit sebanyak 3 pasang. Disini kembali terlihat performa efisiensi induktor pada lilitan rendah lebih baik bila dibandingkan yang lebih banyak jumlah lilitannya, dengan *trend* yang secara umum meningkat.

#### 4.4.3 Perbandingan Perubahan Tegangan Pada Kedua Jenis Ferit Terhadap Jumlah Lilitan ( $f = 10\text{kHz}$ )

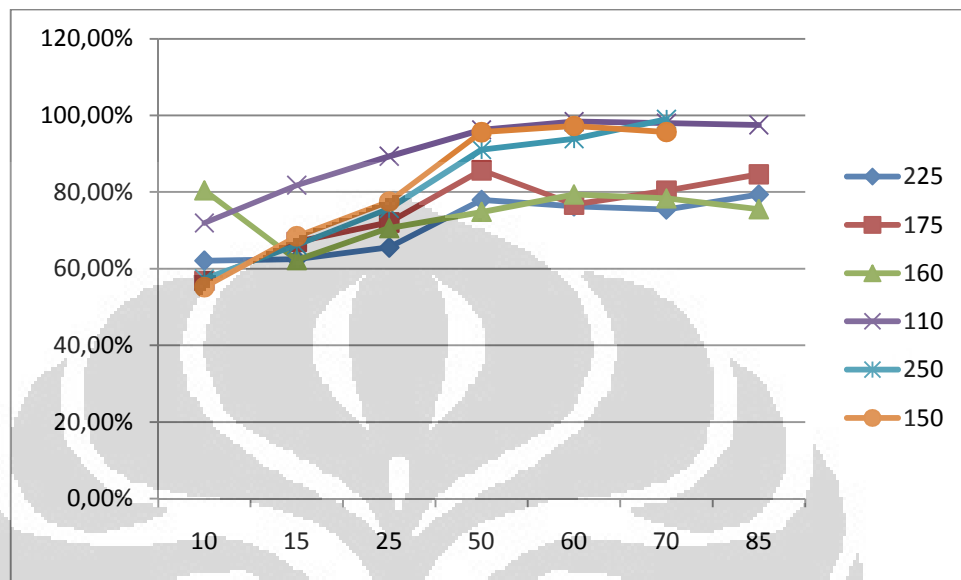
Bagian ini membahas perbandingan perubahan tegangan terhadap jumlah lilitan pada induktor dengan 3 inti ferit dengan induktor dengan 1 inti ferit, pada frekuensi 10kHz. Parameter yang diubah-ubah disini adalah jumlah lilitan ( $N$ ), dan tegangan masukan rangkaian ( $V_{in}$ ). Besaran yang didapat dilihat adalah arus masukan ( $I_{in}$ ), arus keluaran ( $I_{out}$ ) dan tegangan keluaran ( $V_{out}$ ). Tabel 4.6 berikut ini berisi data hasil pengukuran, dan Gambar 4.6 menggambarkan grafik dari hasil tabel tersebut.

Tabel 4.6 *Perbandingan Perubahan Tegangan Pada Kedua Jenis Ferit Terhadap Jumlah Lilitan ( $f = 10\text{kHz}$ )*

N (turns)	$V_{in}$	$V_{out}$	Freq (kHz)	DutyCycle (+)	$I_{in}$ (mA)	$I_{out}$ (mA)	Efisiensi
225	10	21,6	10	48,82%	50	14,38	62,12%
225	15	35	10	49,21%	70	18,74	62,47%
225	25	61	10	49,75%	100	26,87	65,56%
225	50	134	10	49,32%	150	43,62	77,93%
225	60	158	10	49,17%	170	49,24	76,27%
225	70	184	10	49,97%	190	54,53	75,44%
225	85	226	10	49,81%	210	62,66	79,33%

175	10	24	10	49,53%	60	14,21	56,84%
175	15	37	10	47,71%	70	19,01	66,99%
175	25	65	10	48,22%	100	27,72	72,07%
175	50	136	10	48,14%	140	44,1	85,68%
175	60	166	10	47,97%	180	49,93	76,74%
175	70	190	10	48,02%	180	53,31	80,39%
175	85	230	10	48,98%	200	62,54	84,61%
160	10	28	10	48,71%	50	14,36	80,42%
160	15	34,4	10	48,11%	70	19	62,25%
160	25	64	10	48,31%	100	27,57	70,58%
160	50	136	10	48,35%	160	44,01	74,82%
160	60	164	10	48,33%	170	49,35	79,35%
160	70	190	10	48,37%	190	54,83	78,33%
160	85	234	10	48,09%	230	63,1	75,53%
110	10	20,80	10	51,08%	40	13,83	71,92%
110	15	33,00	10	49,81%	50	18,59	81,80%
110	25	59,00	10	47,92%	70	26,5	89,34%
110	50	116,00	15	51,37%	120	39,96	77,26%
110	60	140,00	15	49,03%	130	45,13	81,00%
110	70	162,00	15	50,34%	140	49,17	81,28%
110	85	200,00	15	50,21%	160	57,06	83,91%
1ferit							
250	10	20,4	10	48,23%	50	14,07	57,41%
250	15	36	10	48,87%	70	19,3	66,17%
250	25	62	10	48,57%	90	27,48	75,72%
250	50	134	10	48,80%	130	44,18	91,08%
250	60	160	10	49,03%	140	49,32	93,94%
250	70	188	10	48,17%	150	55,29	99,00%
150	10	23	10	47,72%	60	14,4	55,20%
150	15	37	10	48,97%	70	19,43	68,47%
150	25	63	10	48,98%	90	27,7	77,56%

