

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

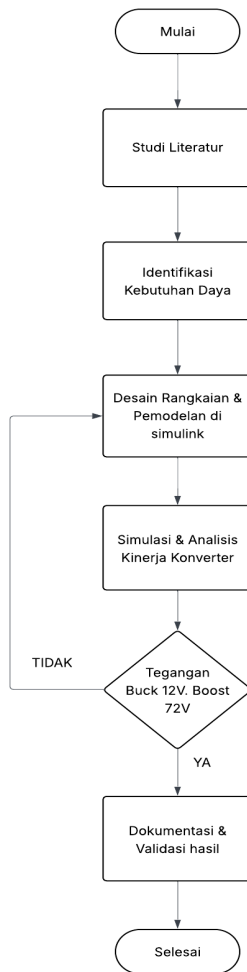
3.1 Metodologi Penelitian

Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini dirancang secara sistematis untuk mencapai tujuan utama, yaitu merancang dan membangun sebuah sistem DC–DC Converter yang berfungsi sebagai perangkat pengisian daya (charging) pada kendaraan listrik dengan kapasitas baterai 72 VDC. Sistem ini memanfaatkan sumber daya input sebesar 12 VDC dan juga mendukung pengoperasian dua arah. Dengan kata lain, konverter yang dibuat tidak hanya berfungsi sebagai step-up (boost) dari tegangan rendah ke tegangan tinggi, tetapi juga sebagai step-down (buck) dari tegangan tinggi ke tegangan rendah. Pada penelitian ini dirancang agar sistem mampu menaikkan tegangan dari 48 V ke 72 V (mode boost) untuk pengisian baterai, serta menurunkan tegangan dari 72 V ke 12 V (mode buck) untuk menyuplai beban kelistrikan kendaraan.

Dalam penyusunan penelitian ini diperlukan penulisan yang sistematis dan terarah. Penyusunan tersebut bertujuan untuk mempermudah peneliti dalam merencanakan, melaksanakan, serta mengevaluasi seluruh langkah kerja yang terlibat, mulai dari pengumpulan data, perumusan masalah, studi literatur, perancangan sistem, hingga pengujian dan analisis hasil. Dengan pendekatan sistematis ini diharapkan penelitian tidak hanya menghasilkan perangkat DC–DC Converter sesuai spesifikasi teknis, tetapi juga menghasilkan laporan penelitian yang lengkap dan sesuai kaidah ilmiah.

Tahap-tahap penelitian yang akan dilakukan disusun secara berurutan dan runtut dalam bentuk konsep penelitian. Konsep ini dituangkan dalam diagram alur penelitian yang memperlihatkan hubungan antar setiap tahapan kegiatan, mulai dari identifikasi kebutuhan hingga evaluasi hasil uji. Diagram alur ini juga berfungsi sebagai panduan visual bagi pembaca agar lebih mudah memahami proses penelitian secara keseluruhan.

Diagram alur penelitian tersebut dapat dilihat pada gambar di bawah ini:

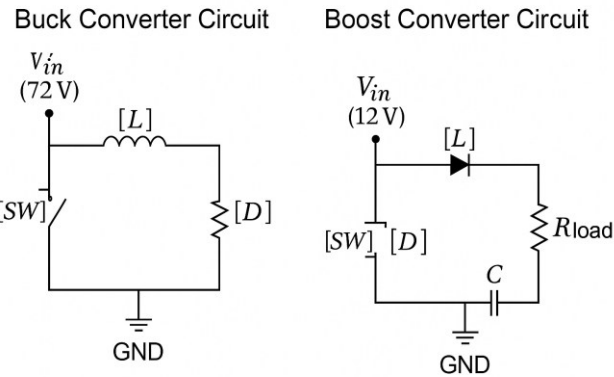


Gambar 3. 1 Diagram alir

Berikut penjelasan dari diagram alir dalam Gambar 3.1 :

1. Mulai
 - a. Titik awal proses perancangan dan simulasi konverter daya.
2. Studi Literatur
 - a. Mengkaji teori dasar mengenai konverter daya, teknik pengendalian, dan aplikasi Simulink.
 - b. Mempelajari referensi akademik dan teknikal terkait desain konverter dan metode simulasi.
3. Identifikasi Kebutuhan Daya
 - a. Menentukan kebutuhan daya dari sistem (tegangan input/output, arus beban, efisiensi target, dll).
4. Desain Rangkaian & Pemodelan di Simulink
 - a. Membuat blok diagram sistem di Simulink berdasarkan kebutuhan daya.
 - b. Menentukan parameter awal (duty cycle, switching frequency, nilai induktor/kapasitor, dsb).
5. Simulasi & Analisis Kinerja Konverter
 - a. Menjalankan simulasi untuk mengamati respons tegangan, arus, dan performa konverter.
6. Evaluasi Hasil Simulasi terhadap Spesifikasi
 - a. Menentukan apakah sistem telah memenuhi kriteria performa yang diinginkan.
7. [Jika Belum Sesuai] Kembali ke Desain Rangkaian & Pemodelan
 - a. Melakukan perbaikan desain atau penggantian parameter yang belum optimal.
 - b. Mengulangi proses simulasi dan evaluasi hingga spesifikasi terpenuhi.
8. [Jika Sudah Sesuai] Dokumentasi & Validasi Hasil
 - a. Menyusun dokumentasi lengkap mengenai desain, parameter, dan hasil simulasi.
 - b. Validasi hasil dengan teori atau referensi teknis untuk memastikan konsistensi dan keandalan.
9. Selesai

