

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dan penulisan laporan tugas akhir dilakukan di Laboratorium Terpadu Teknik Elektro Universitas Lampung dan mulai dilaksanakan pada Bulan September 2014 serta direncanakan selesai pada Bulan November 2015.

3.2 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian di antaranya:

- a. Instrumen dan komponen yang terdiri dari:
 1. LCR meter
 2. Multitester
 3. Resistor
 4. Kapasitor 330 uF
 5. Transformator
 6. Dioda Frekuensi Tinggi
 7. Mosfet IRFP 460

8. IC Driver Optocoupler HCPL 3120
9. Mikrokontroler Arduino Mega 2560
10. LCD 2x16 Karakter
11. Dioda Zenner
12. Dioda Bridge
13. LED
14. Osiloskop
15. Induktor

b. Perangkat kerja yang terdiri dari:

1. Komputer/Laptop
2. Perangkat Lunak Arduino
3. Perangkat Lunak MATLAB
4. Perangkat Lunak Proteus
5. Mesin Bor
6. *Power supply*
7. Kabel penghubung
8. Perangkat Lunak Diptrace

c. Bahan-bahan, yang terdiri dari:

1. Papan plastik mika (*Accrilyc*)
2. PCB
3. Feriklorit
4. Timah solder

3.3 Metode

Dalam penyelesaian tugas akhir ini terdapat beberapa langkah kerja yang dilakukan di antaranya .:

3.3.1 Studi Literatur

Dalam studi literatur dilakukan pencarian dan pemahaman mengenai segala sesuatu yang berkaitan dengan penelitian ini, diantaranya adalah:

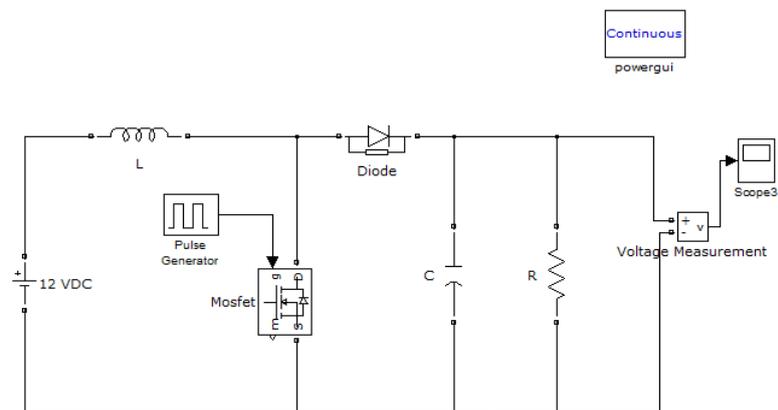
1. Prinsip kerja, aplikasi konverter, *boost converter* dan *interleaved boost converter*
2. Mikrokontroler Arduino Mega 2560, dan IC Driver Optocoupler HCPL 3120
3. Karakteristik komponen-komponen yang akan digunakan serta prinsip kerjanya.
4. Cara kerja dan pemrograman mikrokontroler Arduino Mega 2560
5. Pemodelan dan pemrograman menggunakan *Simulink MATLAB*

3.3.2 Pemodelan dan Simulasi

Sebelum dilakukan pembuatan perangkat keras, terlebih dahulu dilakukan pemodelan dan simulasi yang bertujuan untuk mengetahui karakteristik dari perangkat keras yang akan dibuat. Dalam hal ini pemodelan dan simulasi yang dibuat adalah pemodelan dan simulasi *boost converter* dan *interleaved boost converter*. Pemodelan dan simulasi dibuat menggunakan *software MATLAB*. Dibawah ini dijelaskan masing-masing dari pemodelan dan simulasinya :

3.3.2.1 Pemodelan dan Simulasi *Boost Converter*

Pemodelan dan simulasi *boost converter* dibuat di *Simulink MATLAB*. Komponen-komponen yang digunakan yaitu induktor, dioda, kapasitor dan resistor. Untuk saklar daya yang digunakan adalah mosfet. Model *boost converter* dapat dilihat pada Gambar 3.1. Untuk besar nilai untuk tiap – tiap komponen telah ditentukan dan dapat dilihat pada tabel 3.1 di bawah ini :