150	50	138	10	48,31%	130	45,04	95,62%
150	60	162	10	49,15%	140	50,41	97,22%
150	70	188	10	48,05%	160	57	95,68%



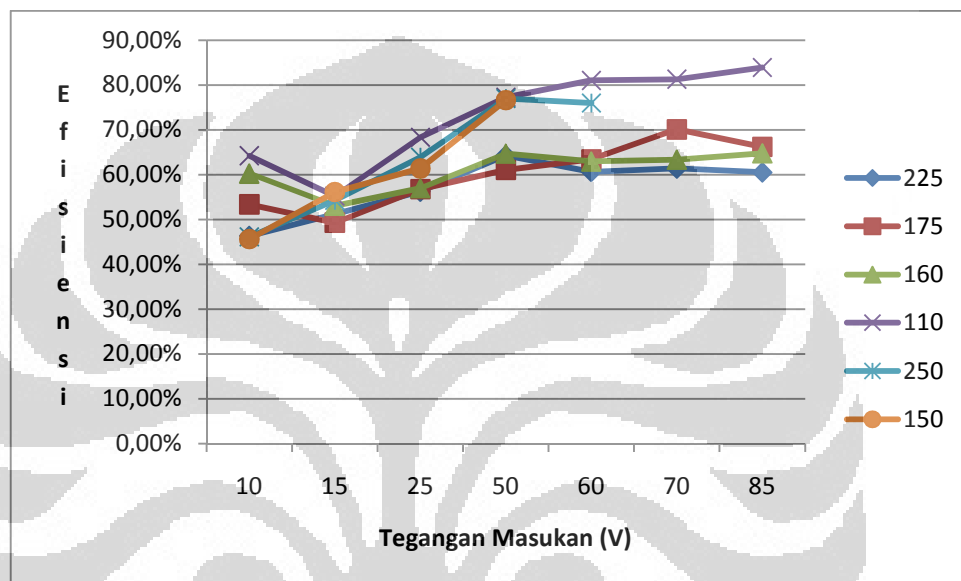
Gambar 4.6 Perbandingan Perubahan Tegangan Pada Kedua Jenis Ferit Terhadap Jumlah Lilitan ( $f = 10\text{kHz}$ )

Pada grafik diatas, parameter yang dibandingkan adalah perubahan tegangan dan jumlah lilitan, pada frekuensi 10kHz. Beban yang digunakan adalah lampu dengan daya 5Watt / 220V-240V. Namun kali ini parameter komparasi ditambah dengan memasukkan data dari induktor dengan inti ferit 1 pasang. Bila dibandingkan terlihat secara umum bahwa pada induktor dengan 1 ferit, nilai efisiensinya lebih baik bila dibandingkan dengan induktor 3 ferit.

#### 4.4.4 Perbandingan Perubahan Tegangan Pada Kedua Jenis Ferit Terhadap Jumlah Lilitan ( $f=15\text{kHz}$ )

Setelah dibagian sebelumnya dibandingkan hasil pengukuran dan analisa pada frekuensi kerja 10kHz, maka pada bagian ini akan dibahas mengenai perbandingan antara perubahan tegangan terhadap jumlah lilitan

pada induktor dengan 3 inti ferit dan 1 inti ferit pada frekuensi kerja 15kHz. Parameter yang diubah-ubah tetap sama, yaitu jumlah lilitan (N), tegangan masukan rangkaian ( $V_{in}$ ). Keluaran yang diukur adalah arus masukan ( $I_{in}$ ), arus keluaran ( $I_{out}$ ) dan tegangan keluaran ( $V_{out}$ ). Tabel 4.7 berikut ini berisi data hasil pengukuran, dan Gambar 4.7 menggambarkan grafik dari hasil tabel tersebut.



