



UNIVERSITAS INDONESIA

***ANALISA POWER INDUKTOR TIPE E DENGAN TEKNIK TAPE
WINDING PADA BOOST CONVERTER***

SKRIPSI

MOCHAMAD DHIKA PRADANA

0906602830

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO**

DEPOK

JANUARI 2012



UNIVERSITAS INDONESIA

***ANALISA POWER INDUKTOR TIPE E DENGAN TEKNIK TAPE
WINDING PADA BOOST CONVERTER***

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu persyaratan menjadi sarjana teknik pada program Sarjana
Teknik**

MOCHAMAD DHIKA PRADANA

0906602830

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

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 : Mochamad Dhika Pradana

NPM : 0906602830

Tanda Tangan :



Tanggal : 24 januari 2012

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh:

Nama : Mochamad Dhika Pradana.

NPM : 0906602830.

Program Studi : Teknik elektro.

Judul Skripsi : Analisa *Power* Induktor Tipe E Dengan Teknik *Tape Winding* Pada *Boost converter*.

Telah berhasil dipertahankan di hadapan 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

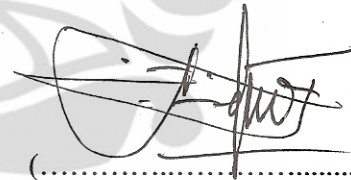
Pembimbing : Dr. Ir. Feri Yusifar. M.Eng

(.....)



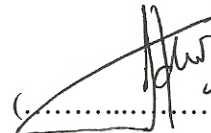
Penguji : Dr. Ir. Ridwan Gunawan MT

(.....)



Penguji : Dr. Abdul Halim M.Eng.

(.....)



Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 24 Januari 2012

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT dengan segala limpahan karunianya serta rahmatnya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “ANALISIS *POWER* INDUKOR TIPE E DENGAN TEKNIK *TAPE WINDING* PADA *BOOST CONVERTER*” ini. Banyak pihak yang telah membantu dalam menuntun langkah kami ini. Untuk itu kami mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Ir. Feri Yusivar M.Eng selaku pembimbing yang telah membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Skripsi ini.
2. Universitas Indonesia Fakultas Teknik khususnya Lab Kendali yang telah kami pergunakan selama pembuatan skripsi ini,
3. Seluruh dosen dan staf pengajar di lingkungan Universitas Indonesia, atas segala ilmu dan pengetahuan yang telah diajarkan kepada kami skripsi ini.
4. Kepada partner skripsiku Dody ervant, Fahmi Umarella dan Aditya Iskandar memberi ide dalam penyusunan skripsi.
5. Kedua Orang Tuaku dan saudara-saudaraku yang tercinta yang selalu memberikan nasihat, dan dukungan selama penulis menyusun skripsi ini.

Penulis berharap semoga skripsi ini bermanfaat dan berguna bagi penulis khususnya dan juga bagi para pembaca umumnya. Jangan pernah berhenti, teruslah mencari ilmu, berusaha, berdo'a dan tawakal.

Jakarta, Januari 2012

Penulis

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama : Mochamad Dhika Pradana

NPM : 0906602830

Program Studi : Teknik Elektro

Departemen : Teknik Elektro

Fakultas : Teknik

Jenis Karya : Skripsi

demikian 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:

ANALISA POWER INDUKTOR TIPE E DENGAN TEKNIK TAPE WINDING PADA BOOST CONVERTER

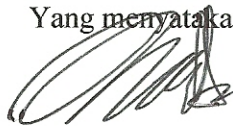
beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan skripsi saya tanpa meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan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

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok

Pada tanggal : 24 Januari 2012

Yang menyatakan



(Mochamad Dhika Pradana)

Moch. Dhika. Pradana NPM : 0906602830 Departemen Teknik Elektro	Dosen Pembimbing Dr. Ir. Feri Yusivar M.Eng
ANALISA <i>POWER</i> INDUKTOR TIPE E DENGAN TEKNIK TAPE WINDING PADA <i>BOOST CONVERTER</i>	
<p>ABSTRAK</p> <p>Penelitian ini membahas karakteristik dan perancangan induktor tipe E teknik <i>tape winding</i> pada <i>boost converter</i>. induktor yang digunakan adalah tipe E dengan alasan harga ekonomis dan mudah didapatkan. Teknik lilitan yang digunakan adalah <i>tape winding</i>, teknik tersebut menggunakan lempengan tembaga sebagai lilitan. Induktor Tipe E akan diuji dengan menggunakan <i>boost converter</i>. Cara pengujiannya adalah dengan memberikan variasi tegangan masukan, <i>switching</i> frekuensi, dan beban lampu pijar. Dari pengujian tersebut nantinya bisa mendapatkan karakteristik dari induktor tipe E yang menggunakan teknik <i>tape winding</i>.</p>	
Kata Kunci : Induktor tipe E, <i>boost converter</i> , <i>tape winding</i> .	
Moch. Dhika Pradana NPM : 0906602830 Departemen Teknik Elektro	The lecturer of consultant Dr. Ir. Feri Yusivar M.Eng
THE ANALYSIS OF POWER INDUCTOR E TYPE WITH TAPE WINDING TECHNIQUE ON BOOST CONVERTER	
<p>ABSTRACT</p> <p>In this research, the characteristics and design of inductors E type with tape winding technique on boost converter is discussed. Inductor type used is E because it is easy to find and economical in price. Tape winding technique is used in this research. This technique uses copper sheet as coil. Inductor E type will be tested by using boost converter. The testing of inductor E type is by giving variation of input voltage, switching frequency, and incandescent loads. The result of the testing will be able to get the characteristics of the inductor type E using tape winding technique.</p>	
Key Word : Inductor E type, boost converter, tape winding.	

DAFTAR ISI

JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	x
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Sistematika penulisan	3
BAB II LANDASAN TEORI	
2.1 Induktor.....	4
2.1.1 Konstruksi Induktor.....	4
2.1.2 Jenis – jenis lilitan induktor.....	5
2.1.2.1 Lilitan ferit sarang madu.....	5
2.1.2.2 Lilitan inti toroid.....	5
2.1.2.3 <i>Tape Winding</i>	5
2.1.3 Prinsip Kerja Induktor	6
2.1.3.1 Medan Magnet.....	6
2.1.3.2 Pengisian Induktor.....	8
2.1.3.3 Pengosongan Induktor	8
2.1.4 Berbagai Bentuk Dan Karakteristik Induktor.....	9
2.3 DC-DC <i>converter</i>	15
BAB III PERANCANGAN DAN CARA KERJA SISTEM	
3.1 Gambaran Sistem.....	21
3.2 Perancangan Alat.....	21
3.2.1 Perancangan Rangkaian <i>Rectifier</i>	21

3.2.2 Perancangan Rangkaian <i>Boost Converter</i>	22
3.2.3 Perancangan Rangkaian <i>Driver</i>	23
3.3 Perancangan Induktor	24

BAB IV HASIL DAN ANALISA RANCANGAN

4.1 Pengujian Berdasarkan Perubahan Frekuensi Terhadap Lilitan....	30
4.2 Pengujian Berdasarkan Perubahan frekuensi Terhadap Beban	35
4.3 Pengujian Berdasarkan Perubahan Tegangan Masukan Terhadap Lilitan.....	36
4.4 Pengujian Berdasarkan Perubahan Tegangan Masukan Terhadap Beban	38

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan.....	45
5.2 Saran	46

DAFTAR PUSTAKA.....	47
----------------------------	-----------

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Induktor tape winding	6
Gambar 2.2	Induktor terhubung dengan sumber tegangan DC	7
Gambar 2.3	Induktor terhubung sumber tegangan AC	7
Gambar 2.4	Rangkaian Pengisian Induktasi dengan tegangan DC.....	8
Gambar 2.5	Rangkaian Pengisian Induktasi dengan tegangan AC.....	8
Gambar 2.6	Rangkaian Pengosongan Induktasi	9
Gambar 2.7	Grafik Arus Pengisian dan Pengosongan.....	9
Gambar 2.8	Inti Ferit Tipe <i>Pot Core</i>	10
Gambar 2.9	Toroid.....	11
Gambar 2.10	Bentuk EER.....	12
Gambar 2.11	Bentuk Inti Ferit Tipe ETD.....	13
Gambar 2.12	<i>E core</i>	13
Gambar 2.13	<i>U core</i>	14
Gambar 2.14	EER <i>core</i>	15
Gambar 2.15	Dc-dc converter	15
Gambar 2.16	Rangkaian Dasar <i>Boost Converter</i>	16
Gambar 2.17	kondisi Q = <i>ON</i> , (b) kondisi Q = <i>OFF</i> [2]	16
Gambar 2.18	Energi transfer pada saat (a) $I_L > I_O$ (b) $I_L < I_O$ (c) $I_L = 0$	17
Gambar 2.19	arus induktor, arus kapasitor, dan tegangan keluaran pada CCM.(a) CISM. (b)IISM.....	18
Gambar 2.20	arus induktor, arus kapasitor dan tegangan keluaran pada mode DCM.....	19
Gambar 3.1	Blok diagram <i>Boost Converter</i>	21
Gambar 3.2	Rangkaian <i>Rectifier</i>	21
Gambar 3.3	Rangkaian <i>Rectifier</i> dan <i>Boost Converter</i>	22
Gambar 3.4	Rangkaian <i>Driver</i>	23
Gambar 3.5	Dimensi induktor tipe E. (a) induktor tampak atas. (b) Induktor tampak samping	25
Gambar 3.6	Kayu sebagai inti lilitan	26

Gambar 3.7	Ukuran dimensi cetakan. (a) cetakan tampak atas. (b) cetakan tampak samping.	27
Gambar 3.8	Lilitan yang telah diresin.....	27
Gambar 3.9	Induktor dengan teknik tape winding.....	28
Gambar 4.1	Skematik pengukuran.....	29
Gambar 4.2	Gambar pengukuran pada pengujian induktor dengan <i>boost converter</i>	30
Gambar 4.3	Grafik efisiensi berdasarkan switching frekuensi terhadap lilitan	31
Gambar 4.4	Pengujian efisiensi berdasarkan frekuensi terhadap beban.....	36
Gambar 4.5	Grafik efisiensi berdasarkan tegangan input terhadap lilitan.....	37
Gambar 4.6	Grafik efisiensi berdasarkan tegangan input terhadap beban.....	38

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1	Efisiensi boost converter berdasarkan frekuensi terhadap lilitan....	29
Tabel 4.2	Data dengan nilai Lc	32
Tabel 4.3	Efisiensi boost converter berdasarkan frekuensi terhadap beban....	34
Tabel 4.4	Efisiensi boost converter berdasarkan tegangan input terhadap lilitan	35
Tabel 4.5	Efisiensi boost converter berdasarkan tegangan masukan terhadap beban.....	37
Tabel 4.6	Data pengujian lilitan 10 dengan beban lampu 12,5 watt	38
Tabel 4.7	Data pengujian lilitan 15 dengan beban lampu 12,5 watt	39
Tabel 4.8	Data pengujian lilitan 15 dengan beban lampu 50 watt	40
Tabel 4.9	Data pengujian lilitan 15 dengan beban lampu 80 watt	41
Tabel 4.10	Data pengujian lilitan 20 dengan beban lampu 12,5 watt	42

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sumber energi menjadi perhatian yang semakin serius akhir-akhir ini. Energi terbarukan menjadi sorotan ditengah-tengah isu pemanasan global dan juga seruan: “*Go Green*”. Perpindahan penggunaan energi bukan terbarukan menuju kepada energi terbarukan menjadi salah satu harapan dalam mengurangi atau meredam pemanasan global. Penelitian demi penelitian dilakukan untuk mengembangkan energi terbarukan bahkan menciptakan energi terbarukan yang baru.

Dalam lingkup kelistrikan, sel surya termasuk energi terbarukan ketiga tertua setelah PLTA (Pembangkit Listrik Tenaga Air) dan PLTPB (Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi). 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.

Energi matahari diubah menjadi energi listrik pada keping *photovoltaic* ini menjadi konsep dasar dari energi sel surya. Salah satu tolak ukur dari performansi sel surya adalah efisiensi. Akan tetapi pada kenyataannya, efisiensi dari sel surya yang ada saat ini masih rendah. Antara lain sel surya jenis monocrystalline silicon efisiensinya 12-15 %, jenis multycrystalline silicon 10-13 %, amorphous silicon 6-9 %. Untuk itu perlu upaya untuk meningkatkan tegangan keluaran yang dihasilkan oleh sel surya, disinilah peran dari *boost converter* diperlukan. Kinerja *boost converter* tidak lepas dari kinerja induktor.

Pada penelitian ini akan dibahas analisa karakteristik induktor tipe E khususnya yang menggunakan teknik *tape winding*. Hasil dari penelitian ini, penulis mengharapkan selain dapat menganalisa karakteristik induktor tipe E juga dapat memberikan gambaran mengenai induktor yang bagaimana sehingga bisa meningkatkan kinerja *boost converter*, serta sebagai bahan diskusi atau tambahan

bagi para pembaca atau mahasiswa yang akan membuat tugas akhir yang berkaitan tentang induktor.

1.2 Rumusan Masalah

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

- Bagaimana cara pembuatan induktor tipe E dengan penggunaan teknik *tape winding*?
- Bagaimana prinsip kerja dan karakteristik induktor tipe E?
- Bagaimana merancang induktor pada DC – DC converter dengan menggunakan inti ferit yang dipasaran?

1.3 Batasan Masalah

Pada penelitian ini, batasan masalah yang ditetapkan oleh penulis adalah sebagai berikut:

- Induktor yang digunakan adalah tipe E yang ada di pasaran.
- Induktor dirancang dengan menggunakan teknik *tape winding* dan memiliki lilitan berjumlah 10, 15, dan 20.
- Pengujian induktor dilakukan dengan cara menggunakan *boost converter*.
- Pengujian induktor dilakukan dengan cara memberikan variasi *switching* frekuensi (1 - 30KHz), beban lampu (25W, 50W, 80W) dan sumber tegangan (1 - 30V).
- Temperatur kerja yang diperbolehkan pada komponen IGBT di *boost converter* adalah berkisar 40° C.

1.4 Tujuan Penelitian

Penulisan karya tulis skripsi ini bertujuan untuk:

- Merancang induktor tipe E dengan menggunakan teknik *tape winding*.
- Menganalisis karakteristik induktor tipe E.