Gambar 3.1 Model *Boost Converter*

Tabel 3.1 Parameter Nilai Tiap Komponen Model *Boost Converter*

Parameters	Nilai	Satuan
V _{in}	12	V
<i>Switching</i> Frekuensi (F)	4	kHz
Induktor (L)	1	mH
Kapasitor (C)	330	uF
ΔI_L	1,9	A
ΔV_o	1	V
<i>Duty Cycle</i>	80	%
Resistor (R)	20	Ohm

Dalam penentuan besar nilai induktor dan kapasitor pada pemodelan *boost converter* ini berkaitan dengan besarnya frekuensi, *ripple* arus dan tegangan. Pada pemodelan ini digunakan frekuensi PWM sebesar 4 KHz, tegangan input sebesar 12 Volt, dan diinginkan besarnya *ripple* arus ialah 1,9 ampere dan *ripple* tegangan adalah 1 Volt. Sehingga besarnya induktor dan kapasitor dapat dihitung sebagai berikut :

- Besarnya induktor dapat dicari dengan persamaan (2.20)

yaitu

$$L_{\min} = \frac{V_{in} \cdot D}{\Delta I_L \cdot f_s}$$

$$L_{\min} = \frac{12 \cdot 0,8}{1,9 \cdot 4000} = 1,12 \text{ mH}$$

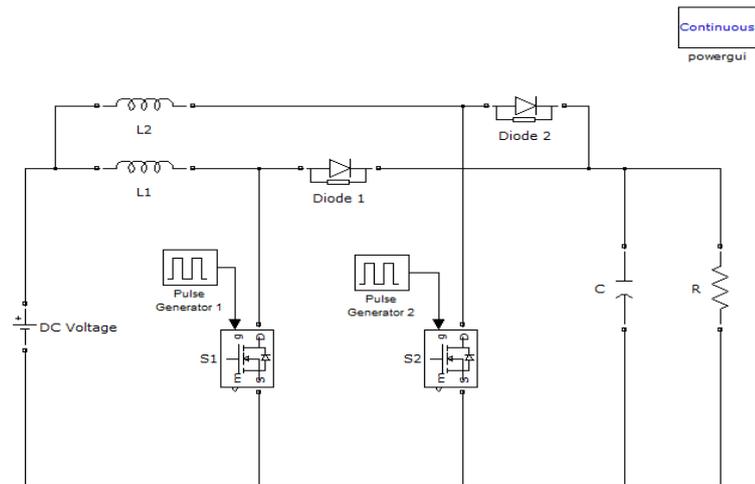
- Besarnya kapasitor dapat dicari dengan persamaan (2.19) yaitu :

$$C_{\min} = \frac{I_o \cdot D}{\Delta V_o \cdot f_s}$$

$$C_{\min} = \frac{6 \cdot 0,8}{1 \cdot 4000} = 300,71 \text{ uF}$$

3.3.2.2 Pemodelan dan Simulasi *Interleaved Boost Converter*

Untuk pemodelan dan simulasi *interleaved boost converter* parameter yang digunakan sama dengan model *boost converter*. Model *interleaved boost converter* dapat dilihat pada Gambar 3.2 yang telah dibuat di *Simulink MATLAB*. Dari pemodelan dapat dilihat bahwa komponen–komponen yang digunakan sama dengan model *boost converter*, namun terdapat penambahan induktor, saklar daya (mosfet) dan dioda. Untuk besar nilai tiap komponen juga sama dengan model *boost*. Pada pemodelan *interleaved boost converter* menggunakan dua sinyal pensaklaran dengan perbedaan fasa diantara keduanya sebesar 180° . Untuk parameter nilai model *interleavead boost converter* dapat dilihat pada Tabel 3.2.



Gambar 3.2 Model *Interleaved Boost Converter*

Tabel 3.2 Parameter Nilai Tiap Komponen Model *Interleaved Boost Converter*

Parameters	Nilai	Satuan
V_{in}	12	V
<i>Switching Frekuensi (f)</i>	4	kHz
Induktor ($L1=L2=L$)	1	mH
Kapasitor (C)	330	μF
Resistor (R)	20	Ohm