Gambar 4.7 Perbandingan Perubahan Tegangan Pada Kedua Jenis Ferit Terhadap Jumlah Lilitan ( $f=15\text{kHz}$ )

Tabel 4.7 Perbandingan Perubahan Tegangan Pada Kedua Jenis Ferit Terhadap Jumlah Lilitan ( $f=15\text{kHz}$ )

N (turns)	$V_{in}$	$V_{out}$	Freq (kHz)	DutyCycle (+)	$I_{in}$ (mA)	$I_{out}$ (mA)	Efisiensi
225	10	21,2	15	48,35%	60	13,12	46,36%
225	15	34	15	48,85%	80	18,06	51,17%
225	25	59	15	49,62%	110	26,22	56,25%
225	50	128	15	49,18%	170	42,68	64,27%
225	60	152	15	48,81%	200	47,87	60,64%
225	70	178	15	48,75%	220	53,1	61,38%

225	85	220	15	48,98%	260	60,79	60,51%
175	10	23	15	49,52%	60	14	53,36%
175	15	36	15	47,02%	90	18,48	49,28%
175	25	63	15	47,91%	120	27,02	56,74%
175	50	134	15	47,83%	190	43,27	61,03%
175	60	162	15	46,02%	210	49,31	63,40%
175	70	188	15	47,81%	200	52,19	70,08%
175	85	222	15	47,70%	240	60,8	66,16%
160	10	26	15	48,23%	60	13,9	60,23%
160	15	34	15	48,06%	80	18,73	53,07%
160	25	63	15	47,72%	120	27,13	56,97%
160	50	134	15	48,05%	180	43,45	64,69%
160	60	162	15	48,28%	210	48,95	62,94%
160	70	188	15	47,98%	230	54,26	63,36%
160	85	230	15	48,02%	260	62,23	64,76%
110	10	18,60	15	52,12%	40	13,81	64,22%
110	15	28,00	15	49,05%	60	17,73	55,16%
110	25	54,00	15	48,33%	80	25,3	68,31%
110	50	116,00	15	51,37%	120	39,96	77,26%
110	60	140,00	15	49,03%	130	45,13	81,00%
110	70	162,00	15	50,34%	140	49,17	81,28%
110	85	200,00	15	50,21%	160	57,06	83,91%

1ferit							
250	10	20	15	48,15%	60	13,83	46,10%
250	15	35	15	47,73%	80	18,61	54,28%
250	25	60	15	48,51%	100	26,63	63,91%
250	50	132	15	47,59%	150	43,73	76,96%
250	60	158	15	48,83%	170	49,04	75,96%
150	10	22,8	15	47,33%	70	14,01	45,63%
150	15	36	15	48,13%	80	18,7	56,10%

150	25	62	15	47,84%	110	27,22	61,37%
150	50	136	15	48,11%	160	45,06	76,60%

Pada grafik diatas, yang dibandingkan adalah perubahan tegangan dengan perubahan jumlah lilitan, dengan memperhatikan besar efisiensinya. Perubahan tegangan berkisar antara 10V - 85V , dan perubahan jumlah lilitan adalah antara 110 lilit – 225 lilit. Disini digunakan inti ferit sebanyak 3 pasang yang dibandingkan dengan inti ferit 1 pasang. Beban yang digunakan adalah lampu 5W, 220-240V. Disini kembali terlihat bahwa efisiensi pada ferit 1 pasang, lebih baik bila dibandingkan dengan ferit 3 pasang. Terdapat data yang tidak diambil pada tegangan 70 dan 85 V pada ferit 1 pasang, karena pada saat itu, IGBT sudah mulai terasa panas.

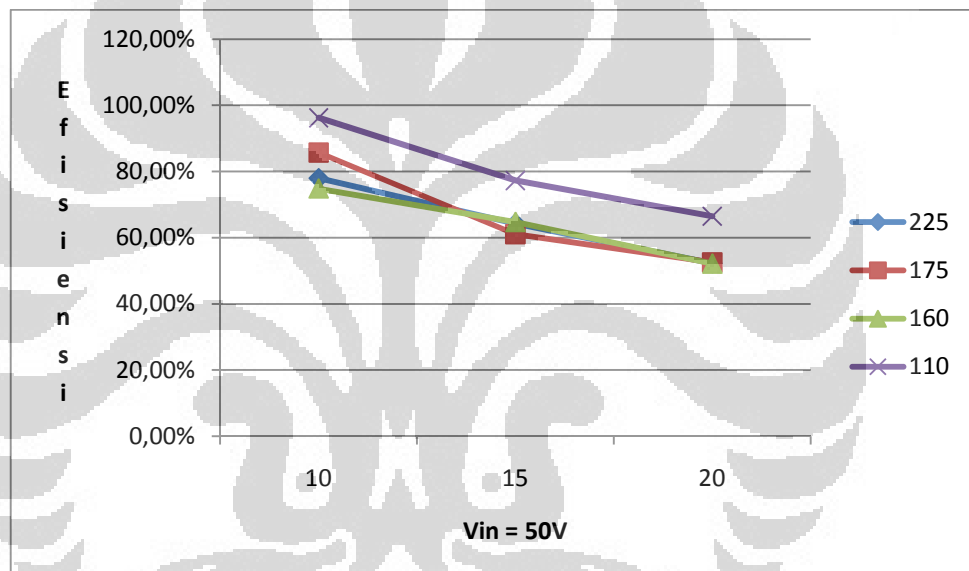
#### 4.4.5 Perbandingan Perubahan Frekuensi Terhadap Jumlah Lilitan ( $V_{in} = 50V$ )