- Merancang induktor menggunakan tipe E yang ada di pasaran

1.5 Sistematika Penulisan

Dalam penulisan tugas akhir ini akan disusun secara sistematis yang terdiri atas bagian – bagian yang saling berhubungan sehingga diharapkan akan mudah dipahami dan dapat diambil manfaatnya. Bab satu menjelaskan latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penulisan, cara memperoleh data dan sistematika penulisan. Bab dua membahas tentang landasan teori yang menjadi dasar komponen induktor dan rangkaian *boost converter*. Bab tiga membahas tentang metoda perancangan dan pembuatan sistem yang digunakan untuk menguji induktor dengan memakai rangkaian *boost converter*. Bab empat membahas tentang data-data hasil percobaan, pembahasan serta analisis data yang dilakukan pada saat pengujian.. Bab lima berisi kesimpulan dari seluruh pembahasan karya tulis ini.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Induktor

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, lilitan membantu membuat medan magnet yang kuat didalam kumparan dikarenakan hukum induksi Faraday.[7]

Fungsi Induktor adalah sebagai berikut:

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

2.1.1 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-kali 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 alternatif. [7]

2.1.2 Jenis – Jenis Lilitan Induktor

2.1.2.1 Lilitan ferit sarang madu

Lilitan sarang madu dililit dengan cara bersilangan untuk mengurangi efek kapasitansi terdistribusi. Ini sering digunakan pada rangkaian tala pada penerima radio dalam jangkah gelombang menengah dan gelombang panjang. Karena konstruksinya, induktansi tinggi dapat dicapai dengan bentuk yang kecil.

2.1.2.2 Lilitan inti toroid

Sebuah lilitan sederhana yang dililit dengan bentuk silinder menciptakan medan magnet eksternal dengan kutub utara-selatan. Sebuah lilitan toroid dapat dibuat dari lilitan silinder dengan menghubungkannya menjadi berbentuk donat, sehingga menyatukan kutub utara dan selatan. Pada lilitan toroid, medan magnet ditahan pada lilitan. Ini menyebabkan lebih sedikit radiasi magnetik dari lilitan, dan kekebalan dari medan magnet eksternal.

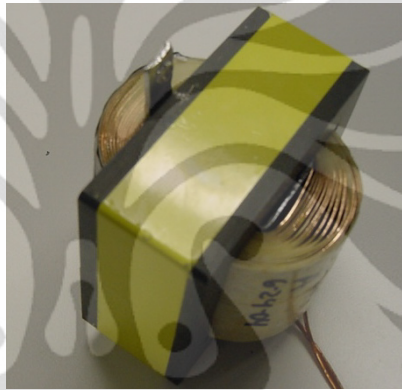
2.1.2.3 *Tape winding.*

Tape winding sering digunakan pada aplikasi dengan arus DC yang besar karena memiliki nilai tahanan DC yang rendah.

Tape winding ini memiliki beberapa keuntungan. Yaitu: karena ukuran kumparannya yang tipis sehingga membuat ruang kosong pada induktor dapat digunakan lebih efisien, lebih tahan panas karena massa konduktor dapat menarik panas dari pusat kumparan lebih efektif dari kawat. Keuntungan lainnya adalah

tape winding mempunyai kekuatan mekanik yang lebih besar dari pada lilitan kabel, sehingga membuat *tape winding* jauh lebih kuat.

Salah satu karakteristik yang penting dari *tape winding* adalah kekerasan. *tape winding* dibagi tiga berdasarkan tingkat kekerasannya. Yaitu: keras, setengah keras dan lunak. Pemakaian tingkat kekerasan ini bermacam-maca sesuai dengan kebutuhan. Tingkat kekerasan lunak adalah yang paling banyak digunakan. Tingkat kekerasan ini lebih terkenal dibandingkan yang lain karena lebih mudah untuk dililit dan disolder. Contoh dari gambar induktor dengan teknik *tape winding* dapat dilihat pada gambar 2.1 [1]

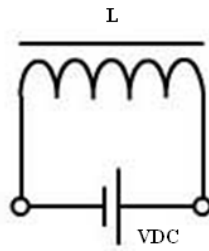


Gambar 2.1. *Induktor tape winding.*

2.1.3 Prinsip Kerja Induktor

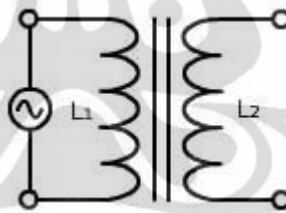
2.1.3.1 Medan Magnet

Pada tegangan DC, garis - garis gaya magnet akan terjadi pada saat arus listrik mengalir melalui kabel. Pada saat arus mengalir melalui *coil* (kumparan) yang dibuat dari kabel yang digulung, akan terjadi garis-garis gaya dalam arah sama yang membangkitkan medan magnet. Kekuatan medan magnet sama dengan jumlah garis-garis gaya magnet, dan berbanding lurus dengan hasil kali dari jumlah gulungan dalam kumparan dan arus listrik yang melalui kumparan tersebut. gambar skematik dari induktor terhubung DC adalah sebagai berikut:



Gambar 2.2. Induktor terhubung dengan sumber tegangan DC

Pada tegangan AC, bila dua kumparan ditempatkan berdekatan satu sama lain dan salah satu kumparan (L_1) diberi arus listrik AC, pada L_1 akan terjadi fluks magnet. Fluk magnet ini akan melalui kumparan kedua (L_2) dan akan membangkitkan emf (*elektro motorive force*) pada kumparan L_2 . Efek seperti ini disebut induksi timbal balik (*mutual induction*). Hal seperti biasanya terjadi pada transformator daya. Gambar induktor terhubung pada tegangan AC dapat dilihat sebagai berikut:



Gambar 2.3. Induktor terhubung sumber tegangan AC

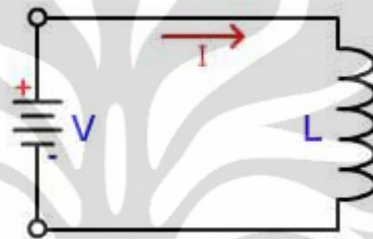
Perlawanan yang diberikan kumparan tersebut dinamakan reaktansi induktif. Reaktansi Induktif ini diberi simbol X_L dalam satuan Ohm.

$$X_L = 2\pi fL \quad (2.1)$$

Dimana nilai π adalah 3.14, f adalah frekwensi arus bolak-balik (Hz), dan L adalah Induktansi (Henry).

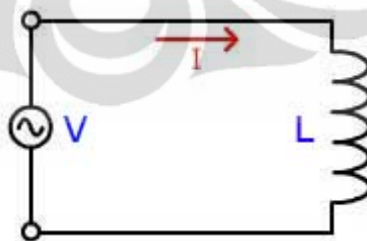
2.1.3.2 Pengisian Induktor

Pada saat arus listrik mengalir pada kumparan yang digulung, akan terjadi garis-garis gaya dalam arah sama membangkitkan medan magnet. Kekuatan medan magnet sama dengan jumlah garis-garis gaya magnet dan berbanding lurus dengan hasil kali dari jumlah gulungan dalam kumparan dan arus listrik yang melalui kumparan tersebut. Contoh rangkaian dengan tegangan DC :



Gambar 2.4. Rangkaian Pengisian Induktasi dengan tegangan DC

Bila arus bolak – balik mengalir pada induktor, maka akan timbul gaya gerak listrik (ggl) induksi Hal ini berarti antara arus dan tegangan berbeda fase sebesar $\pi / 2 = 90^0$ dan arus tertinggal (lag) dari tegangan sebesar 90^0 . 2.Jif merupakan perlawanan terhadap aliran arus. Berikut gambar rangkaian dengan sumber AC:

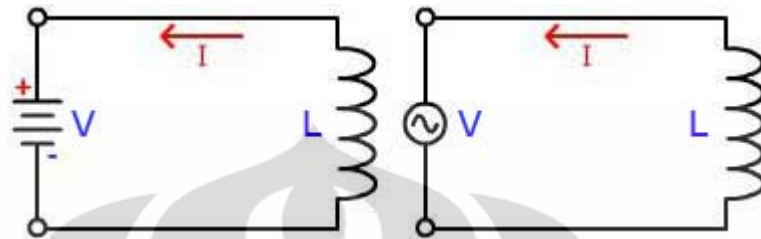


Gambar 2.5. Rangkaian Pengisian Induktasi dengan tegangan AC

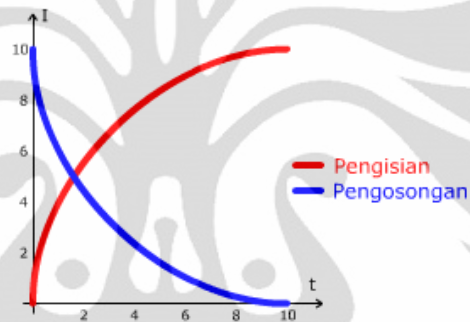
2.1.3.3 Pengosongan Induktor

Bila arus listrik I sudah memenuhi lilitan , maka terjadilah arus akan bergerak berlawanan arah dengan proses pengisian sehingga pembangkitan medan magnet dengan garis gaya magnet yang sama akan menjalankan fungsi dari lilitan

tersebut makin tinggi nilai L (induktansi) yang dihasilkan maka makin lama proses pengosongannya. Gambar rangkaian pengosongan induktansi dapat dilihat pada gambar 2.6 .[8]



Gambar 2.6. Rangkaian Pengosongan Induktansi



Gambar 2.7. Grafik Arus Pengisian dan Pengosongan

Keterangan :

t adalah waktu pengisian (detik)

L adalah induktansi (Henri)

R adalah hambatan (Ω)

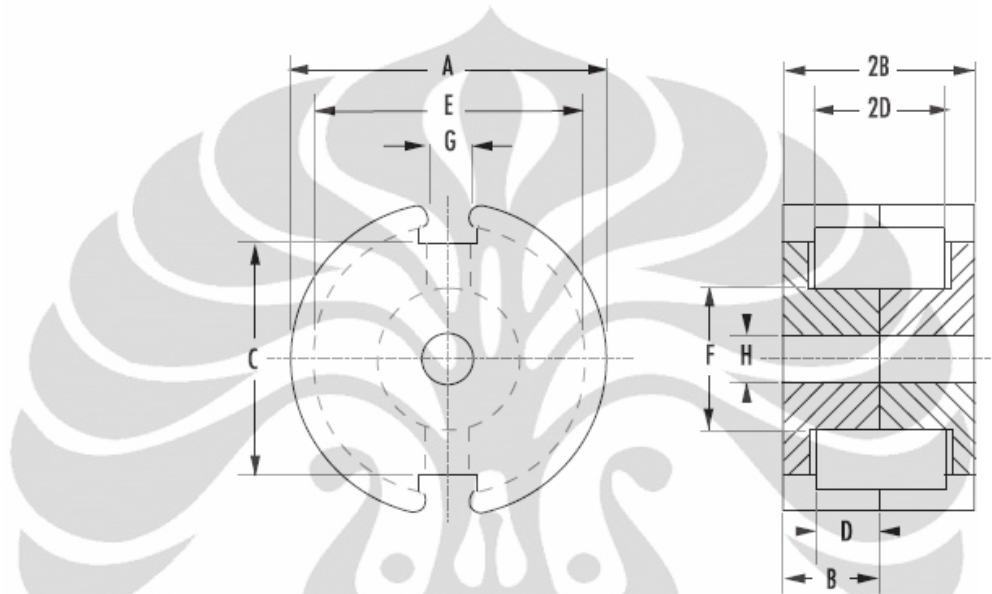
2.1.4 Berbagai Bentuk Dan Karakteristik Induktor

a) Pot Core

Inti ferit bentuk ini sangat sesuai untuk beberapa aplikasi tertentu. Jenis ini juga memiliki nilai Q dan induktansi yang baik dan stabil terhadap suhu. Pada saat di-assembly, ia akan 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.

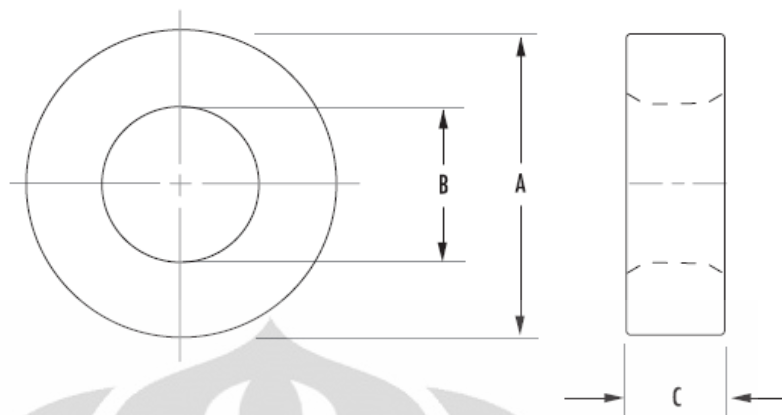
Aplikasi :Trafo Pita Lebar, Trafo Pita Sempit, Trafo Konverter / Inverter, pada *Pot Core* tanpa *gap*, trafo daya, induktor pada bidang telekomunikasi, *differential inductor*



Gambar 2.8 Inti Ferit Tipe Pot Core

b) Toroid

Ferit toroid memiliki tingkat efisiensi magnet yang tinggi, toroid ini tidak memiliki air-gap, dan bentuk penampang melintangnya yang simetris. Beberapa jenis toroid cocok untuk digunakan pada transformator dengan nilai frekuensi yang besar.