3.3.3 Pengujian Model dan Simulasi

Proses pengujian yang pertama dilakukan adalah pengujian model *boost converter*. Hal ini bertujuan untuk melihat apakah hasil dari model dan simulasi *boost converter* sesuai dengan karakteristik *boost converter* secara teori. Setelah dilakukan pengujian pada model *boost converter* dan menunjukkan hasil yang sesuai dengan karakteristik

secara teori. Selanjutnya adalah pengujian model *interleaved boost converter*. Pada pengujian model *interleaved boost converter*, tujuan pengujian yang dilakukan sama halnya dengan pengujian model *boost converter* yaitu melihat hasil dari pengujian apakah sesuai dengan karakteristik *interleaved boost converter* secara teori. Setelah semua pengujian model dan simulasi selesai, hasil pemodelan dan simulasi tersebut menjadi acuan untuk keberhasilan dalam pembuatan perangkat keras. Di bawah ini dijelaskan bagaimana proses pengujian model dan simulasinya :

3.3.3.1 Pengujian Model *Boost Converter*

Pengujian ini dilakukan dengan memberikan masukan berupa *duty cycle* sebesar 10% hingga 70% dengan menggunakan beban resistif yang tetap. Hasil dari pengujian ini berupa nilai tegangan keluaran (V_o), arus masukan (I_{in}) dan beserta nilai *ripple* pada setiap hasil pengujian.

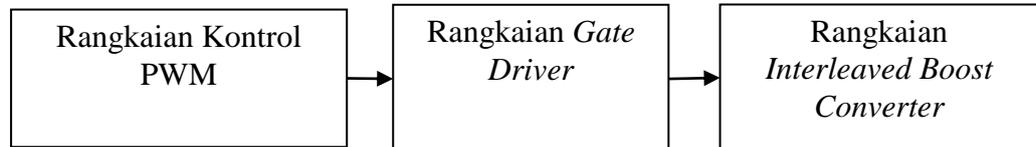
3.3.3.2 Pengujian Model *Interleaved Boost Converter*

Dalam pengujian ini, metode pengujian yang dilakukan sama dengan pengujian pada model *boost converter*. Metodenya yaitu memberikan masukan berupa *duty cycle* sebesar 10% hingga 70% dengan menggunakan beban resistif yang tetap. Hasil dari pengujian ini berupa nilai tegangan keluaran (V_o), arus masukan (I_{in}) dan beserta nilai *ripple* pada setiap hasil pengujian. Namun pada pengujian ini, hasil pengujian

bertambah yaitu hasil pengujian arus induktor pertama (I_{L1}) dan arus induktor kedua (I_{L2}).

3.3.4 Perancangan Perangkat Keras

Setelah pemodelan dan simulasi berhasil dilakukan dan telah sesuai dengan karakteristik secara teori. Proses selanjutnya adalah merancang perangkat keras *Interleaved Boost Converter*. Secara umum sebuah perangkat keras *Interleaved Boost Converter* terdiri dari Rangkaian Kontrol PWM, Rangkaian *Gate Driver*, dan Rangkaian *Interleaved Boost Converter*. Dapat dilihat pada blok diagram perancangan perangkat keras pada Gambar 3.3 dibawah ini :



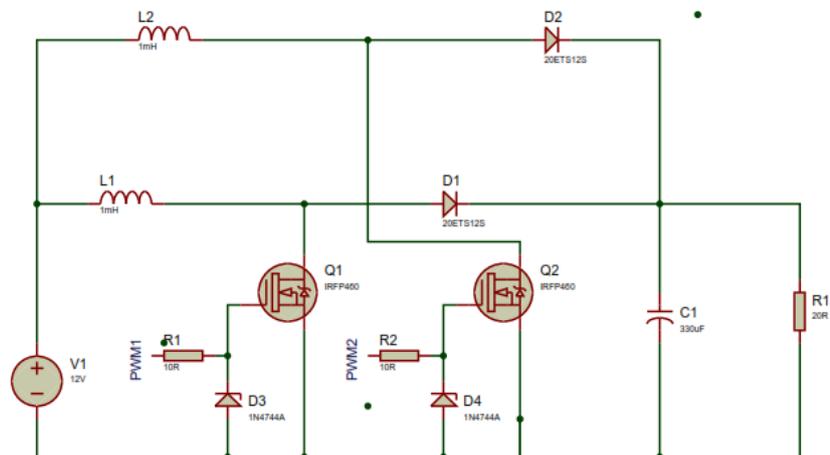
Gambar 3.3 Blok Diagram Perancangan Perangkat Keras

Perancangan setiap blok penyusun perangkat keras *interleaved boost converter* dapat dijelaskan sebagai berikut :

3.3.4.1 Perancangan Rangkaian *Interleaved Boost Converter*

Interleaved boost converter adalah perangkat elektronika daya utama pada Rancang Bangun *interleaved boost converter* Berbasis Arduino. Karena pembuatan perangkat keras mengacu pada pengambilan hasil dari *boost converter*, maka

rangkaian *interleaved boost converter* di *desain* agar dapat mengoperasikan *boost converter* juga. Jadi rangkaian *interleaved boost converter* dapat digunakan dalam dua keadaan yaitu saat keadaan menggunakan *boost converter* dan saat keadaan menggunakan *interleaved boost converter*. Hasil rancangan *interleaved boost converter* ini dapat dilihat pada Gambar 3.4 dibawah ini.