Selanjutnya parameter statis yang ditetapkan adalah besar tegangan masukan. Besar tegangan masukan ( $V_{in}$ ) yang diberikan adalah sebesar 50V. Besaran yang diubah-ubah tetap pada Parameter yang diubah-ubah kali ini adalah jumlah lilitan (N), dan frekuensi masukan (f). Keluaran yang diukur adalah arus masukan ( $I_{in}$ ), arus keluaran ( $I_{out}$ ) dan tegangan keluaran ( $V_{out}$ ). Tabel 4.8 berikut ini berisi data hasil pengukuran, dan Gambar 4.8 menggambarkan grafik dari hasil tabel tersebut

Tabel 4.8 *Perbandingan Perubahan Frekuensi Terhadap Jumlah Lilitan ( $V_{in} = 50V$ )*

N (turns)	$V_{in}$	$V_{out}$	Freq (kHz)	DutyCycle (+)	$I_{in}$ (mA)	$I_{out}$ (mA)	Efisiensi
225	50	134	10	49,32%	150	43,62	77,93%
225	50	128	15	49,18%	170	42,68	64,27%
225	50	122	20	49,07%	190	40,7	52,27%

175	50	136	10	48,14%	140	44,1	85,68%
175	50	134	15	47,83%	190	43,27	61,03%
175	50	130	20	47,17%	210	42,43	52,53%
160	50	136	10	48,35%	160	44,01	74,82%
160	50	134	15	48,05%	180	43,45	64,69%
160	50	130	20	47,60%	210	42,12	52,15%
110	50	126	10	50,10%	110	42	96,22%
110	50	116	15	51,37%	120	39,96	77,26%
110	50	106	20	52,13%	120	37,61	66,44%



Gambar 4.8 Perbandingan Perubahan Frekuensi Terhadap Jumlah Lilitan ( $V_{in} = 50V$ )

Gambar diatas adalah perbandingan antara perubahan besar frekuensi dan jumlah lilitan. Terlihat bahwa semakin sedikit jumlah lilitan, semakin besar efisiensi yang didapat. Efisiensi paling tinggi diantara ketiga jenis frekuensi yang dibandingkan ini, ada pada frekuensi paling rendah (10kHz).

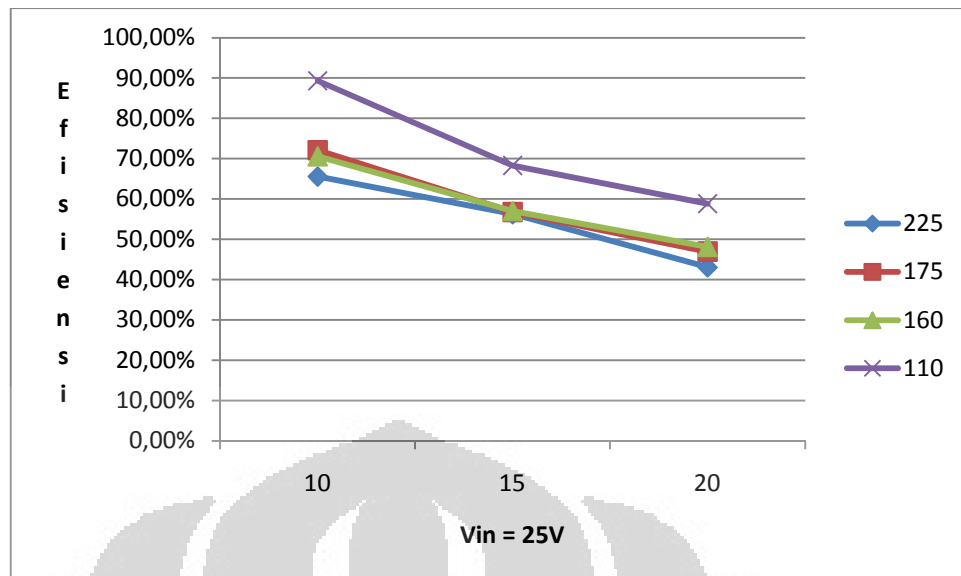
#### 4.4.6 Perbandingan Perubahan Frekuensi Terhadap Jumlah Lilitan ( $V_{in} = 25V$ )