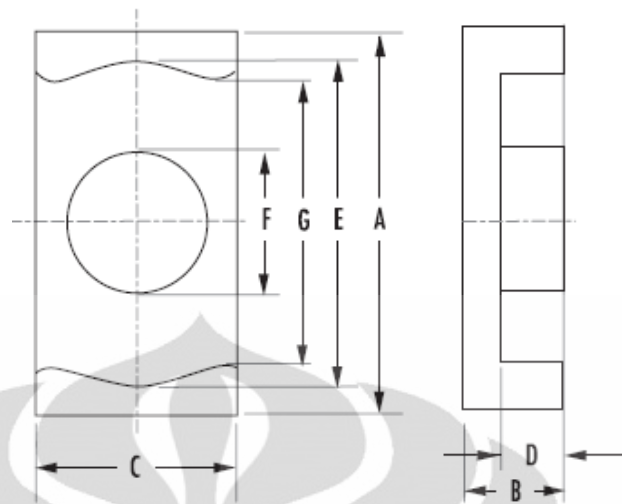


Gambar 2.9 *Toroid*

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

c) Bentuk ER

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

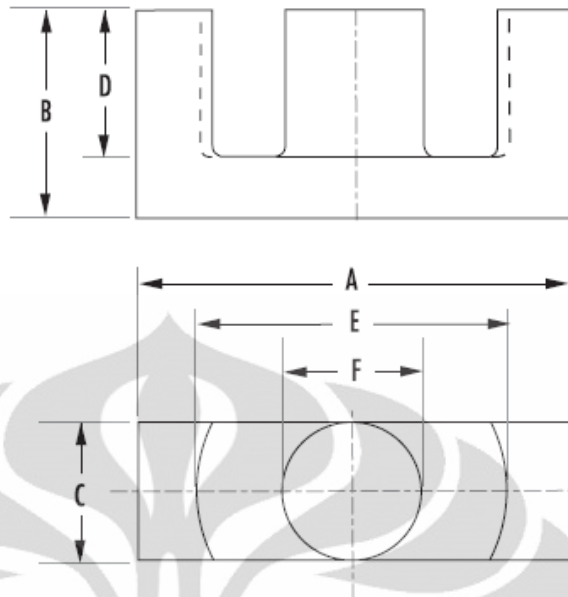


Gambar 2.10 Bentuk EER

d) Bentuk ETD

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

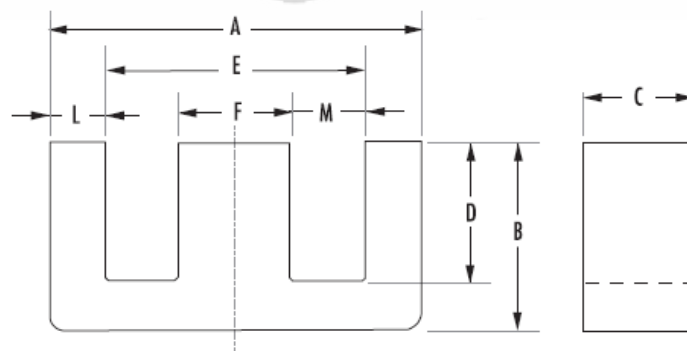
Aplikasi dari ETD *core* adalah Trafo Pita Lebar, Trafo pita sempit, induktor untuk dunia telekomunikasi, trafo daya, differential inductors



Gambar 2.11 Bentuk Inti Ferit Tipe ETD

e) E Core

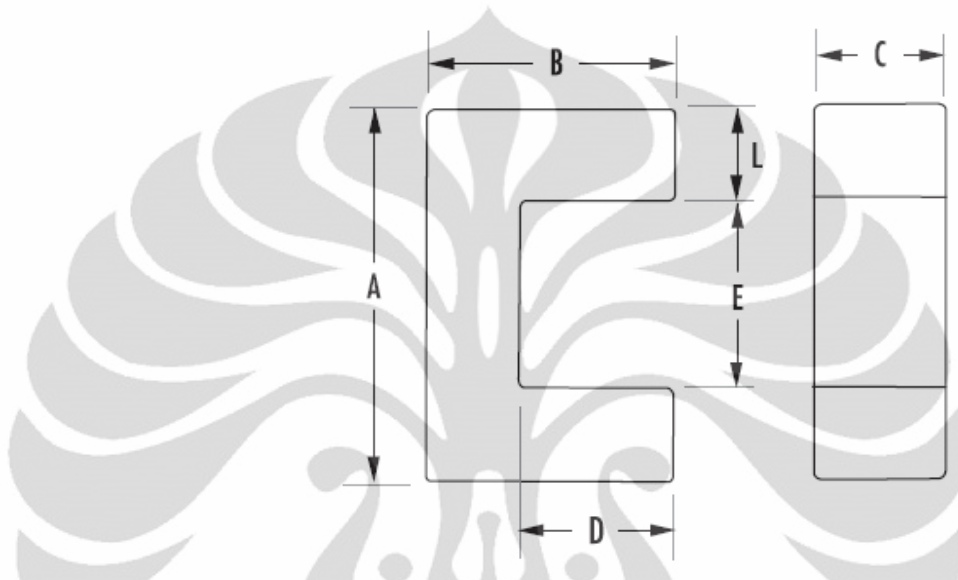
Ferit jenis E ini lebih murah dari pada pot *core* dan memiliki keuntungan yaitu kemudahan *assembly* dan bobbin yang sederhana. Ferit E dapat ditekan ke beberapa ketebalan yang berbeda. Ferit jenis E juga tersedia dalam beberapa ukuran, beserta dengan bobbin nya. Aplikasi dari E core dapat ditemukan pada induktor Telkom, transformer inverter dan conveter.



Gambar 2.12. E core

f) U core

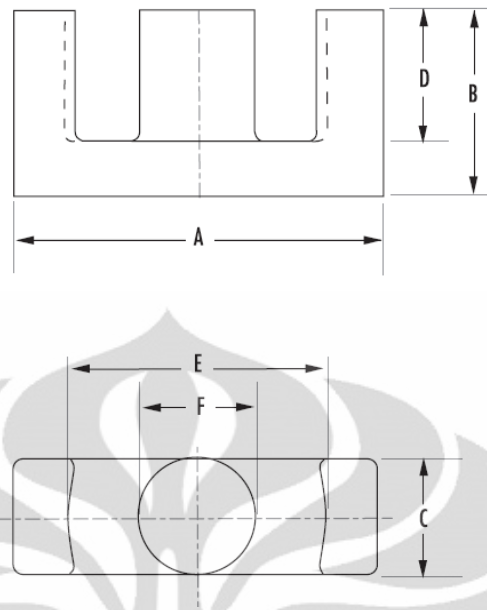
Bentuk U core ini biasanya digunakan pada operasi daya dalam ruangan sempit. Panjang kaki U core ini membantu memperkecil kemungkinannya terjadi kebocoran induktansi dan memfasilitasi isolasi tegangan. Aplikasi dari U core terdapat pada aplikasi transformasi.



Gambar 2.13 U core

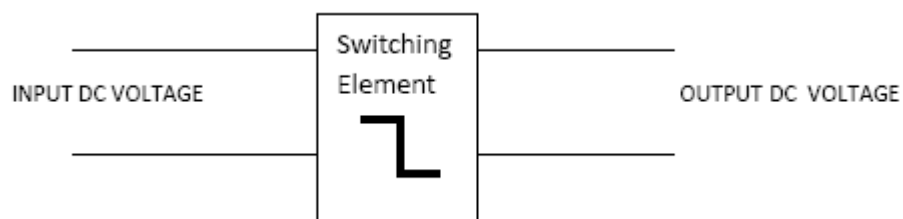
g) EER Core

Eer core adalah pilihan yang ekonomis untuk transformer dan induktor. Memiliki keuntungan membutuhkan jalur lilitan yang lebih pendek dari pada inti ferit yang berbentuk persegi. Aplikasinya banyak terdapat pada induktor diferensial dan transformasi daya. [5]

Gambar 2.14 *EER Core*

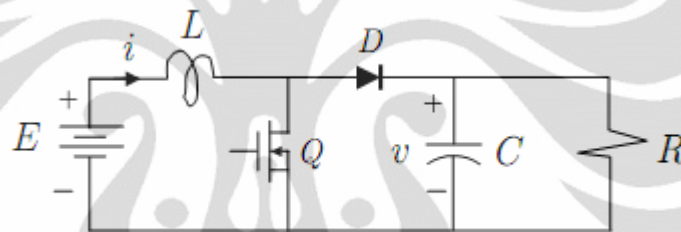
2.2 DC DC Converter

Dc-dc converter merupakan rangkaian elektronika power untuk mengubah suatu masukan tegangan dc menjadi tegangan dc keluaran dengan nilai yang lebih besar atau kecil dari tegangan masukan. Pada skripsi ini, rangkaian *dc-dc converter* yang akan dibahas merupakan *switched-mode dc-dc converter*, atau biasa disebut dengan *switching power supply*. Tegangan dc masukan dari proses *dc-dc converter* tersebut adalah berasal dari sumber tegangan dc yang biasanya memiliki tegangan masukan yang tetap. Pada dasarnya, tegangan keluaran dc yang ingin dicapai adalah dengan cara pengaturan lamanya waktu perhubungan antara sisi keluaran dan sisi masukan pada rangkaian yang sama. Berikut adalah dasar skematik dari :

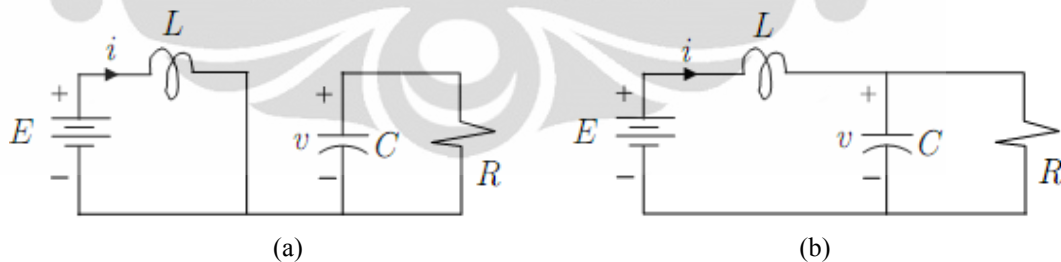
Gambar 2.15. *Dc-dc converter*

Dasar dari *switching power supply* terdiri dari tiga topologi yaitu *buck* (*step-down*), *boost* (*step-up*) dan *buckboost* (*step-up/down*). Ketiga rangkaian dasar *switching power supply* ini merupakan *nonisolated dc-dc converter* di mana masukan dan keluaran dengan *grounding* yang sama.

Model ini didisain untuk menghasilkan tegangan magnitude keluaran lebih besar dari tegangan inputan . Rangkaian ini, seperti ditunjukkan gambar 2.16, berupa Induktor (L), dioda (D), kapasitor (C) dan Sakelar (Q) dengan tegangan masukan (E) dan beban (R) sebagai tegangan keluaran. Dalam praktiknya, sakelar (Q) yang digunakan dapat berupa MOSFET atau IGBT. Dengan membuatnya seperti selektor maka akan didapat 2 kondisi rangkaian yaitu kondisi $Q = ON$ dan $Q = OFF$ seperti ditunjukkan pada gambar di bawah ini

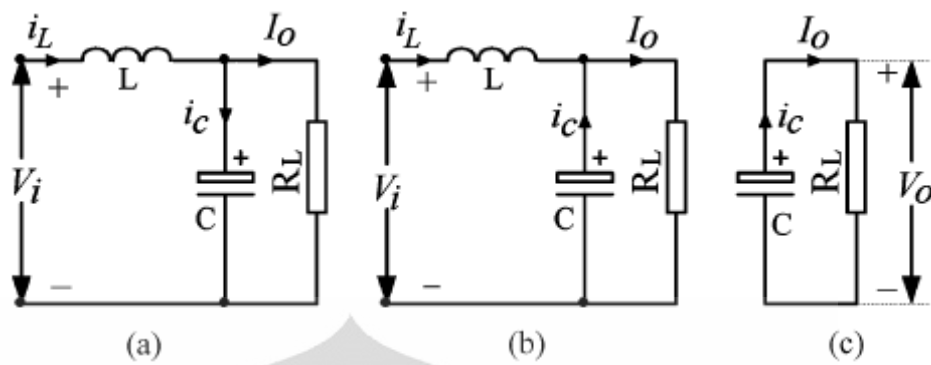


Gambar 2.16. Rangkaian Dasar *Boost Converter*



Gambar 2.17 (a) kondisi $Q = ON$, (b) kondisi $Q = OFF$ [2]

Pada umumnya, mode operasi dari boost converter ini terbagi 2 tipe. Yaitu CCM (Continuous Conduction Mode) biasa disebut dengan mode kontinyu dan DCM (Discontinuous Conduction Mode) yang biasa disebut dengan mode diskontinyu.

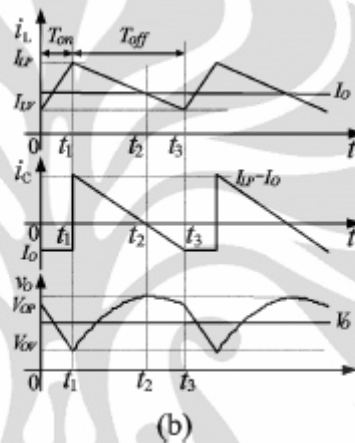
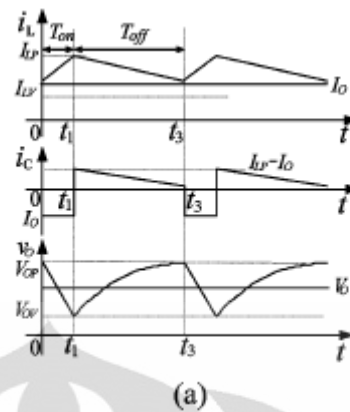


Gambar 2.18 Energi transfer pada saat (a) $I_L > I_O$ (b) $I_L < I_O$ (c) $I_L = 0$

A. Mode Kontinyu

Boost Converter bisa dikatakan bekerja pada mode kontinyu dapat dilihat dengan cara membandingkan arus induktor dengan arus keluaran I_O . Energi transfer pada mode kontinyu ini dapat terbagi menjadi 2: yaitu Complete Inductor Supplying Mode (CISM) jika arus induktor lebih besar dari arus output I_O dan Incomplete Supplying Mode (IISM) jika arus input induktor lebih kecil dari arus output I_O .

Pada CISM. Induktor tidak hanya mensuplai energi ke beban, tapi juga ke kapasitor. Skematik rangkaian dapat dilihat pada gambar 2.18 (a). bentuk gelombang dari arus induktor, arus kapasitor dan tegangan kapasitor dalam mode CISM dapat dilihat pada gambar 2.19(a). dimana I_{LP} adalah *peak* dari arus induktor, T_{on} dan T_{off} adalah Turn-on dan turn-off dari power switch, V_{cp} dan V_{cv} adalah *peak* dan tegangan minimum kapasitor.



Gambar 2.19 arus induktor, arus kapasitor, dan tegangan keluaran pada CCM. (a) CISM. (b) IISM

Pada IISM, bentuk gelombang dari arus induktor, arus kapasitor dan tegangan kapasitor dapat dilihat 2.19(b). energy transfer pada proses turn-off ini dapat terbagi menjadi 2 tahap.

Tahap pertama adalah kondisi pada saat induktor dikosongkan. Dapat dilihat pada gambar 2.18(a). pada kasus ini arus induktor $I_L > I_o$, dimana proses ini tidak hanya mensuplai energy ke beban tapi juga ke kapasitor. Tegangan kapasitor turun dari T_1 ke T_2 seperti gambar 2.18(b).