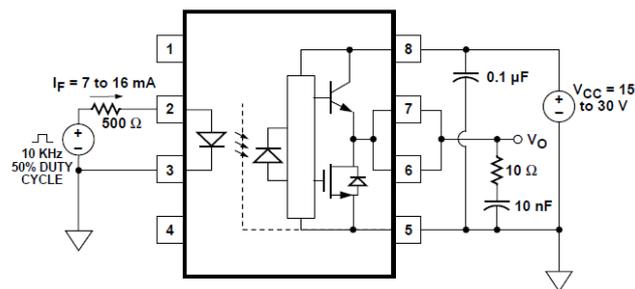
Gambar 3.4 Rancangan Rangkaian *Interleaved Boost Converter*

Pada Gambar 3.4 diatas merupakan hasil rancangan rangkaian *interleaved boost converter* yang digunakan pada Rancang Bangun *Interleaved Boost Converter* Berbasis Arduino. Dapat dilihat pada Gambar 3.4 digunakan saklar dengan tujuan untuk mendapatkan mode kerja saat keadaan menggunakan *boost converter* dan *interleaved boost converter*. Kemudian pemilihan tipe inti toroid yang tepat pada induktor dan pemilihan dioda *fast recovery* untuk mengatasi kinerja

interleaved boost converter pada frekuensi tinggi hingga 4 Khz. Pemasangan dioda zener berfungsi untuk membatasi tegangan yang masuk ke gate mosfet hanya sebesar 15 Volt.

3.3.4.2 Perancangan Rangkaian *Gate Driver*

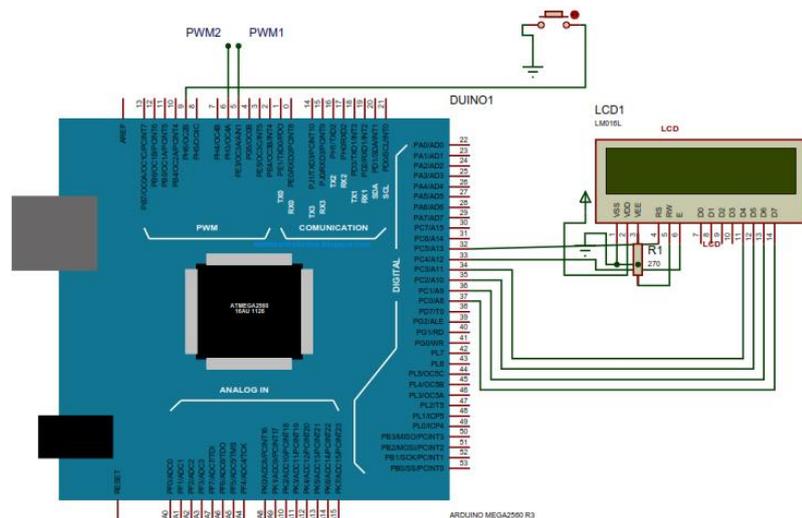
Rangkaian *gate driver* digunakan sebagai pemisah (pengaman) antara rangkaian kontrol PWM dan rangkaian *interleaved boost converter* dan memiliki fungsi utama yakni sebagai penguat sinyal kontrol mikrokontroler ke mosfet pada *interleaved boost converter*. Rangkaian *gate driver* ini dibangun menggunakan IC HCPL 3120 dengan tegangan masuk maksimum sebesar 5 volt dan keluaran sebesar 15 Volt. Hasil rancangan rangkaian penguat dapat dilihat pada Gambar 3.5 dibawah ini.



Gambar 3.5. Rancangan Rangkaian *Gate Driver*.