Selanjutnya parameter statis yang ditetapkan adalah besar tegangan masukan. Besar tegangan masukan ( $V_{in}$ ) yang diberikan adalah sebesar 25V. Besaran yang diubah-ubah tetap pada Parameter yang diubah-ubah kali ini adalah jumlah lilitan (N), dan frekuensi masukan (f). Keluaran yang diukur adalah arus masukan ( $I_{in}$ ), arus keluaran ( $I_{out}$ ) dan tegangan keluaran ( $V_{out}$ ). Tabel 4.9 berikut ini berisi data hasil pengukuran, dan Gambar 4.9 menggambarkan grafik dari hasil tabel tersebut

Tabel 4.9 *Perbandingan Perubahan Frekuensi Terhadap Jumlah Lilitan ( $V_{in} = 25V$ )*

N (turns)	$V_{in}$	$V_{out}$	Freq (kHz)	DutyCycle (+)	$I_{in}$ (mA)	$I_{out}$ (mA)	Efisiensi
225	25	61	10	49,75%	100	26,87	65,56%
225	25	59	15	49,62%	110	26,22	56,25%
225	25	56	20	48,96%	130	24,99	43,06%
175	25	65	10	48,22%	100	27,72	72,07%
175	25	63	15	47,91%	120	27,02	56,74%
175	25	62	20	47,23%	140	26,5	46,94%
160	25	64	10	48,31%	100	27,57	70,58%
160	25	63	15	47,72%	120	27,13	56,97%
160	25	60	20	46,62%	130	26,05	48,09%
110	25	59	10	47,92%	70	26,5	89,34%
110	25	54	15	48,33%	80	25,3	68,31%
110	25	50	20	47,94%	80	23,53	58,83%





Gambar 4.9 Perbandingan Perubahan Frekuensi Terhadap Jumlah Lilitan ( $V_{in} = 25V$ )

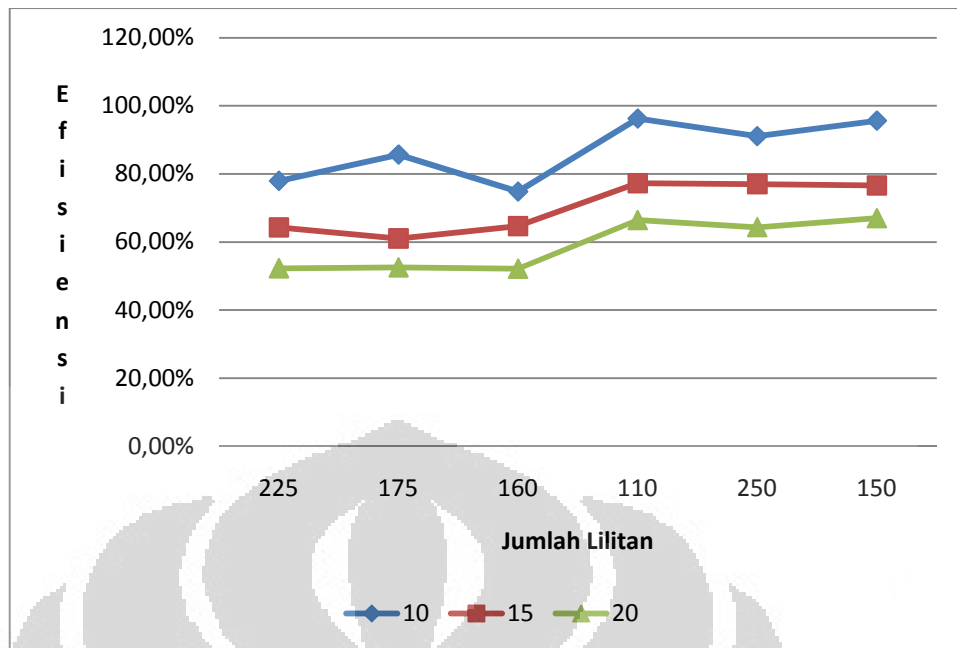
Berikut ini adalah perbandingan antara perubahan besar frekuensi dan jumlah lilitan. Terlihat bahwa semakin sedikit jumlah lilitan, semakin besar efisiensi yang didapat. Efisiensi paling tinggi diantara ketiga jenis frekuensi yang dibandingkan ini, ada pada frekuensi paling rendah (10kHz).