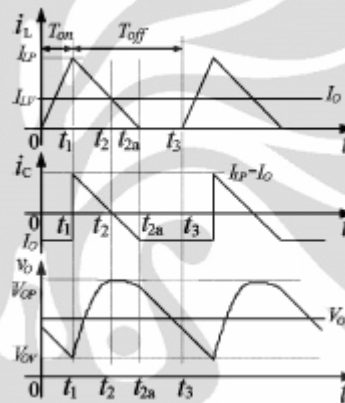
Tahap kedua adalah kondisi pada saat induktor dan kapasitor memberikan energi ke beban. ($I_L < I_o$) dan tegangan kapasitor turun dari T_2 ke T_3 seperti gambar 2.18(b). adapun persamaan untuk menghitung tegangan keluaran dari *boost converter* adalah sebagai berikut:

$$V_o = \frac{V_s}{1-D} \quad (2.2)$$

Dimana V_o adalah tegangan keluaran, V_s adalah tegangan masukan. Dan D adalah *Duty cycle*.

B. Mode Diskontinyu

Bentuk gelombang dari arus induktor, arus kapasitor dan tegangan kapasitor dapat dilihat pada gambar 2.20. Energi transfer dapat dibagi menjadi 3 tahap.



Gambar 2.20. arus induktor, arus kapasitor dan tegangan keluaran pada mode DCM

Tahap 1 adalah kondisi pada saat induktor melakukan pengosongan energi. Rangkaian dapat dilihat pada gambar 2.18(a). kondisi $I_L > I_O$, tidak hanya mensuplai energy untuk beban, tapi juga mensuplai kekapasitor. Tegangan kapasitor meningkat dari t_1 ke t_2 .

Tahap 2 adalah kondisi pada saat induktor dan kapasitor mensuplai beban. Gambar skematik dapat dilihat pada gambar 2.18(b). kondisi ini terus berlanjut sampai arus induktor mencapai 0.

Tahap 3 adalah kondisi pengosongan energy oleh kapasitor. Dioda D diblok karena $I_L = 0$. Skematik rangkaian dapat dilihat pada gambar 2.18(c). tegangan kapasitor tetap menurun sampai *power switch* kembali ke siklus awal.

C. Kondisi Kritis dan induktansi kritis

Untuk *boost converter*, kondisi kritis dari mode CCM dan DCM adalah pada saat $I_{LV} = 0$. Formula dari induktansi kritis (L_C) adalah

$$L_C = \frac{R_L V_i^2 (V_o - V_i)}{2fV_o^3} \quad (2.3)$$

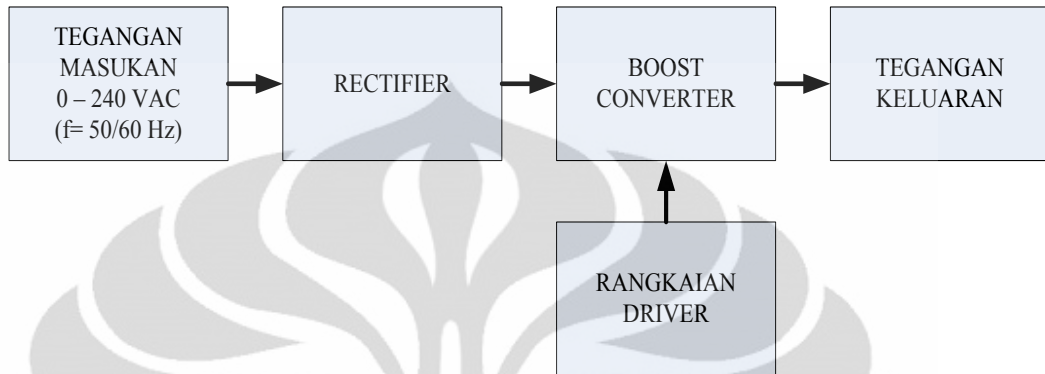
Dimana f adalah frekuensi, dan R_L adalah tahanan beban, V_O dan V_i adalah tegangan output dan tegangan input. Jika $L > L_C$, maka *converter* bekerja pada mode CCM. Jika $L < L_C$ maka *converter* bekerja pada mode DCM.

Aplikasi *boost converter* dapat ditemukan pada peraralatan baterai, seperti laptop dimana dibutuhkan tegangan dalam yang besar daripada tegangan yang dihasilkan oleh baterai. [2]

BAB III

PERANCANGAN DAN CARA KERJA SISTEM

3.1. Gambaran Sistem

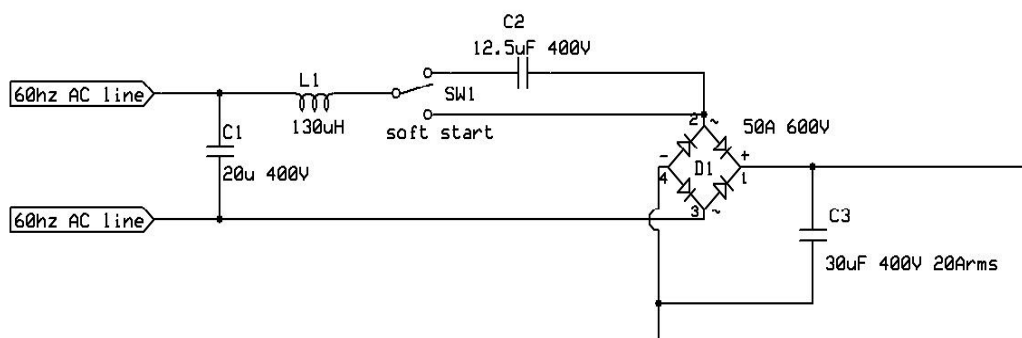


Gambar 3.1. Blok diagram *Boost Converter*

Rangkaian *boost converter* ini merupakan rangkaian yang bertujuan untuk menstabilkan tegangan masukan. Sistem *boost converter* ini mendapat masukan dari *variable AC*. Rangkaian *rectifier* pada blok diagram diatas berfungsi sebagai pengubah tegangan AC menjadi DC. Tegangan keluaran dari rangkaian *rectifier* ini akan digunakan sebagai tegangan masukan pada rangkaian *boost converter*. Rangkaian *driver* di blok diagram berfungsi untuk memberikan *switching frequency*.

3.2. Perancangan Alat

3.2.1. Perancangan Rangkaian Rectifier



Gambar 3.2. Rangkaian *Rectifier* [4]

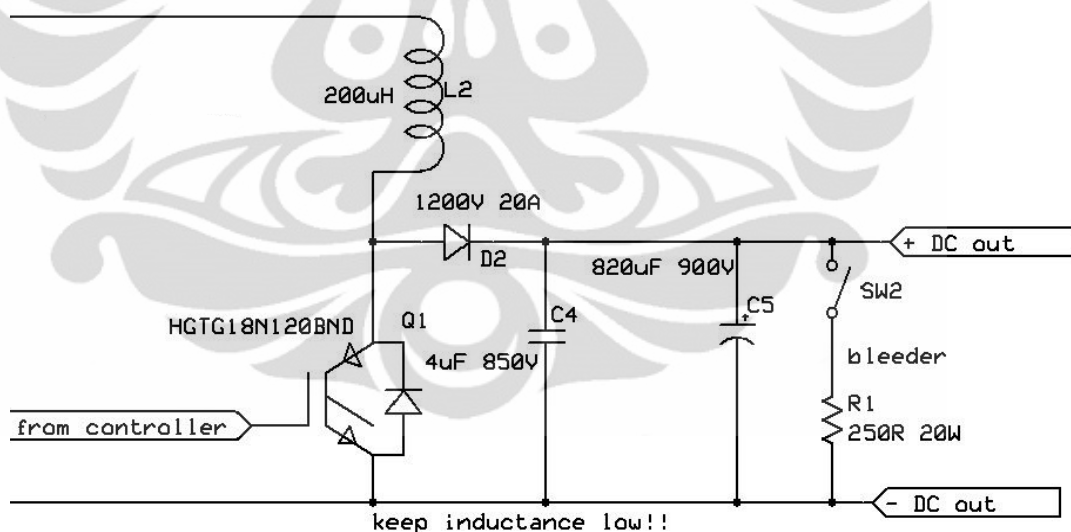
Rangkaian ini dirancang dengan tujuan untuk mendapatkan tegangan DC yang akan digunakan sebagai tegangan masukan pada rangkaian boost converter, hal ini dikarenakan pada penelitian ini menggunakan sumber tegangan langsung dengan tegangan sebesar 220 VAC.

Spesifikasi rangkaian rectifier diatas sebagai berikut :

1. Kapasitor 1 (C1) sebesar 20uF 400V
2. Kapasitor 2 (C2) sebesar 12.5uF 400V
3. Saklar 3 posisi.
4. Induktor solenoid

3.2.2. Perancangan Rangkaian *Boost Converter*

Rangkaian *boost converter* yang digunakan dalam penelitian ini seperti gambar dibawah ini yang sudah digabungkan dengan rangkaian rectifier yang berfungsi sebagai penyearah tegangan AC.



Gambar 3.3. Rangkaian Rectifier dan Boost Converter [4]

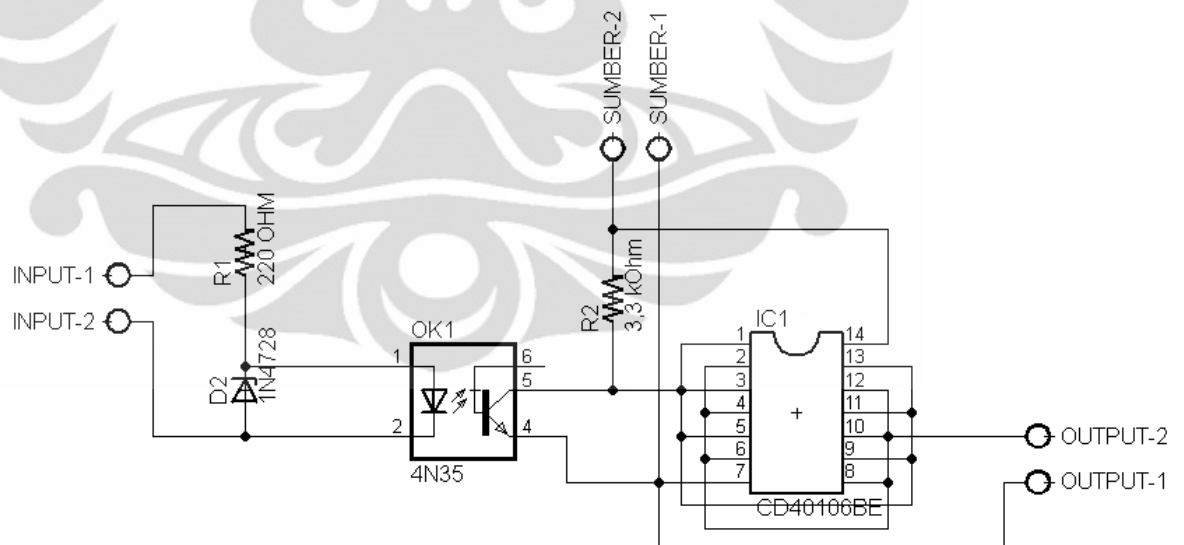
Beberapa komponen yang digunakan dalam rangkaian diatas diperoleh dengan cara merakit seperti induktor pada rangkaian rectifier, induktor pada boost konverter yang nantinya induktor inilah yang akan menjadi pembahasan lebih terperinci untuk mendapatkan bentuk induktor dengan spesifikasi yang maksimal dan tepat agar boost converter mampu bekerja secara maksimal, kapasitor 820 uF.

Induktor pada rangkaian rectifier dibuat sendiri dengan menggunakan kawat berselubung tipis (*email*) berdiameter 0.7 mm yang dibelitkan pada sebuah inti ferit bentuk solenoid. Induktor pada rangkaian boost converter dibuat dengan menggunakan ferit bentuk E. Kapasitor 820 μF yang digunakan adalah tipe elektrolit dengan batas maksimum tegangannya 800 VDC. Di pasaran tidak akan ditemukan kapasitor dengan spesifikasi demikian. Maka dibuatlah rangkaian kapasitor yang terdiri dari 4 buah kapasitor 820 μF / 400 VDC yang dirangkaiseri-paralel untuk mendapatkan spesifikasi 820 μF / 800 VDC.

Boostkonverter ini dirancang untuk berkerja pada spesifikasi komponen sebagai berikut:

1. Diode 1200 V, 20A
2. Komponen IGBT FGA25N120 ANTD
3. Kapasitor 4 μF 850 V

3.2.3 Perancangan Rangkaian *Driver*



Gambar 3.4. Rangkaian *Driver*

Pada rangkaian driver ini terdapat 2 komponen utama yaitu *optocoupler* dan *IC CMOS Schmitt trigger*. *Optocoupler* memerlukan sumber frekuensi yang berasal dari *function generator*. Besar frekuensi yang digunakan akan dibahas

pada bab berikut nya. *IC CMOS Schmitt trigger* ini memerlukan tegangan masukan sebesar 15 VDC. Sirkuit yang terdapat pada *IC CMOS* ini dihubungkan secara paralel. kaki-kaki yang dihubungkan dan berfungsi sebagai masukan sinyal adalah kaki (1),(3),(5),(9),(11),(13) dan kaki-kaki yang berfungsi sebagai keluaran adalah kaki (2),(4),(6),(8),(10),(12).

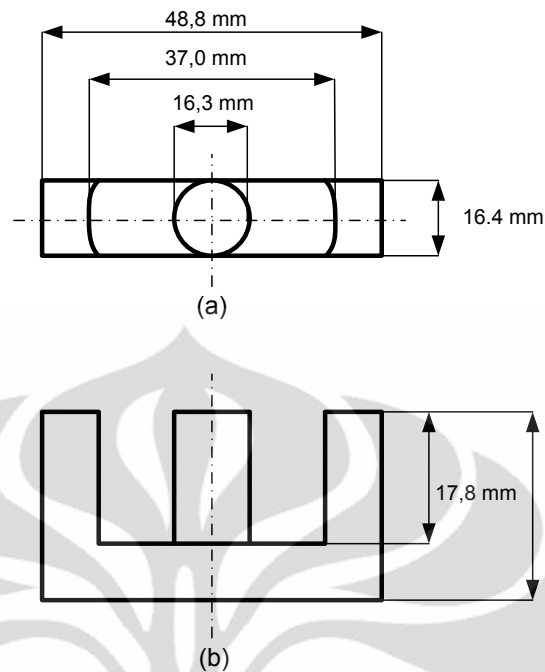
Rangkaian driver yang dirancang digunakan untuk memberikan Pulsa/*clock* ke rangkaian boost converter. *Clock* yang dihasilkan oleh rangkaian driver diperlukan pada saat proses *switching* IGBT. IC CMOS Schmitt trigger disini berfungsi sebagai inverting sinyal yang dihasilkan oleh optocoupler.