3.3.4.3 Perancangan Rangkaian Kontrol PWM (*Pulse Width Modulation*)

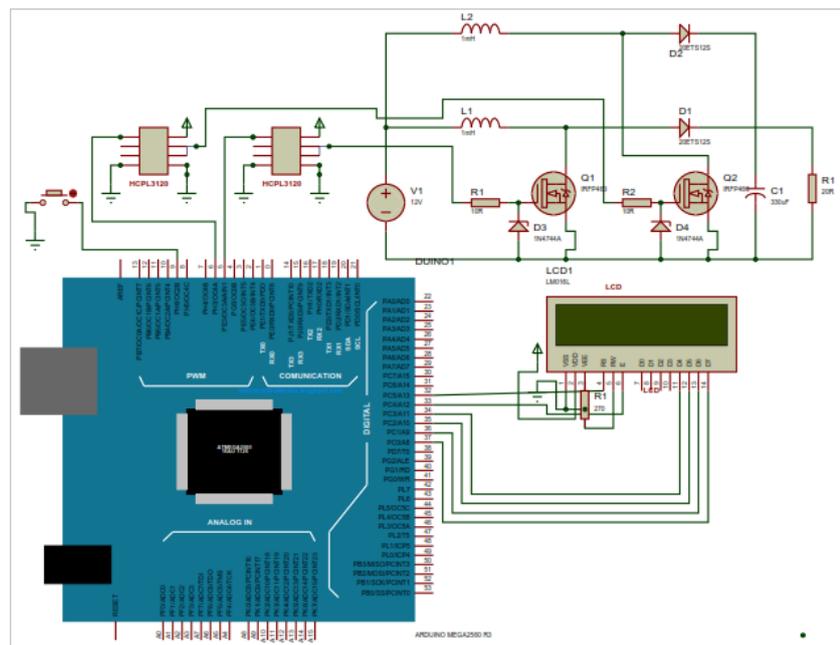
Rangkaian kontrol berisi pulsa PWM yang berguna untuk sinyal pensaklaran pada rangkaian *interleaved boost converter*. Proses pengeluaran sinyal PWM dihasilkan oleh mikrokontroler Arduino Mega 2560. Dari rangkaian kontrol PWM ini akan dihasilkan dua sinyal PWM dengan *duty cycle* yang besarnya bervariasi dari 10 hingga 70 % dengan perbedaan fasa 180^0 di antara kedua sinyal. Dalam rangkaian kontrol PWM terdiri dari beberapa komponen seperti mikrokontroler Arduino Mega 2560 dan perangkat keras I/O seperti papan tombol (*push button*) dan *LCD 2x16*. Adapun hasil rancangan kontrol PWM dapat dilihat pada Gambar 3.6 dibawah ini :



Gambar 3.6 Rancangan Rangkaian Kontrol PWM

3.3.4.4 Implementasi Rancangan Rangkaian *Interleaved Boost Converter* Berbasis Arduino Keseluruhan

Pada rancangan ini masing-masing rangkaian penyusun perangkat keras *interleaved boost converter* seperti rangkaian kontrol PWM, rangkaian *gate driver*, dan rangkaian *interleaved boost converter* digabung menjadi satu kesatuan sehingga dapat terlihat perangkat keras *Interleaved Boost Converter* secara keseluruhan. Adapun rangkaianya dapat dilihat pada Gambar 3.7 sebagai berikut :



Gambar 3.7 Perangkat Keras *Interleaved Boost Converter* Secara Keseluruhan

3.3.5 Realisasi Perangkat Keras

Tahapan berikutnya setelah perancangan adalah realisasi perangkat keras berdasarkan rancangan yang telah dibuat. Adapun beberapa proses yang dilakukan dalam tahapan ini adalah :

- a. Perangkat keras
 1. Memplot hasil gambar rangkaian pada PCB.
 2. Melakukan pemasangan komponen pada PCB.
 3. Membentuk konstruksi alat sesuai dengan yang telah direncanakan.
- b. Perangkat lunak
 1. Menuliskan kode program pada komputer.
 2. Mengunduh kode program dari komputer ke mikrokontroler arduino.