#### 4.4.7 Perbandingan Perubahan Jumlah Lilitan Terhadap Frekuensi pada Variasi Jumlah Ferit ( $V_{in} = 50 V$ )

Setelah pada bagian sebelumnya rangkaian diberi tegangan masukan ( $V_{in}$ ) di tetapkan sebesar 25V, kali ini tegangan masukan ditetapkan sebesar 50V. Sedangkan parameter yang diubah-ubah masih sama seperti sebelumnya, yaitu jumlah lilitan (N), dan frekuensi masukan (f). Besaran yang ingin didapatkan adalah tegangan keluaran ( $V_{out}$ ), arus masukan ( $I_{in}$ ), dan arus keluaran ( $I_{out}$ ). Tabel 4.10 berikut ini berisi data hasil pengukuran, dan Gambar 4.10 menggambarkan grafik dari hasil tabel tersebut

Tabel 4.10 Perbandingan Perubahan Jumlah Lilitan Terhadap Frekuensi pada Variasi Jumlah Ferit ( $V_{in} = 50 V$ )

N (turns)	$V_{in}$	$V_{out}$	Freq (kHz)	DutyCycle (+)	$I_{in}$ (mA)	$I_{out}$ (mA)	Efisiensi
225	50	134	10	49,32%	150	43,62	77,93%
225	50	128	15	49,18%	170	42,68	64,27%
225	50	122	20	49,07%	190	40,7	52,27%
175	50	136	10	48,14%	140	44,1	85,68%
175	50	134	15	47,83%	190	43,27	61,03%
175	50	130	20	47,17%	210	42,43	52,53%
160	50	136	10	48,35%	160	44,01	74,82%
160	50	134	15	48,05%	180	43,45	64,69%
160	50	130	20	47,60%	210	42,12	52,15%
110	50	126,00	10	50,10%	110	42	96,22%
110	50	116,00	15	51,37%	120	39,96	77,26%
110	50	106,00	20	52,13%	120	37,61	66,44%
225	50	134	10	49,32%	150	43,62	77,93%
225	50	128	15	49,18%	170	42,68	64,27%
225	50	122	20	49,07%	190	40,7	52,27%
175	50	136	10	48,14%	140	44,1	85,68%
1ferit							
250	50	134	10	48,80%	130	44,18	91,08%
250	50	132	15	47,59%	150	43,73	76,96%
250	50	128	20	47,23%	170	42,72	64,33%
150	50	138	10	48,31%	130	45,04	95,62%
150	50	136	15	48,11%	160	45,06	76,60%
150	50	136	20	48,03%	180	44,32	66,97%



Gambar 4.10 Perbandingan Perubahan Jumlah Lilitan Terhadap Frekuensi pada Variasi Jumlah Ferit ( $V_{in} = 50 V$ )

Kali ini yang dibandingkan adalah perubahan frekuensi terhadap jumlah lilitan, serta dengan perbandingan antara 2 buah ferit (3 pasang dan 1 pasang ferit). Besar beban masih tetap, yaitu 5W / 220-240V. Pada  $V_{in} = 50V$ . Besar efisiensi paling baik kembali terjadi pada frekuensi terendah (10kHz), dengan trend semakin sedikit jumlah lilitan, semakin naik nilai efisiensinya. Bila dibandingkan, antara induktor dengan 3 pasang ferit dan 1 pasang ferit, efisiensi kerjanya terjadi lebih baik pada induktor dengan 1 pasang ferit.

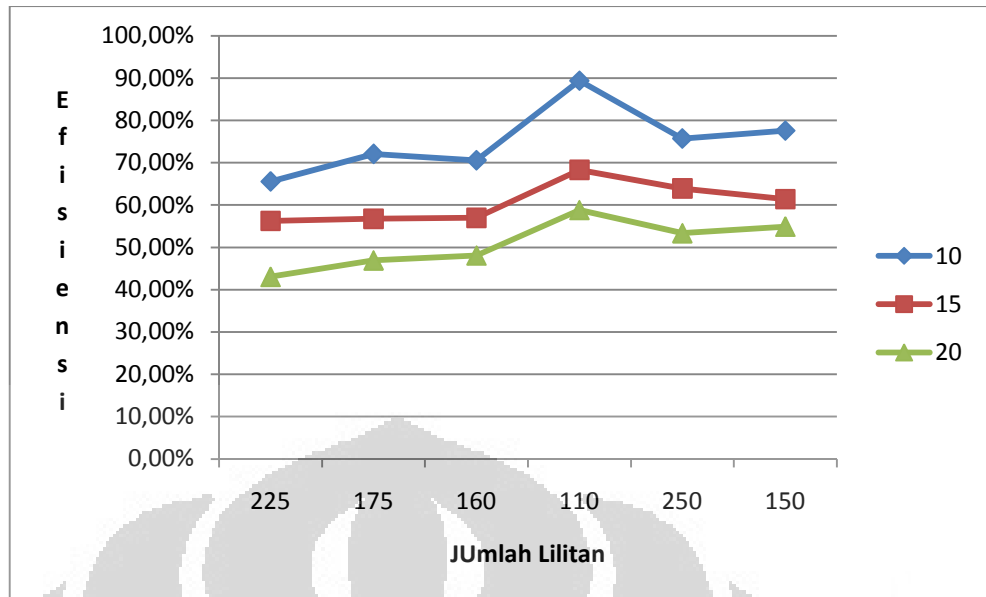
#### 4.4.8 Perbandingan Perubahan Jumlah Lilitan Terhadap Frekuensi pada Variasi Jumlah Ferit ( $V_{in} = 25 V$ )