Rangkaian driver ini dirancang untuk berkerja pada spesifikasi komponen sebagai berikut:

1. Resistor 220 Ohm dan 3,3 KOhm
2. Dioda 1N4728
3. Optocoupler 4N35
4. IC CMOS Schmitt trigger CD40106BE

3.3 Perancangan Induktor

Induktor yang digunakan oleh penulis adalah induktor tipe E jenis ETD49. Berikut adalah gambar dan ukuran induktor yang digunakan.



Gambar 3.5 dimensi induktor tipe E. (a) induktor tampak atas. (b) Induktor tampak samping.

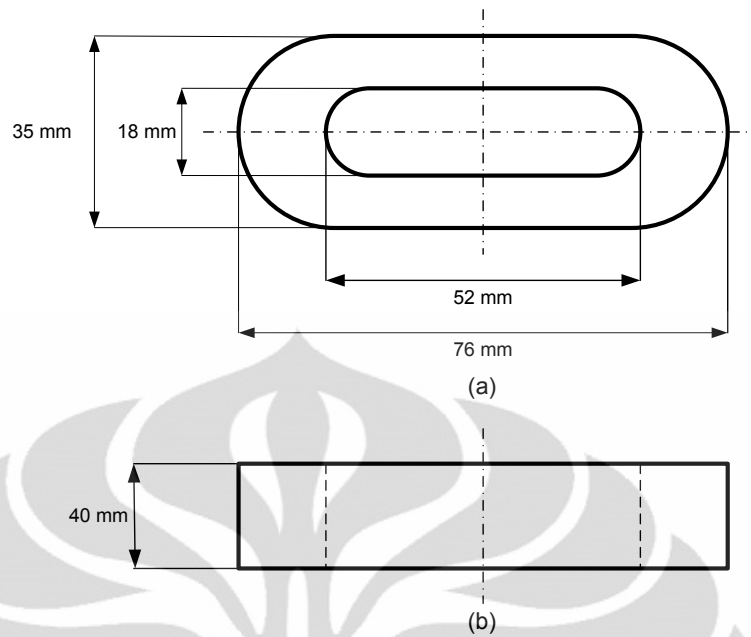
Dalam pembuatan induktor dengan teknik *tape winding* dibutuhkan sedikit pekerjaan tangan. Lilitan induktor yang menggunakan teknik *tape winding* ini agak berbeda dengan lilitan biasa yang menggunakan kawat enamel. teknik ini menggunakan lempengan tembaga sebagai pengganti kawat enamel. Lempengan tembaga yang digunakan oleh penulis memiliki tebal 0,1 mm dan lebar 30 mm. Lempengan tembaga yang telah dililit akan dikeraskan oleh campuran resin dan katalis. Berikut adalah langkah-langkah perancangan induktor dengan teknik *tape winding* :

1. Potong sebuah kayu yang digunakan sebagai inti untuk lilitan. Induktor yang dirancang sebanyak 3 pasang terukur 51 mm x 17 mm , maka ukuran kayu yang dibutuhkan adalah 54 mm x 20 mm. Kayu dibuat lebih besar dengan toleransi ± 3 mm dengan alasan dibutuhkan ruang kosong untuk larutan resin. Berikut gambar kayu yang digunakan sebagai inti lilitan :



Gambar 3.6. Kayu sebagai inti lilitan

2. Potong lempengan tembaga sehingga memiliki lebar 30 mm. dibutuhkan ruang kosong dengan alasan yang sama seperti sebelumnya. lalu lempengan ditemplei isolasi yang tahan panas dan tegangan tinggi. Setelah itu lempengan dililit pada kayu dan ditekan dengan menggunakan ragum. Gunakan kabel sebagai keluaran lilitan ke-n. Lempengan tembaga dapat disambung dengan menggunakan solder dan timah.
3. Membuat cetakan yang digunakan untuk wadah resin. Cetakan di beri toleransi ± 2 mm. cetakan yang dibuat penulis terbuat dari lempengan tembaga dan papan PCB yang digunakan sebagai dasar cetakan. lempengan dan PCB digabung dengan menggunakan solder dan timah. Berikut ukuran cetakan yang digunakan:



Gambar 3.7. Ukuran dimensi cetakan. (a) cetakan tampak atas. (b) cetakan tampak samping.

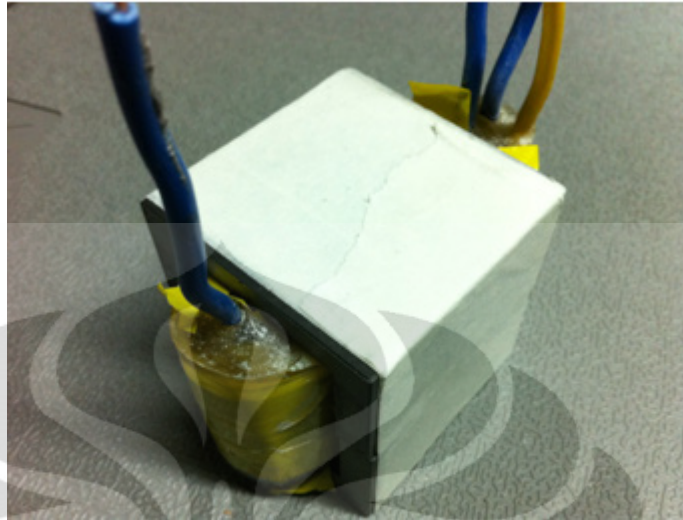
4. Lepas kayu yang dipakai sebagai inti lilitan lempengan tembaga, lalu letakkan lilitan tembaga itu kedalam cetakan. Campurkan larutan resin dan katalis dengan perbandingan 10:1. Sebelum dituangkan kedalam cetakan, aduk rata terlebih dahulu. Lalu tuangkan campuran resin dan katalis kedalam cetakan. Campuran tersebut akan mengeras dalam waktu 2 jam.

Berikut lilitan tembaga yang telah selesai diberi resin :



Gambar 3.8. Lilitan yang telah diresin.

Gambar berikut ini adalah induktor dengan teknik *tape winding*.



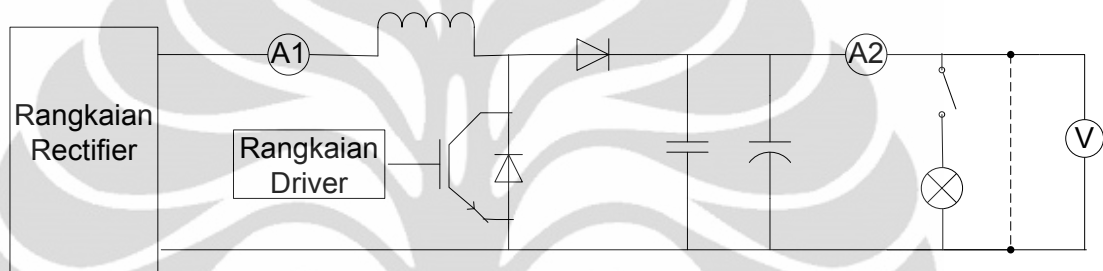
Gambar 3.9 Induktor dengan teknik *tape winding*.

Setelah penulis melakukan perancangan induktor dengan teknik *tape winding*. Penulis melakukan pengukuran nilai induktansi pada induktor tipe E tersebut. Pengukuran nilai induktor dilakukan dengan menggunakan LCR Meter. Untuk lilitan 10 memiliki nilai 22,6 μH , lilitan 15 memiliki nilai 46,4 μH , dan lilitan 20 memiliki nilai 81,6 μH .

BAB IV

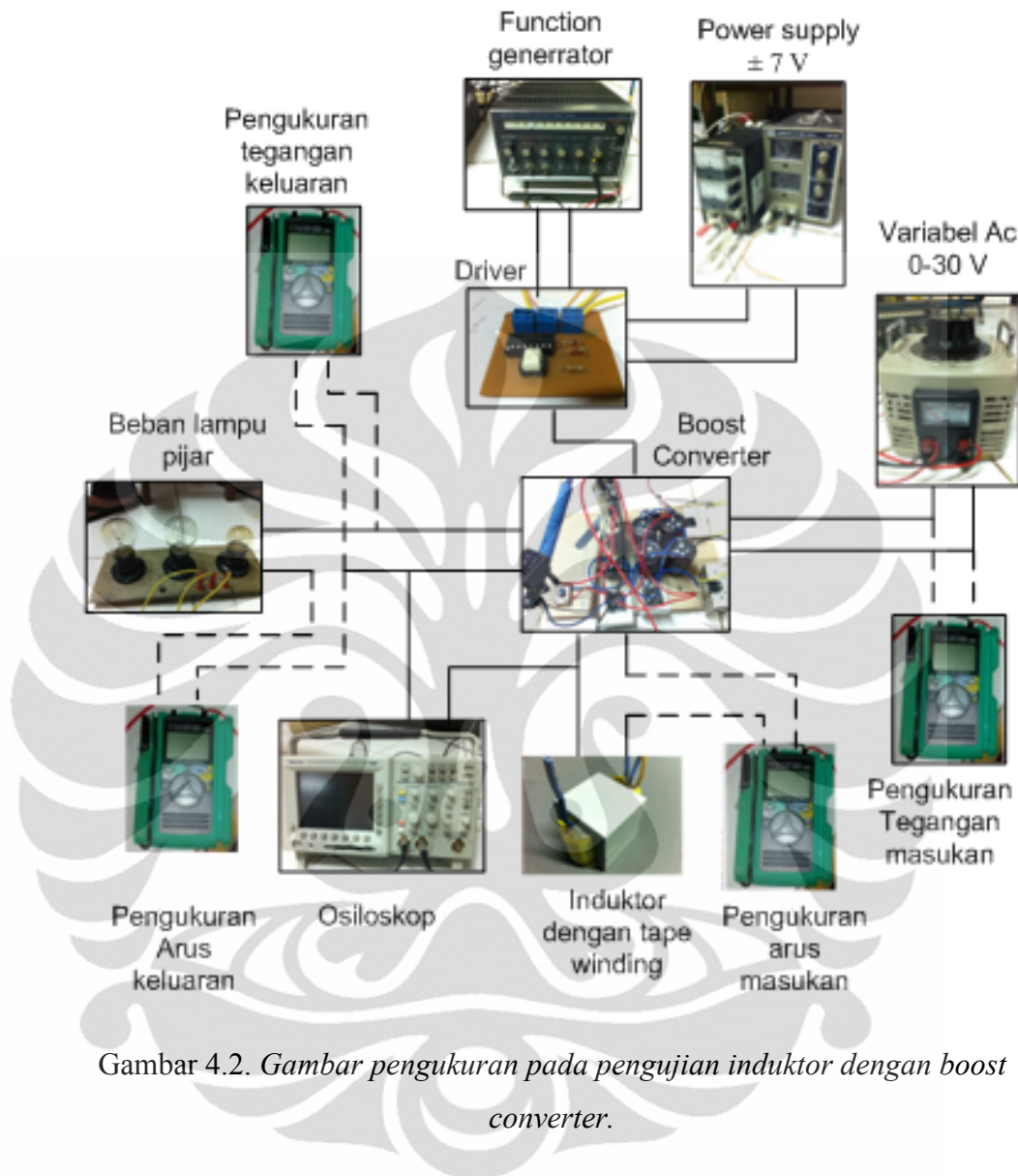
HASIL DAN ANALISA PERANCANGAN

Penulis menganalisis karakteristik induktor dengan cara melakukan beberapa tes uji dengan menggunakan rangkaian *boost converter*. Pengujian tersebut dilakukan dengan cara melakukan variasi tegangan input, beban, dan frekuensi. Berikut adalah skematik pengukuran yang dilakukan penulis.



Gambar 4.1. Skematik pengukuran.

Dimana A1 adalah simbol untuk pengukuran arus *input* (I_{input}), A2 adalah simbol untuk pengukuran arus *output* (I_{out}), dan V adalah simbol untuk pengukuran tegangan *output* (V_{out}). Untuk melihat gambaran pengukuran secara lengkap pada pengujian induktor, lihat gambar 4.1. bisa dilihat bahwa *boost converter* mendapat suplai oleh variabel AC. Lalu rangkaian *driver* diberi pulsa oleh *function generator*, pulsa tersebut diperkuat oleh power supply ± 7 V. Pengujian induktor dilakukan dengan menggunakan tegangan rendah terlebih dahulu. Hal ini dikarenakan proses pengujian harus berlangsung aman dengan minimalisasi kecelakaan baik manusia maupun alat kerja. Berikut adalah gambar pengukuran pada pengujian induktor dengan *boost converter*.