3.2 Spesifikasi Desain



Gambar 3. 2 *Buck converter dan boost converter circuit*

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

V_{in} : tegangan input
 D : duty cycle
 f_s : frekuensi switching
 ΔI_L : ripple arus inductor

Komponen	Spesifikasi / Nilai
MOSFET Sisi 48V (Low Side)	MOSFET, $\geq 60V$,
MOSFET Sisi 72V (High Side)	MOSFET, $\geq 100V$,
MOSFET	2 unit, tipe N-channel
Induktor (L)	100 uH
Kapasitor Output 12V	$\geq 260 \mu F$, 25V,
Kapasitor Output 72V	$\geq 160 \mu F$, 100V,
Frekuensi Switching	50 – 100 kHz

3.3 Perhitungan Komponen

1. Desain Buck Converter (72V → 12V)

Duty Cycle (D):

Pada mode buck, duty cycle dihitung menggunakan rumus:

$$D_{\text{buck}} = \frac{V_{\text{out}}}{V_{\text{in}}} = \frac{12}{72} = 0,167$$

Induktor (L):

$$L = \frac{V_{\text{out}} \cdot (1 - D)}{f_s \cdot \Delta I_L}$$

Frekuensi yang digunakan :

$$f = 20 \text{ kHz} = 20 \times 10^3 \text{ Hz}$$

maka

$$L = \frac{12 \cdot (1 - 0.167)}{20 \times 10^3 \cdot 3} = 0.000167 \text{ mH} = 167 \mu\text{H}$$

Output Capacitor (C):

$$C \geq \frac{I_{\text{out}} \cdot D}{f \cdot \Delta V_{\text{out}}}$$

$$I_{\text{out}} = \frac{V_{\text{out}}}{R} = \frac{12}{1.2} = 10 \text{ A}$$

$$\Delta V_{\text{out}} = 0.5 \text{ V}$$

$$C \geq \frac{I_{\text{out}} \cdot D}{f_s \cdot \Delta V_{\text{out}}} = \frac{10 \cdot 0.167}{20 \times 10^3 \cdot 0.5} = 16.7 \mu\text{F}$$

2. Desain Boost Converter (48V → 72V)

• Duty Cycle (D):

Pada mode boost, duty cycle dihitung menggunakan rumus:

$$D = 1 - \frac{V_{in}}{V_{out}} = \frac{48}{72} = 0,333$$

• Induktor (L):

Asumsi ripple arus :

$$\Delta I_L = 0.3 \times I_{in} = 0.3 \cdot 10.8 = 3.24 \text{ A}$$

$$L = \frac{V_{in} \cdot D}{f_s \cdot \Delta I_L} = \frac{48 \cdot 0.333}{50 \times 10^3 \cdot 3.24} \approx 98.65 \text{ } \mu\text{H}$$

• Output Capacitor (C):

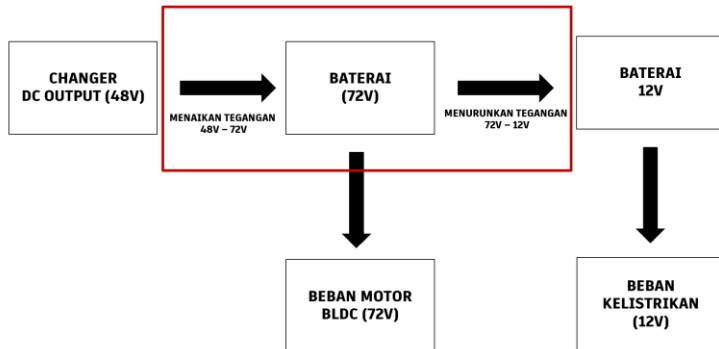
Asumsi arus ripple tegangan output

$$\Delta V_{out} = 1\% \times 72 = 0.72 \text{ V}$$

$$I_{out} = \frac{72}{10} = 7.2 \text{ A}$$

$$C \geq \frac{I_{out} \cdot D}{f_s \cdot \Delta V_{out}} = \frac{7.2 \cdot 0.333}{20 \times 10^3 \cdot 0.72} = 0.0001665 \text{ F} = 166.5 \text{ } \mu\text{F}$$

3.4 Blok Diagram



Gambar 3. 3 Blok Diagram DC-DC Converter