Pada bagian ini, akan dibandingkan hasil dari kedua buah jenis induktor, yaitu induktor dengan 3 inti ferit dan 1 inti ferit, pada tegangan masukan ( $V_{in}$ ) 25V. Parameter yang diubah-ubah, yaitu jumlah lilitan (N), dan frekuensi masukan (f). Besaran yang ingin didapatkan adalah tegangan keluaran ( $V_{out}$ ), arus masukan ( $I_{in}$ ), dan arus keluaran ( $I_{out}$ ). Tabel 4.11

berikut ini berisi data hasil pengukuran, dan Gambar 4.11 menggambarkan grafik dari hasil tabel tersebut

Tabel 4.11 *Perbandingan Perubahan Jumlah Lilitan Terhadap Frekuensi pada Variasi Jumlah Ferit ( $V_{in} = 25 V$ )*

N (turns)	$V_{in}$	$V_{out}$	Freq (kHz)	DutyCycle (+)	$I_{in}$ (mA)	$I_{out}$ (mA)	Efisiensi
225	25	61	10	49,75%	100	26,87	65,56%
225	25	59	15	49,62%	110	26,22	56,25%
225	25	56	20	48,96%	130	24,99	43,06%
175	25	65	10	48,22%	100	27,72	72,07%
175	25	63	15	47,91%	120	27,02	56,74%
175	25	62	20	47,23%	140	26,5	46,94%
160	25	64	10	48,31%	100	27,57	70,58%
160	25	63	15	47,72%	120	27,13	56,97%
160	25	60	20	46,62%	130	26,05	48,09%
110	25	59,00	10	47,92%	70	26,5	89,34%
110	25	54,00	15	48,33%	80	25,3	68,31%
110	25	50,00	20	47,94%	80	23,53	58,83%
1ferit							
250	25	62	10	48,57%	90	27,48	75,72%
250	25	60	15	48,51%	100	26,63	63,91%
250	25	57	20	48,16%	110	25,75	53,37%
150	25	63	10	48,98%	90	27,7	77,56%
150	25	62	15	47,84%	110	27,22	61,37%
150	25	61	20	47,51%	120	27,01	54,92%



Gambar 4.11 Perbandingan Perubahan Jumlah Lilitan Terhadap Frekuensi pada Variasi Jumlah Ferit ( $V_{in} = 25 V$ )

Pada grafik ini yang dibandingkan adalah perbandingan antara perubahan frekuensi terhadap jumlah lilitan pada variasi jumlah ferit, dengan  $V_{in}=25V$ . Terlihat adanya trend naik, seiring dengan menurunnya jumlah lilitan. Efisien paling baik ada pada lilitan paling kecil ( $N=150$ ), dan juga pada induktor dengan 1 pasang ferit, efisiensinya lebih baik bila dibandingkan dengan induktor dengan 3 pasang ferit.

## BAB 5

### KESIMPULAN

#### 5.1 Kesimpulan

Dari percobaan yang telah dilakukan, dapat diambil beberapa kesimpulan :

- Secara umum (pada induktor dengan inti 1 pasang ferit, maupun dengan 3 pasang ferit), induktor akan bekerja pada Mode Kontinyu pada saat frekuensi dari *Function Generator* bernilai besar (10-20kHz), dan akan menjadi diskontinyu pada saat diberikan frekuensi rendah (<10kHz).  
(inti dengan 3 ferit : pada lilitan 175, 160, 110 saat frekuensi 1kHz induktor akan bekerja pada mode diskontinyu, juga hal ini terjadi pada inti dengan 1 pasang ferit).

Batas peralihan antara Mode Kontinyu dan Mode Diskontinyu akan semakin bergeser, dengan semakin sedikitnya jumlah lilitan. Pada Jumlah lilitan 160- $V_{in}=15V$  dan frekuensi = 2,5kHz, induktor masih bekerja pada Mode Kontinyu; sementara pada pada jumlah lilitan 110- $V_{in}=15V$  dan  $f = 2,5kHz$ , induktor sudah bekerja pada Mode Diskontinyu.

- Secara umum, dengan jumlah lilitan tetap, dan besar frekuensi yang semakin besar, maka efisiensi rangkaian akan semakin turun. Disini diambil contoh pada tegangan masukan 25V.

Dengan semakin sedikitnya jumlah lilitan, maka efisiensi rangkaian akan semakin besar. Efisiensi paling baik terjadi pada frekuensi yang rendah, dan lilitan paling sedikit.