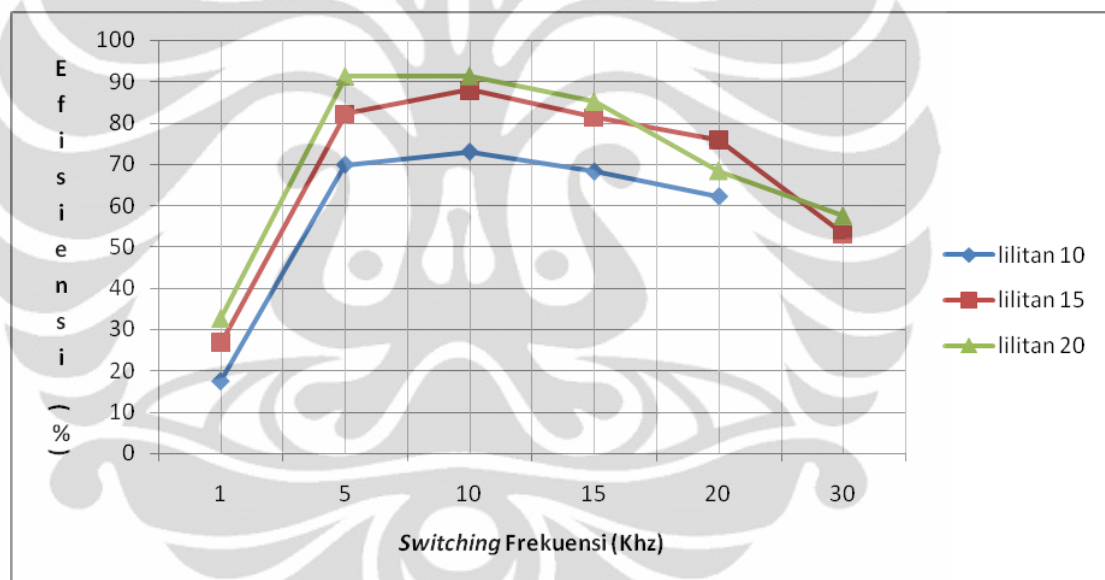
4.1 Pengujian Berdasarkan Perubahan Frekuensi Terhadap Lilitan

Tabel 4.1. Efisiensi boost converter berdasarkan frekuensi terhadap lilitan

Input			Output		Duty Cycle (%)	efisiensi	Keterangan
V	F (KHz)	I (A)	V	I (mA)			
15	1	1.5	66	60.13	41.36	17.64	Lilitan 10
15	5	0.75	108	72.89	30.51	69.97	
15	10	0.4	74	59.23	76.51	73.5	
15	15	0.19	40	48.64	50.13	68.27	
15	20	0.19	38	47.04	53.81	62.27	

15	1	2.6	128	82.03	10.32	26.92	Lilitan 15
15	5	0.4	78	63.26	58.33	82.24	
15	10	0.2	50	52.8	45.28	88	
15	15	0.17	42	49.4	35.4	81.36	
15	20	0.17	40	48.4	49.8	75.92	
15	30	0.21	36	46.37	53.21	52.99	
15	1	2	140	70	6	32.67	Lilitan 20
15	5	0.32	110	54.71	55.62	91.32	
15	10	0.18	72	47.76	48.62	91.38	
15	15	0.14	56	44.34	49.17	85.16	
15	20	0.16	50	43.71	51.21	68.44	
15	30	0.16	47	41.9	53.21	57.58	

Berdasarkan tabel diatas, dapat dibuat grafik sebagai berikut:



gambar 4.3. Grafik efisiensi boost converter berdasarkan switching frekuensi terhadap lilitan

Pengujian induktor ini dilakukan variasi frekuensi dan lilitan. Tegangan dan beban yang digunakan adalah 15 V dan 12,5 watt. Berdasarkan grafik dapat dilihat bahwa frekuensi antara 1 – 5 Khz nilai efisiensi yang dimiliki masing-masing lilitan meningkat sampai diatas 70 %. Lalu pada frekuensi diantara 5 – 10 Khz memiliki efisiensi yang tinggi. Dapat dilihat juga bahwa efisiensi yang dimiliki masing-masing lilitan pada frekuensi 10 – 30 Khz menurun secara bertahap. pada pengujian induktor dengan lilitan 10 hanya bisa dilakukan sampai tegangan masukan sebesar 20 V. jika rangkaian diberi tegangan masukan lebih

dari 20 V akan membuat IGBT panas. *Boost converter* ini bekerja pada mode diskontinyu. Untuk membuktikannya penulis menggunakan rumus pada persamaan (2.3).

Untuk lilitan 15 , diketahui :

$$V_i = 15 \text{ V} \quad V_o = 78 \text{ V} \quad F = 5 \text{ KHz} \quad I_o = 0.063 \text{ A}$$

$$P = V_o \cdot I = 78 \times 0,063 = 4.9$$

$$R_L = \frac{V_o^2}{P} = \frac{78^2}{4,9} = 1241 \text{ Ohm}$$

Maka:

$$L_c = \frac{R_L V_i^2 (V_o - V_i)}{2 f V_o^3} = \frac{1241 \times (15^2) \times (78 - 15)}{2 \times 5 \times 10^3 \times 78^3} = 0,003683 \text{ H}$$

$$= 3683 \text{ } \mu\text{H.}$$

Nilai induktansi pada lilitan 15 adalah 46,4 μH , sehingga $L < L_c$ jadi pada 5 KHz ini *boost converter* pada mode diskontinyu.

Untuk lilitan 15, diketahui :

$$V_i = 15 \text{ V} \quad V_o = 50 \text{ V} \quad F = 10 \text{ KHz} \quad I_o = 0,053$$

$$P = V_o \cdot I = 50 \times 0,053 = 2.65$$

$$R_L = \frac{V_o^2}{P} = \frac{50^2}{2.65} = 943 \text{ Ohm}$$

Maka:

$$L_c = \frac{R_L V_i^2 (V_o - V_i)}{2 f V_o^3} = \frac{943 \times (15^2) \times (50 - 15)}{2 \times 10 \times 10^3 \times 50^3} = 0,002983 \text{ H}$$

$$= 2983 \text{ } \mu\text{H.}$$

nilai $L < L_c$ sehingga *boost converter* tetap pada mode diskontinyu. Berikut tabel data dengan nilai L_c :

tabel 4.2. Data dengan nilai L_c

Input			Output		$L_c(\mu\text{H})$	Mode	Keterangan
V	F (KHz)	I (A)	V	I (mA)			
15	1	2.04	64	58.13	23152	Diskontinyu	Lilitan 10 $L = 22,6 \mu\text{H}$
15	5	0.75	108	72.89	2461	Diskontinyu	
15	10	0.4	74	59.23	2046	Diskontinyu	
15	15	0.19	40	48.64	2409	Diskontinyu	
15	20	0.19	38	47.04	1905	Diskontinyu	
15	1	3.06	122	78.03	10365	Diskontinyu	Lilitan 15 $L = 46,4 \mu\text{H}$
15	5	0.4	78	63.26	3683	Diskontinyu	
15	10	0.2	50	52.8	2983	Diskontinyu	
15	15	0.17	42	49.4	2324	Diskontinyu	
15	20	0.17	40	48.4	1816	Diskontinyu	
15	30	0.21	36	46.37	1310	Diskontinyu	
15	1	4.1	240	78.55	5595	Diskontinyu	Lilitan 20 $L = 81,6 \mu\text{H}$
15	5	0.32	110	54.71	3229	Diskontinyu	
15	10	0.18	72	47.76	2590	Diskontinyu	
15	15	0.14	56	44.34	2211	Diskontinyu	
15	20	0.16	50	43.71	1802	Diskontinyu	
15	30	0.16	47	41.9	1296	Diskontinyu	

Berdasarkan tabel diatas dapat diambil kesimpulan bahwa seluruh variasi frekuensi yang diuji membuat *boost converter* berada dalam mode diskontinyu. Hal ini dikarenakan $L_c > L$. Tetapi bisa kita lihat nilai kritis induktansi (L_c) semakin mengecil seiring dengan meningkatnya nilai frekuensi. dengan kata lain, induktor tipe E teknik *tape winding* ini harus diberi frekuensi yang sangat tinggi supaya *boost converter* bisa beroperasi dalam mode kontinyu.

Penulis melakukan perhitungan untuk mengetahui berapa besar nilai frekuensi yang diperlukan induktor agar membuat *boost converter* berada dalam mode kontinyu. Dikarenakan keterbatasan alat yaitu rangkaian *driver* tidak mampu menerima *switching* frekuensi lebih dari 30 KHz, penulis tidak dapat melakukan analisa induktor saat *boost converter* bekerja mode kontinyu. Pada perhitungan ini, penulis menetapkan tegangan keluaran dari sistem sebesar 220 V

sesuai dengan spesifikasi lampu pijar yaitu 220 V / 50 W. maka dapat dihitung tegangan masukan menggunakan persamaan (2.2).

$$V_o = \frac{V_s}{1 - D}$$

$$V_s = V_o(1 - D)$$

Nilai dari D (*Duty cycle*) adalah 50%. Nilai ini merupakan ketetapan dari *function generator*. Maka:

$$V_s = 220 (1 - 50\%)$$

$$V_s = 110 \text{ V}$$

Lalu, dapat dicari nilai R dengan menggunakan beban lampu pijar 50 watt.

$$R = \frac{V^2}{P} = \frac{220^2}{50} = 968 \text{ Ohm}$$

Dikarena penulis ingin membuat sistem bekerja kontinyu maka nilai Lc harus lebih kecil dari L. lilitan 15 memiliki nilai 46,4 μH . maka nilai Lc harus lebih kecil dari nilai induktansi lilitan 15. Penulis menetapkan nilai Lc adalah 45 μH . Lalu dapat digunakan persamaan (2.3).

$$f = \frac{R_L \times V_i^2 (V_o - V_i)}{2 \times L_c \times V_o^3}$$

$$f = \frac{968 \times (110)^2 \times (220 - 110)}{2 \times 45 \times 10^{-6} \text{ H} \times (220)^3}$$

$$f = 1.344.444,44 \text{ Hz}$$

$$f = 1,3 \text{ MHz.}$$

Jadi besar nilai frekuensi yang dibutuhkan oleh induktor lilitan 15 untuk membuat *boost converter* bekerja pada mode kontinyu adalah sebesar 1.3 Mhz. penulis juga telah menghitung nilai frekuensi yang dibutuhkan pada lilitan 10 dan 20 untuk membuat *boost converter* bekerja pada mode kontinyu dengan menggunakan persamaan (2.2) dan (2.3) . nilai Lc yang digunakan pada lilitan 10

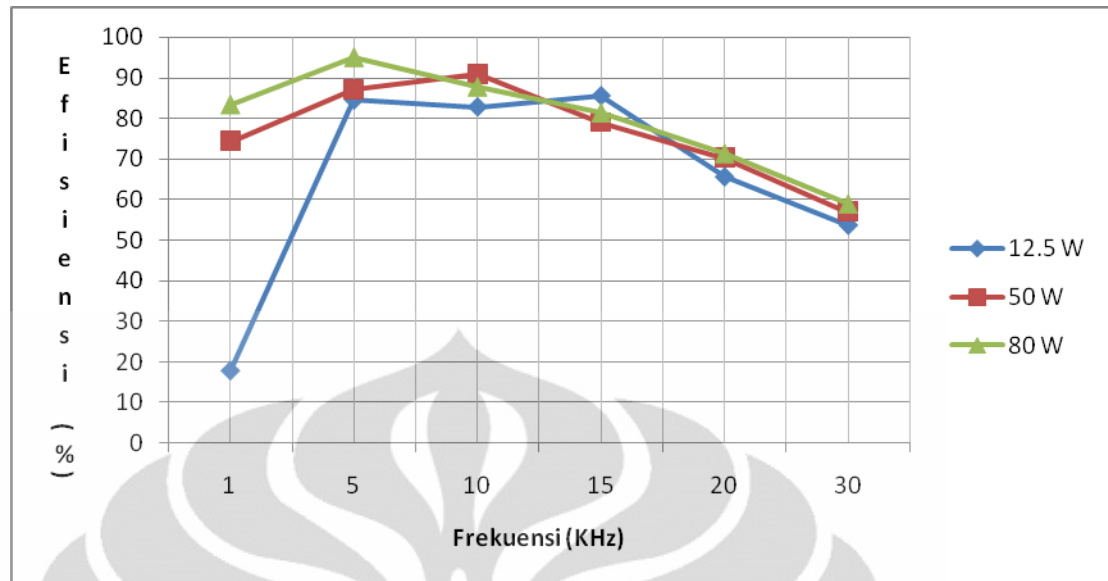
dan 20 supaya bisa kontinu adalah 20 μ H dan 80 μ H. Nilai frekuensi supaya *boost converter* bisa bekerja pada mode kontinu pada lilitan 10 dan 20 adalah 2.8 MHz dan 0,8 MHz.

4.2 Pengujian Berdasarkan Perubahan frekuensi Terhadap Beban

Tabel. 4.3 Efisiensi boost converter berdasarkan frekuensi terhadap beban.

Input			Output		Duty Cycle (%)	efisiensi	Keterangan
V	F (KHz)	I (A)	V	I (mA)			
20	1	4.5	157	85.3	5.06	14.88	Beban lampu 12,5 W 220 – 240 V
20	5	0.53	118	75.9	82.6	84.49	
20	10	0.27	73	61.26	48.2	82.81	
20	15	0.18	56	55	47.39	85.56	
20	20	0.21	52	53	50.14	65.62	
20	30	0.23	48	51.5	55.02	53.74	
20	1	1.3	120	160.9	6,374	74.26	
20	5	0.52	74	122.22	51.3	86.96	
20	10	0.31	53	106.22	48.7	90.8	
20	15	0.33	50	104.08	50.23	78.85	
20	20	0.34	47	101.46	47.3	70.13	
20	30	0.35	41	97.1	60.57	56.87	
20	1	1.35	100	225.3	6.573	83.44	Beban lampu 85 W 220 – 240 V
20	5	0.59	63	178.17	43.73	95.12	
20	10	0.44	48	160.98	41.3	87.81	
20	15	0.47	48	159.45	50.37	81.42	
20	20	0.49	45	155.34	47.67	71.33	
20	30	0.5	40	147.22	50.73	58.89	

Berdasarkan tabel diatas didapatkan kurva sebagai berikut :



Gambar 4.4. Pengujian efisiensi berdasarkan frekuensi terhadap beban

Pengujian induktor kali ini dilakukan variasi frekuensi dan beban. Tegangan input yang digunakan adalah 20 V dan lilitan 15. Dapat dilihat untuk masing-masing lilitan pada kurva bahwa efisiensi tertinggi terletak pada frekuensi 5 dan 10 KHz. Berdasarkan grafik *boost converter* tidak bekerja jika mendapat frekuensi 1 KHz pada beban lampu 12.5 watt. Nilai efisiensi dari *boost converter* akan menurun secara bertahap seiring dengan meningkatnya nilai frekuensi.