3.3.6 Pengujian Perangkat Keras

Tahapan terakhir pada penelitian ini adalah pengujian perangkat keras. Proses pengujian dilakukan per-blok rangkaian, meliputi pengujian rangkaian kontrol PWM, pengujian rangkaian *gate driver*. dan terakhir pengujian rangkaian *interleaved boost converter* secara keseluruhan. Di bawah ini akan dijelaskan masing-masing pengujian pada perangkat keras :

3.3.6.1 Pengujian Rangkaian Kontrol PWM

Pada pengujian ini akan di uji apakah kode program yang sudah dituliskan pada mikrokontroler arduino untuk

menghasilkan pulsa PWM berhasil atau tidak. Jika berhasil data hasil pengujian berupa besar *duty cycle* pada dua sinyal PWM yang besarnya bervariasi dari 10 hingga 70 % dengan pergeseran fasa sebesar 180° . Jadi, pada rangkaian kontrol PWM dapat di hasilkan *duty cycle* yang bervariasi. Hasil pengujian ini nantinya akan digunakan untuk sinyal pensaklaran pada rangkaian *interleaved boost converter*.

3.3.6.2 Pengujian Rangkaian *Gate Driver*

Setelah pengujian rangkaian kontrol PWM berhasil dan dihasilkan sinyal PWM oleh mikrokontroler arduino. Tahap selanjutnya adalah pengujian rangkaian *gate driver*. Telah dijelaskan sebelumnya bahwa rangkaian *gate driver* berfungsi untuk menguatkan sinyal kontrol PWM yang dihasilkan oleh mikrokontroler sehingga dapat berfungsi pada rangkaian *interleaved boost converter*. Jadi, hasil pengujian ini berupa sinyal kontrol hasil dari mikrokontroler dan sinyal kontrol yang telah dikuatkan hasil dari rangkaian *gate driver*.

3.3.6.3 Pengujian Rangkaian *Interleaved Boost Converter*

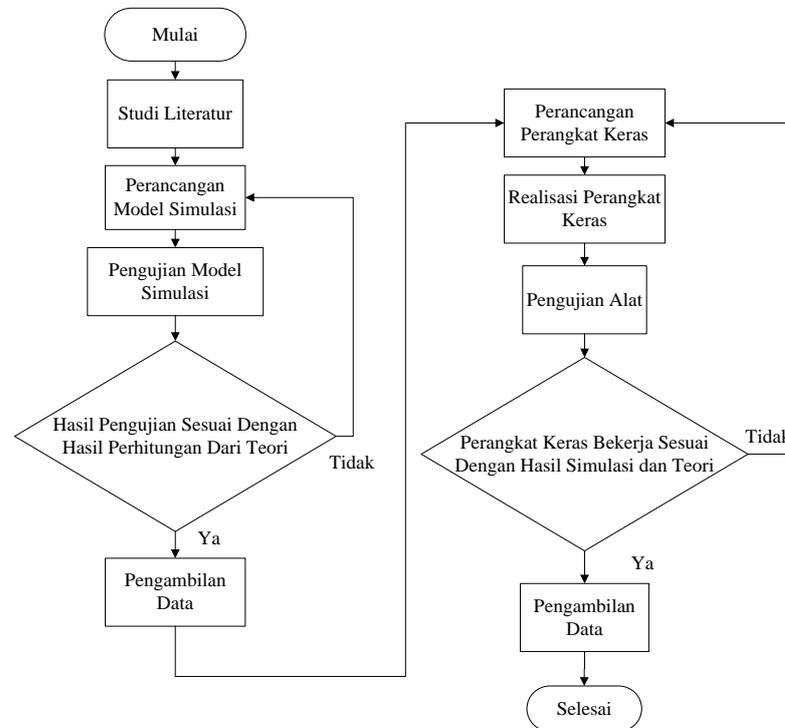
Keseluruhan

Tahapan ini merupakan tahapan terakhir pengujian pada Rancang Bangun *Interleaved Boost Converter* Berbasis Arduino. Pengujian ini dilakukan sama halnya dengan

pengujian pada model dan simulasi. Pengujian ini dibagi menjadi dua tahap, tahap pengujian pertama yaitu pengujian *boost converter* dan kedua pengujian *interleaved boost converter*. Kedua pengujian tersebut bertujuan untuk mencari besar nilai dan gambar gelombang pada tegangan keluaran (V_{out}), arus masukan (I_{in}) dan beserta *ripple* tegangan keluaran (ΔV_o), *ripple* arus masukan. Namun pada pengujian *interleaved boost converter*, hasil pengujian bertambah yaitu mencari besar nilai dan bentuk gelombang dari arus induktor pertama (I_{L1}) dan arus induktor kedua (I_{L2}).

3.4 Diagram Alir Tugas Akhir

Metode penelitian Rancang Bangun *Interleaved Boost Converter* ini digambarkan pada diagram alir dibawah ini :



Gambar 3.8 Diagram Alir Tugas Akhir