- Pada inti dengan 3 ferit : pada frekuensi 10kHz-jumlah lilitan 225, efisiensinya sebesar 79,33%, pada lilitan 175 – efisiensinya 84,61%, dan pada lilitan 110 – efisiensinya 97,52%.
- Sama halnya pada inti dengan 1 pasang ferit, pada jumlah lilitan 250 – efisiensinya 75,72% dan pada lilitan 150 – efisiensinya 77,56%

- Pada inti dengan 3 ferit : pada frekuensi 20kHz-jumlah lilitan 225, efisiensinya sebesar 49,51%, pada lilitan 175 – efisiensinya 52,15%, dan pada lilitan 110 – efisiensinya 70,95%.
- Lalu pada inti dengan 1 pasang ferit, pada jumlah lilitan 250 – efisiensinya 53,37% dan pada lilitan 150 – efisiensinya 54,92%
- Dari data-data diatas, dan dari hasil percobaan keseluruhan, induktor dengan 1 pasang Inti Ferit memiliki performa efisiensi yang lebih baik bila dibandingkan Induktor dengan 3 pasang Inti Ferit.
- Tegangan maksimum yang didapatkan dari penelitian ini adalah pada tegangan masukan sebesar 85V, pada  $N=175$ ,  $f=5\text{kHz}$  dan pada inti dengan 3 pasang ferit., yaitu sebesar 232V.
- Untuk mengetahui mode kerja induktor yang sedang berjalan harus menggunakan sensor arus yang kemudian dihubungkan dengan oscilloscope. Pada keterbatasan alat, untuk mengetahui karakteristik mode kerja arus induktor kontinyu dan diskontinyu dapat diketahui melalui perhitungan.

## 5.2 Saran

- Memastikan tidak ada bagian enamel yang terluka (terbuka insulasinya), karena akan mempengaruhi kinerja induktor, terutama jangan sampai bagian yang terluka tersebut bersentuhan langsung dengan inti ferit.
- Menyiapkan sensor arus, karena sangat penting untuk mengukur dan melihat bentuk gelombang arus pada rangkaian.
- Memastikan alat ukur dan probe dalam kondisi yang baik serta terkalibrasi, karena dapat mengakibatkan hasil pengukuran dapat berbeda-beda dari satu dengan yang lainnya.

## DAFTAR REFERENSI

- [1] Hart, Daniel. W. (1997). *'Introduction to Power Electronics'*. Prentice-Hall, Inc. USA.
- [2] Boost Switching Converter Design Equations.  
<http://www.daycounter.com/LabBook/BoostConverter/Boost-Converter-Equations.phtml>. disimpan pada tanggal 241211
- [3] Soft Ferrite Application, Ferroxcube.  
<http://www.ferroxcube.com/prod/assets/sfappl.pdf>
- [4] Boost Converter, Wikipedia. [http://en.wikipedia.org/wiki/Boost\\_converter](http://en.wikipedia.org/wiki/Boost_converter) .  
disimpan pada tanggal 241211
- [5] Rakyat Belajar, Induktor .  
<http://airlangga25.wordpress.com/2011/08/27/induktor-bagian-1/> . disimpan  
pada tanggal 251211
- [6] Types of Inductors and Cores. <http://www.thomasnet.com/articles/automation-electronics/inductor-cores>. disimpan pada tanggal 241211
- [7] Inductors, Wikipedia. <http://en.wikipedia.org/wiki/Inductor>. disimpan pada  
tanggal 241211
- [8] Kapasitor dan Induktor, Macam-macam Induktor. <http://m-edukasi.net/online/2008/kapasitor/macamind.html> . disimpan pada tanggal  
241211
- [9] Induktor, Wikipedia.  
[http://id.wikipedia.org/wiki/Induktor#Konstruksi\\_induktor](http://id.wikipedia.org/wiki/Induktor#Konstruksi_induktor). disimpan pada  
tanggal 251211
- [10] Ferrite Core Short Form Catalogue, Magnetics Corp. [www.mag-inc.com](http://www.mag-inc.com).  
disimpan pada tanggal 131211



- [11] Soft Ferrite Materials & Components for Power, Signal and EMC Applications, MMG Canada Limited. [www.mmgca.com](http://www.mmgca.com). . disimpan pada tanggal 131211
- [12] Enamel Wire. [http://en.wikipedia.org/wiki/Enameled\\_wire](http://en.wikipedia.org/wiki/Enameled_wire). disimpan pada tanggal 181211
- [13] Producing Wound Components.  
<http://info.ee.surrey.ac.uk/Workshop/advice/coils/index.html>. disimpan pada tanggal 131211
- [14] Ward, Steve. Boost Converter. <http://www.stevhv.4hv.org/> . disimpan pada tanggal 290911
- [15] Liu, Shu-lin Liu, Jian Liu. *Analysis of Operating Modes and Output Voltage Ripple of Boost DC-DC Converter and Its Design Considerations*. IEEE TRANSACTIONS ON POWER ELECTRONICS, VOL. 23, NO. 4, JULY 2008