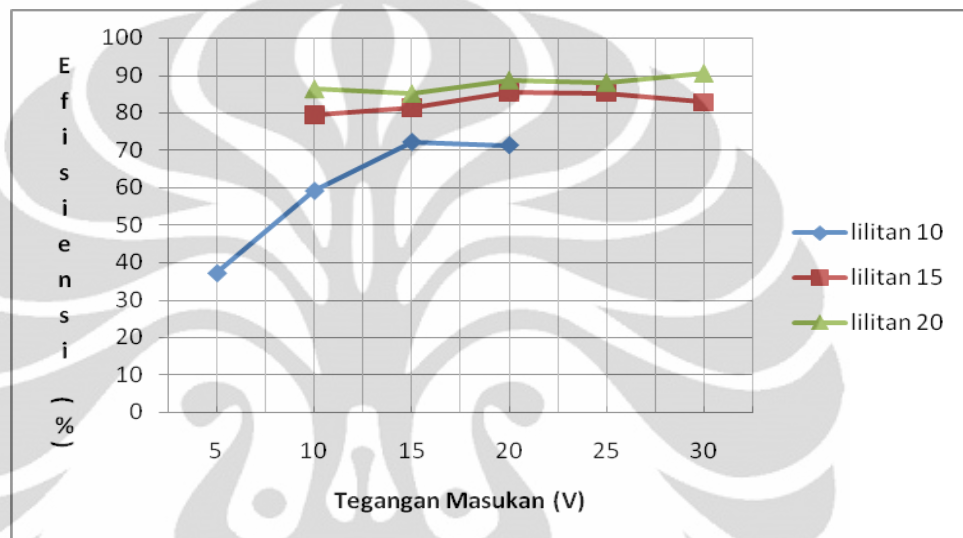
4.3 Pengujian Berdasarkan Perubahan Tegangan Masukan Terhadap Lilitan

Tabel 4.4. efisiensi *boost converter* berdasarkan tegangan input terhadap lilitan

Input			Output		Duty Cycle (%)	Efisiensi	Keterangan
V	F (KHz)	I (A)	V	I (mA)			
5	15	0.08	7.8	19	52.1	37.05	Lilitan 10
10	15	0.16	23	41.06	48.16	59.02	
15	15	0.18	40	48.64	50.13	72.06	
20	15	0.24	60	56.98	49.47	71.23	
10	15	0.14	26	42.8	47.56	79.49	Lilitan 15
15	15	0.17	42	49.4	35.4	81.36	
20	15	0.18	56	55	47.39	85.56	
25	15	0.21	90	49.8	40.08	85.37	
30	15	0.23	106	53.93	35.3	82.85	

10	15	0.11	28	33.8	46.47	86.40	Lilitan 20
15	15	0.13	42	39.54	46.86	91.32	
20	15	0.14	56	44.34	49.17	94.03	
25	15	0.14	67	46	48.77	88.08	
30	15	0.15	82	49.65	49.19	89.74	

Berdasarkan tabel diatas maka dapat dibuat grafik pengujian. Grafiknya adalah sebagai berikut:



Gambar 4.5 grafik efisiensi berdasarkan tegangan input terhadap lilitan

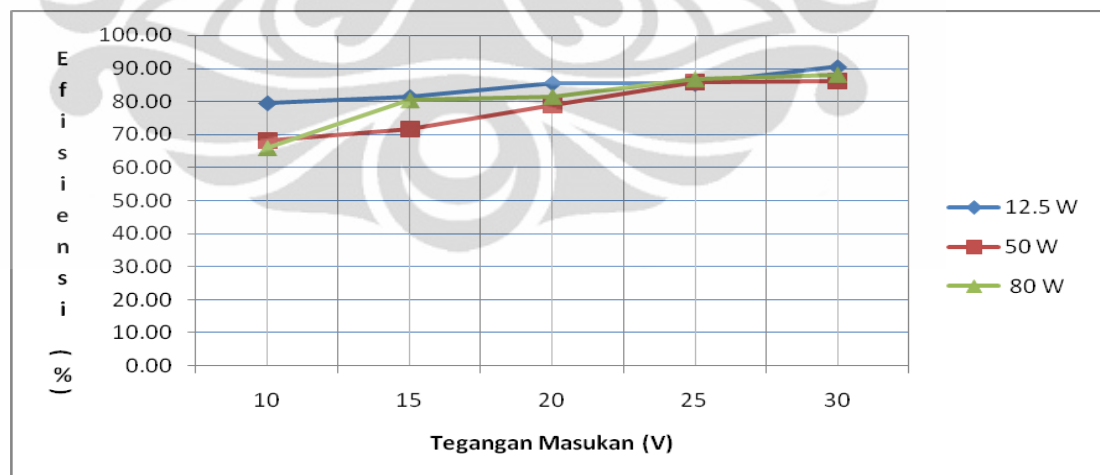
Pengujian grafik tegangan input terhadap lilitan dilakukan pada frekuensi 15 KHz dan beban 12,5 watt. Untuk lilitan 10, terlihat pada grafik hanya sampai pada tegangan input 20 V. hal ini terjadi karena arus yang dihasilkan induktor terlalu besar sehingga menyebabkan komponen IGBT panas. Berdasarkan grafik tersebut bisa diambil kesimpulan bahwa semakin banyak lilitan pada lilitan induktor maka membuat efisiensi *boost converter* semakin meningkat. Dengan catatan bahwa jumlah lilitan yang dimaksud adalah lilitan 10, 15, dan 20. Lilitan paling banyak adalah 20 dengan alasan ukuran dari induktor tipe E yang hanya mampu dililit sebanyak 20 lilitan.

4.4 Pengujian Berdasarkan Perubahan Tegangan Masukan Terhadap Beban

Tabel 4.5 Efisiensi boost converter berdasarkan tegangan masukan terhadap beban

Input			Output		Duty Cycle	Efisiensi (%)	Keterangan
V	F (KHz)	I (A)	V	I (mA)			
10	15	0.14	26	42.8	47.56	79.49	Beban lampu 12,5 W 220 – 240 V
15	15	0.17	42	49.4	35.4	81.36	
20	15	0.18	56	55	47.39	85.56	
25	15	0.21	90	49.8	40.08	85.37	
30	15	0.23	106	53.93	35.3	90.47	
10	15	0.26	22	80.53	50.37	68.14	Beban lampu 50 W 220 – 240 V
15	15	0.29	34	91.53	50.61	71.54	
20	15	0.33	50	104.08	50.23	78.85	
25	15	0.35	66	113.64	49.69	85.72	
30	15	0.4	82	125.95	49.4	86.07	
10	15	0.36	20	118.65	45.37	65.92	Beban lampu 85 W 220 – 240 V
15	15	0.42	36	140.57	47.38	80.33	
20	15	0.47	48	159.45	50.37	81.42	
25	15	0.52	64	176.04	50.32	86.67	
30	15	0.58	78	196.43	48.378	88.05	

Lalu dapat dibuat grafik berdasarkan tabel diatas. Yaitu:



Gambar 4.6 Grafik efisiensi boost converter berdasarkan tegangan input terhadap beban

Pengujian induktor ini dilakukan variasi beban dan tegangan input. Yaitu beban lampu yang memiliki daya 12,5 watt, 50 watt, dan 80 watt. Frekuensi dan lilitan yang digunakan masing- masing adalah 15 Khz dan 10 lilitan. Berdasarkan

grafik, bisa dilihat bahwa semakin tinggi tegangan input maka semakin meningkat efisiensi yang dimiliki oleh *boost converter*. Bisa dilihat pada grafik diatas bahwa efisiensi *boost converter* cukup bagus karena rata-rata berada diatas 70%

Berikut adalah data pengujian lengkap yang dilakukan oleh penulis.

Tabel 4.6. data pengujian lilitan 10 dengan beban lampu 12,5 watt

Input			Output		Duty cycle (%)	Efisiensi(%)	Lc(μ H)	L(μ H)	Mode
V	F (KHz)	I (A)	V	I (mA)					
5	1	0.6	21	31.74	6	22.22	14288	22.6	Diskontinyu
5	2,5	0.32	24	33.27	11.42	49.91	4957	22.6	Diskontinyu
5	5	0.16	11.2	26.77	69.51	37.48	4616	22.6	Diskontinyu
5	10	0.09	10.4	21.8	41.42	50.38	2863	22.6	Diskontinyu
5	15	0.08	7.8	19	52.1	37.05	2019	22.6	Diskontinyu
5	20	0.08	8	17.7	55.29	35.40	1655	22.6	Diskontinyu
10	1	1.96	50	51.85	51.86	13.23	15429	22.6	Diskontinyu
10	2,5	0.89	74	61.76	51.66	51.35	3785	22.6	Diskontinyu
10	5	0.46	51	53.19	45.86	58.97	2964	22.6	Diskontinyu
10	10	0.27	37	46.87	31.51	64.23	2104	22.6	Diskontinyu
10	15	0.16	23	41.06	48.16	59.02	1995	22.6	Diskontinyu
10	20	0.16	20	39.98	51.38	49.98	1563	22.6	Diskontinyu
15	1	1.5	66	60.13	41.36	17.64	23152	22.6	Diskontinyu
15	2,5	1.99	176	92.8	30.61	54.72	2520	22.6	Diskontinyu
15	5	0.75	108	72.89	30.51	69.97	2461	22.6	Diskontinyu
15	10	0.4	69	59.23	76.51	68.11	2154	22.6	Diskontinyu
15	15	0.18	40	48.64	50.13	72.06	2409	22.6	Diskontinyu
15	20	0.18	38	47.04	53.81	66.20	1905	22.6	Diskontinyu
20	1	-	-	-	-	-	-	-	-
20	2,5	3.22	290	189.3	30.6	85.24	1357	22.6	Diskontinyu
20	5	1.12	164	92	30.6	67.36	2328	22.6	Diskontinyu
20	10	0.55	106	73.08	52.9	70.42	2095	22.6	Diskontinyu
20	15	0.24	60	56.98	49.47	71.23	2600	22.6	Diskontinyu
20	20	0.21	50	53.4	52.51	63.57	2247	22.6	Diskontinyu

Tabel 4.7. data pengujian lilitan 15 beban lampu 12,5 W

Input			Output		Duty Cycle (%)	Efisiensi(%)	Lc(μ H)	L(μ H)	Mode
V	F (KHz)	I (A)	V	I (mA)					
10	1	1.42	73	61.2	4	31.46	9659	46.4	Diskontinyu
10	5	0.48	62	57.37	13.78	74.10	2358	46.4	Diskontinyu
10	10	0.28	43	50.42	60.31	77.43	1770	46.4	Diskontinyu
10	15	0.14	26	42.8	47.56	79.49	1843	46.4	Diskontinyu
10	20	0.17	23	41.17	49.81	55.70	1492	46.4	Diskontinyu
10	30	0.17	22	40.26	51.83	52.10	1026	46.4	Diskontinyu
15	1	2.6	128	82.03	10.32	26.92	10365	46.4	Diskontinyu
15	5	0.4	78	63.26	58.33	82.24	3683	46.4	Diskontinyu
15	10	0.2	50	52.8	45.28	88.00	2983	46.4	Diskontinyu
15	15	0.17	42	49.4	35.4	81.36	2324	46.4	Diskontinyu
15	20	0.17	40	48.4	49.8	75.92	1816	46.4	Diskontinyu
15	30	0.21	36	46.37	53.21	52.99	1310	46.4	Diskontinyu
20	1	5.04	150	80.3	5.06	11.95	14390	46.4	Diskontinyu
20	5	0.53	118	75.9	82.6	84.49	3709	46.4	Diskontinyu
20	10	0.27	73	61.26	48.2	82.81	3247	46.4	Diskontinyu
20	15	0.18	56	55	47.39	85.56	2783	46.4	Diskontinyu
20	20	0.21	52	53	50.14	65.62	2233	46.4	Diskontinyu
20	30	0.23	48	51.5	55.02	53.74	1573	46.4	Diskontinyu
25	1	1.24	280	83.3	7	75.24	12202	46.4	Diskontinyu
25	5	0.64	190	68.38	20.64	81.20	4178	46.4	Diskontinyu
25	10	0.33	118	55.78	43.92	79.78	3742	46.4	Diskontinyu
25	15	0.21	90	49.8	40.08	85.37	3357	46.4	Diskontinyu
25	20	0.18	68	46.4	49.44	70.12	3132	46.4	Diskontinyu
25	30	0.21	63	45.3	50.72	54.36	2202	46.4	Diskontinyu
30	1	3.63	430	103.42	6	40.84	9413	46.4	Diskontinyu
30	5	0.79	244	78.35	12.62	80.66	4129	46.4	Diskontinyu
30	10	0.38	146	61.62	30.26	78.92	3974	46.4	Diskontinyu
30	15	0.23	106	53.93	35.3	82.85	3763	46.4	Diskontinyu
30	20	0.16	79	49.47	51.09	81.42	3571	46.4	Diskontinyu
30	30	0.18	69	46.78	53.08	59.77	2627	46.4	Diskontinyu

Table 4.8 data pengujian lilitan 15 beban 50 watt

Input			Output		Duty Cycle (%)	Efisiensi(%)	Lc(μ H)	L(μ H)	Mode
V	F (KHz)	I (A)	V	I (mA)					
10	1	1.28	48	102.5	4,563	38.44	8045	46.4	Diskontinyu
10	5	0.25	23	85.77	46.7	78.91	2865	46.4	Diskontinyu
10	10	0.23	22.4	81.64	48.7	79.51	1514	46.4	Diskontinyu
10	15	0.26	22	80.53	50.37	68.14	1026	46.4	Diskontinyu
10	20	0.27	20.8	79.03	52.3	60.88	790	46.4	Diskontinyu
10	30	0.28	20	75.88	50.3	54.20	549	46.4	Diskontinyu
15	1	1.72	100	142.16	4,637	55.10	6727	46.4	Diskontinyu
15	5	0.4	51	104.61	53.3	88.92	2977	46.4	Diskontinyu
15	10	0.27	36	92.7	49.7	82.40	1966	46.4	Diskontinyu
15	15	0.29	34	91.53	50.61	71.54	1347	46.4	Diskontinyu
15	20	0.31	32	90.52	51.23	62.29	1032	46.4	Diskontinyu
15	30	0.32	30	87.21	59.59	54.51	717	46.4	Diskontinyu
20	1	1.3	120	160.9	6,374	74.26	8632	46.4	Diskontinyu
20	5	0.52	74	122.22	51.3	86.96	3227	46.4	Diskontinyu
20	10	0.31	53	106.22	48.7	90.80	2212	46.4	Diskontinyu
20	15	0.33	50	104.08	50.23	78.85	1537	46.4	Diskontinyu
20	20	0.34	47	101.46	47.3	70.13	1205	46.4	Diskontinyu
20	30	0.35	41	97.1	60.57	56.87	858	46.4	Diskontinyu
25	1	2.55	204	201.38	9,074	64.44	6675	46.4	Diskontinyu
25	5	0.7	110	145.28	54.73	91.32	3022	46.4	Diskontinyu
25	10	0.34	70	116.63	46.7	96.05	2461	46.4	Diskontinyu
25	15	0.35	66	113.64	49.69	85.72	1726	46.4	Diskontinyu
25	20	0.37	62	111.08	52.66	74.45	1354	46.4	Diskontinyu
25	30	0.38	58	105.66	56.3	64.51	967	46.4	Diskontinyu
30	1	-	-	-	-	-	-	-	-
30	5	0.92	150	170.07	58.03	92.43	2822	46.4	Diskontinyu
30	10	0.39	88	129.6	47.36	97.48	2601	46.4	Diskontinyu
30	15	0.4	82	125.95	49.4	86.07	1842	46.4	Diskontinyu
30	20	0.42	81	123.23	48.32	79.22	1419	46.4	Diskontinyu
30	30	0.43	70	116.37	55.28	63.15	1052	46.4	Diskontinyu

Tabel 4.9. data pengujian lilitan 15 beban 80 watt

Input			Output		Duty Cycle (%)	Efisiensi(%)	Lc(μ H)	Lc(μ H)	Mode
V	F (KHz)	I (A)	V	I (mA)					
10	1	1.3	34	140.8	4.176	36.82	7373	46.4	Diskontinyu
10	5	0.32	22	121.8	36.7	83.74	2036	46.4	Diskontinyu
10	10	0.33	21	120.6	49.36	76.75	1034	46.4	Diskontinyu
10	15	0.36	20	118.65	45.37	65.92	702	46.4	Diskontinyu
10	20	0.38	19.2	116.65	52.3	58.94	535	46.4	Diskontinyu
10	30	0.39	18	111.6	49.1	51.51	369	46.4	Diskontinyu
15	1	1.89	82	200.54	4.17	58.00	5590	46.4	Diskontinyu
15	5	0.43	40	147.55	41.36	91.50	2383	46.4	Diskontinyu
15	10	0.39	38	143.14	61.36	92.98	1252	46.4	Diskontinyu
15	15	0.42	36	140.57	47.38	80.33	865	46.4	Diskontinyu
15	20	0.44	34	137.65	53.7	70.91	672	46.4	Diskontinyu
15	30	0.45	29	131.6	60.3	56.54	474	46.4	Diskontinyu
20	1	1.35	100	225.3	6.573	83.44	7102	46.4	Diskontinyu
20	5	0.59	63	178.17	43.73	95.12	2432	46.4	Diskontinyu
20	10	0.44	48	160.98	41.3	87.81	1510	46.4	Diskontinyu
20	15	0.47	48	159.45	50.37	81.42	1016	46.4	Diskontinyu
20	20	0.49	45	155.34	47.67	71.33	795	46.4	Diskontinyu
20	30	0.5	40	147.22	50.73	58.89	566	46.4	Diskontinyu
25	1	4.41	150	279.11	6.37	37.97	6220	46.4	Diskontinyu
25	5	0.75	90	207.3	39.78	99.50	2419	46.4	Diskontinyu
25	10	0.49	66	179.75	48.7	96.84	1636	46.4	Diskontinyu
25	15	0.52	64	176.04	50.32	86.67	1127	46.4	Diskontinyu
25	20	0.54	60	170.7	54.3	75.87	890	46.4	Diskontinyu
25	30	0.55	54	162.28	53.3	63.73	638	46.4	Diskontinyu
30	1	-	-	-	-	-	-	-	-
30	5	1	110	245.07	72.32	89.86	2428	46.4	Diskontinyu
30	10	0.56	82	202.87	49.32	99.02	1715	46.4	Diskontinyu
30	15	0.58	78	196.43	48.378	88.05	1205	46.4	Diskontinyu
30	20	0.61	74	192.69	50.33	77.92	938	46.4	Diskontinyu
30	30	0.62	66	180.21	58.3	63.95	688	46.4	Diskontinyu

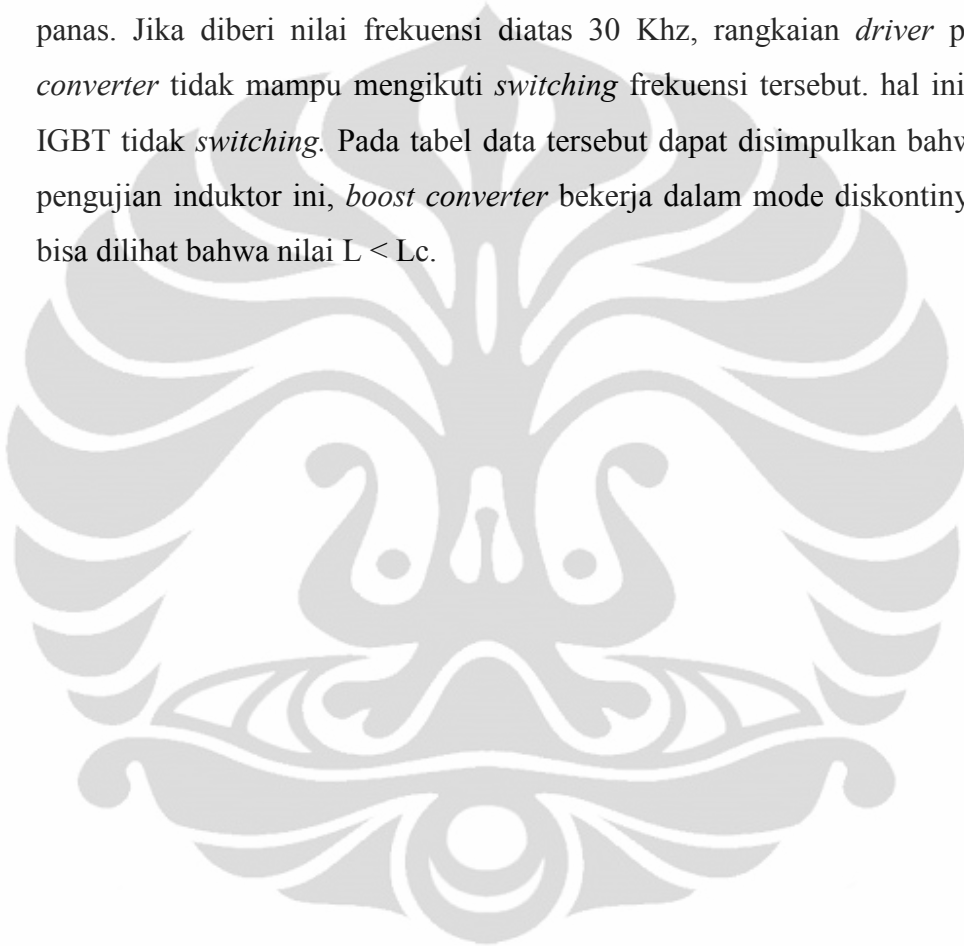
Tabel.4.10. data pengujian lilitan 20 beban 12,5 watt

Input			Output		Duty Cycle (%)	Efisiensi(%)	Lc(μ H)	L(μ H)	Mode
V	F (KHz)	I(A)	V	I (mA)					
10	1	0.69	84	50.4	9	61.36	8199	81.6	Diskontinyu
10	5	0.16	40	39	38.74	97.50	4808	81.6	Diskontinyu
10	10	0.11	30	34.36	47.61	93.71	3234	81.6	Diskontinyu
10	15	0.11	28	33.8	46.47	86.04	2264	81.6	Diskontinyu
10	20	0.13	28	33.09	48	71.27	1735	81.6	Diskontinyu
10	30	0.14	24	31.56	50.76	54.10	1284	81.6	Diskontinyu
15	1	2	140	70	6	32.67	9268	81.6	Diskontinyu
15	5	0.23	68	46.33	35.71	91.32	5566	81.6	Diskontinyu
15	10	0.13	44	40.5	47.54	91.38	4161	81.6	Diskontinyu
15	15	0.13	42	39.54	46.86	85.16	2903	81.6	Diskontinyu
15	20	0.15	40	38.5	45.8	68.44	2283	81.6	Diskontinyu
15	30	0.16	37	37.35	52.75	57.58	1613	81.6	Diskontinyu
20	1	4.1	240	78.55	4	22.99	9725	81.6	Diskontinyu
20	5	0.32	110	54.71	55.62	94.03	5438	81.6	Diskontinyu
20	10	0.18	72	47.76	48.62	95.52	4201	81.6	Diskontinyu
20	15	0.14	56	44.34	49.17	88.68	3452	81.6	Diskontinyu
20	20	0.16	50	43.71	51.21	68.30	2745	81.6	Diskontinyu
20	30	0.16	47	41.9	53.21	61.54	1945	81.6	Diskontinyu
25	1	1.55	326	89.1	5	74.96	13199	81.6	Diskontinyu
25	5	0.38	140	60.3	53.53	88.86	6081	81.6	Diskontinyu
25	10	0.2	90	51.13	36.89	92.03	4905	81.6	Diskontinyu
25	15	0.15	67	46.74	48.77	83.51	4237	81.6	Diskontinyu
25	20	0.17	63	45.75	51.67	67.82	3270	81.6	Diskontinyu
25	30	0.18	56	44.25	57.21	55.07	2327	81.6	Diskontinyu
30	1	2.61	422	102.47	5	55.23	17400	81.6	Diskontinyu
30	5	0.51	196	70.05	17.22	89.74	5552	81.6	Diskontinyu
30	10	0.25	122	57.07	33.94	92.83	4874	81.6	Diskontinyu
30	15	0.15	82	49.65	49.19	90.47	4673	81.6	Diskontinyu
30	20	0.17	77	48.76	51.73	73.62	3658	81.6	Diskontinyu
30	30	0.18	69	46.94	57.91	59.98	2618	81.6	Diskontinyu

Pengujian induktor tidak dapat dilakukan pada saat lilitan 10 dan 15 dimana mendapat frekuensi 1 Khz. Hal ini dikarenakan karena komponen IGBT pada *boost converter* panas. IGBT panas disebabkan oleh arus nya yang terlalu besar. Tegangan masukan yang diberikan hanya bisa sampai 30 V. jika diberikan lebih dari 30 V, maka IGBT pun akan panas. Dapat dilihat bahwa setiap pengujian

induktor pada frekuensi 1 KHz memiliki nilai tegangan yang tinggi dibanding dengan nilai frekuensi lainnya. Tegangan yang paling tinggi mencapai 422 V, diperoleh pada saat pengujian induktor lilitan 20 yang diberi beban lampu 12,5 Watt dan tegangan masukan 30 V.

Nilai frekuensi yang dilakukan pada saat pengujian berada dalam kisaran 1 – 30 KHz. Jika diberi nilai frekuensi dibawah 1 Khz, akan menyebabkan IGBT panas. Jika diberi nilai frekuensi diatas 30 Khz, rangkaian *driver* pada *boost converter* tidak mampu mengikuti *switching* frekuensi tersebut. hal ini membuat IGBT tidak *switching*. Pada tabel data tersebut dapat disimpulkan bahwa seluruh pengujian induktor ini, *boost converter* bekerja dalam mode diskontinyu. Hal ini bisa dilihat bahwa nilai $L < L_c$.



BAB V

KESIMPULAN

5.1 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan analisa dapat disimpulkan bahwa:

1. Pada perancangan induktor tipe E dengan teknik *tape winding*. Dalam proses pembuatan kayu dan cetakan sebaiknya diberi toleransi $\pm 3\text{mm}$ dengan alasan dibutuhkan ruang kosong untuk larutan resin.
2. Pada pengujian induktor dengan frekuensi 15 KHz dan beban 12,5 watt. Hasil dari pengujian tersebut adalah untuk lilitan 10 memiliki nilai rata-rata efisiensi 59,84 %, lalu untuk lilitan 15 memiliki nilai rata-rata efisiensi 82,93 %. Dan lilitan 20 memiliki nilai rata-rata efisiensi 89,91 %. Dapat diambil kesimpulan bahwa semakin banyak lilitan yaitu dari 10 sampai 20 lilitan pada induktor maka membuat efisiensi *boost converter* semakin meningkat.
3. Hasil dari pengujian induktor dengan variasi tegangan dari 10V – 30V adalah untuk beban lampu 12,5 W, efisiensi meningkat dari 79,49 % hingga 90,47 %. Lalu untuk beban lampu 50 W, efisiensi meningkat dari 68,14% hingga 86,07%. Pada beban lampu 80 W, efisiensi meningkat dari 65,92% hingga 88,05 %. Sehingga dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi tegangan masukan maka akan membuat efisiensi sistem semakin meningkat.
4. Frekuensi antara 5 – 10 KHz mempunyai nilai efisiensi relatif cukup tinggi, yaitu bisa mencapai 95 %.
5. Hasil dari pengujian induktor dengan variasi frekuensi dari 1 KHz – 20 KHz adalah pada Lilitan 10 ($L=22,6 \mu\text{H}$), memiliki nilai L_c dari 23.152 μH – 1905 μH . Lilitan 15 ($L=46,4 \mu\text{H}$), memiliki nilai L_c dari 10.365 μH – 1816 μH . Lilitan 20 ($L=81,6 \mu\text{H}$), memiliki nilai L_c dari 5595 μH – 1802 μH . Semakin tinggi nilai frekuensi maka semakin kecil nilai L_c , sehingga dapat disimpulkan bahwa induktor tipe E dengan teknik *tape winding* cocok dipakai untuk *switching* frekuensi yang sangat tinggi.

6. Hasil desain induktor tipe E yang ada di pasaran dengan menggunakan teknik *tape winding* cukup memuaskan, hal ini dapat dibuktikan bahwa rata-rata efisiensi seluruh pengujian induktor tersebut adalah 70.1%.

5.2 SARAN

Berdasarkan hasil pengujian, analisa dan kesimpulan disarankan agar:

1. Perlu dicari komponen IGBT yang mampu menerima frekuensi sangat tinggi agar bisa menganalisis induktor pada saat *boost converter* berada dalam mode kontinyu.
2. Pada saat *assembly* lilitan yang telah diresin dengan ferit perlu diperhatikan bahwa lempengan tembaga sebaiknya tidak menyentuh ferit secara langsung.
3. Perlu diperhatikan pada saat pencampuran larutan resin dan katalis. perbandingan resin dan katalis adalah 10 banding 1. Jika katalis terlalu banyak, resin tersebut besar kemungkinan menjadi rapuh.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Scoggins, Patrick. (2007). ‘ *A Guide to Designing Copper – Foil Inductors*’. Romoland, California
- [2] Liu, Shu-lin, Liu Jian, Mao, Hong, Yan-qing.’ *Analisis of Operating Modes and Output Voltage Ripple of Boost DC-DC Converters and Its Design Consideration*. IEEE TRANSACTION ON POWER ELETRONICS, VOL 23, NO.4, JULY 2008.
- [3] Mornhinweg, Manfred. (1999) ‘ *Build a 13.8 V, 40 A Switching Power Supply*’. QST magazine. America.
- [4] Ward, Steve. (2000). Boost converter. <http://www.stevehv.4hv.org/>
- [5] ‘*ferrite Core Short From Catalogue*’. (2001) Magnetics Corp. www.mag-inc.com.
- [6] *Kapasitor dan Induktor*. 26 Desember 2010. <http://m-edukasi.net/online/2008/kapasitor/prinsipind.html>
- [7] *Induktor*. 26 Desember 2010. <http://id.wikipedia.org/wiki/Induktor>
- [8] Sabrina, Abi. *Komponen dasar elektronika*. 26 Desember 2010. <http://abisabrina.wordpress.com/2010/07/14/komponen-dasar-elektronika-induktor/#comments>
- [9] Karath, Amin. (2008). *An Integrated Design Procedure for High Frequency AC Inductors for Inverters*. Technische Universit`at Darmstadt, Germany.
- [10] Lubomirsky, V. (2000). *Design Consideration For High Power Inductors In DC-DC Converters*. Berkley Research Associates. United State.