

Desain dan Implementasi *Interleaved Boost Converter* untuk Aplikasi *Photovoltaic*

Aufar Gusviandi Pratama¹⁾, Dedet Candra Riawan²⁾, dan Soedibyo³⁾.

¹²³⁾Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)
Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111

E-mail : ¹⁾aufar.gusviandi10@mhs.ee.its.ac.id, ²⁾dedet@ee.its.ac.id, ³⁾soedieb@ee.its.ac.id

Abstrak --- DC-DC Converter adalah rangkaian elektronika daya yang mengubah tegangan DC ke tahap tegangan DC dengan keluaran yang berbeda. DC-DC Converter terdiri banyak jenis, salah satunya adalah Boost Converter konvensional. Namun, boost converter konvensional memiliki banyak kekurangan, yaitu keberadaan ripple arus input dan ripple arus output yang akan mengurangi efisiensi dari konverter. Oleh karena itu, boost converter konvensional dikembangkan lagi menjadi rangkaian DC-DC Interleaved Boost Converter. Dalam Tugas Akhir ini, akan dilakukan perancangan dan implementasi dari rangkaian DC-DC Interleaved Boost Converter dan boost converter konvensional sebagai rangkaian perbandingan. Rangkaian DC-DC Interleaved Boost Converter memiliki fungsi yang sama dengan boost converter konvensional. Akan tetapi Interleaved Boost Converter memiliki efisiensi yang lebih tinggi dan rasio konversi yang lebih tinggi dibandingkan dengan boost converter konvensional. Dalam implementasinya, Interleaved Boost Converter dapat menghasilkan efisiensi sebesar 87.76%, lebih tinggi dibandingkan boost converter konvensional yang hanya mampu menghasilkan efisiensi sebesar 84.33% pada tegangan input 18 V dan output 60 V. Rasio konversi dari rangkaian Interleaved Boost Converter juga lebih tinggi dibandingkan dengan boost converter konvensional pada duty cycle 70%.

Kata kunci— *Interleaved Boost Converter, konvensional, konversi, ripple, efisiensi, duty cycle.*

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi yang berasal dari energi terbarukan mengundang perhatian yang besar dalam bidang penelitian. Penelitian terbaru pada konverter elektronika daya adalah penggunaan tegangan dengan sumber arus searah. Sumber ini mempunyai tegangan keluaran yang relatif kecil dan memerlukan penaik tegangan untuk menyuplai beban dengan tegangan yang diperlukan. Untuk membesarkan tegangan keluaran ke tegangan yang dibutuhkan dengan efisiensi yang cukup tinggi, digunakanlah DC-DC Converter.

DC-DC *Boost Converter* merupakan komponen penting yang digunakan untuk sumber energi terbarukan seperti *photovoltaic system* dan *fuel cells*. Kebanyakan sumber energi terbarukan mempunyai tegangan keluaran yang kecil dan hal ini memerlukan penaik tegangan agar dapat memberikan tegangan keluaran yang cukup ataupun yang di butuhkan. Energi terbarukan merupakan pilihan yang sangat baik di bandingkan dengan energi yang tidak terbarukan di karenakan sumber energi tersebut tak terbatas dan juga tidak menyebabkan polusi udara. Untuk

membuat sumber energi yang terbarukan dapt efisien, di butuhkan konverter yang cocok [1].

Boost converter merupakan konverter DC-DC yang menghasilkan tegangan keluaran yang tinggi dan tegangan masukan yang rendah. *Boost converter* memiliki rangkaian dan desain sistem yang sederhana. Sebagai penaik tegangan, DC-DC *boost converter* juga memiliki kelebihan dan kekurangan. Kekurangan pada topologi *boost converter* konvensional adalah *ripple* atau riak gelombang arus yang dihasilkan cukup besar. *Ripple* tersebut dapat mengurangi efisiensi dan performansi dari konverter, sehingga topologi ini dikembangkan lagi dengan topologi yang lainnya seperti teknik *interleaving* [2]. *Boost converter* sudah banyak digunakan, tetapi penerapan yang paling banyak pada penggunaan *photovoltaic*. Selain itu *boost converter* juga dapat diterapkan pada *Uninterruptable Power Supply (UPS), Fuel Cell, Battery*, dll.

Pada sistem DC *ideal*, bentuk gelombang tegangan maupun arus berupa garis lurus. Sistem ini tidak memiliki riak (*ripple*) gelombang. Sebaliknya, sistem DC non ideal terdiri dari komponen DC dan komponen AC sebagai riak. Riak gelombang merupakan komponen yang tidak diinginkan dan selalu diupayakan agar bernilai nol atau serendah mungkin [3].

Interleaved boost Converter adalah salah satu pilihan untuk aplikasi tersebut. Dengan menggunakan *Interleaved Boost Converter*, sumber energi terbarukan akan dapat menghasilkan tegangan yang lebih tinggi dan juga di hasilkan *ripple* yang kecil pada arus masukan dan arus keluarannya [4]. Namun, *interleaved boost converter* ini mempunyai penambahan induktor dan saklar.

Dengan adanya DC-DC *Interleaved Boost Converter*, diharapkan akan dihasilkan konverter dengan efisiensi dan performa yang baik.

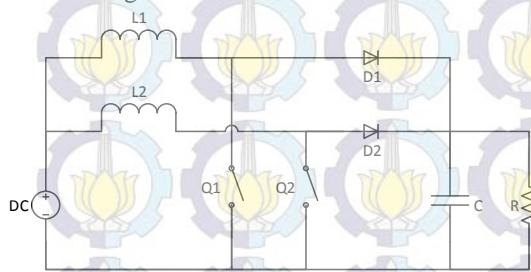
II. INTERLEAVED BOOST CONVERTER PADA SISTEM PHOTOVOLTAIC

A. *Interleaved Boost Converter*

Interleaved boost converter merupakan salah satu perkembangan dari topologi *boost converter* konvensional. *Interleaved boost converter* terdiri dari gabungan beberapa *boost converter* konvensional yang terhubung dalam satu rangkaian. Karena proses *interleaving* tersebut, *interleaved boost converter* menghasilkan *ripple* arus yang lebih kecil pada sisi *input* dan *ripple* tegangan yang lebih kecil pada sisi *output* [3].

Interleaved Boost Converter merupakan bentuk modifikasi dari sebuah DC-DC *boost converter* konvensional yang berguna untuk menambah performa konverter seperti efisiensi dan ukuran. Namun kekurangannya adalah seperti penambahan induktor, *power switching device*, dan *output rectifier*. Metode *interleaved* biasa disebut juga teknik *multiphasing* dimana sangat berguna untuk mengurangi ukuran dari komponen filter. Pada rangkaian *interleaved* terdapat lebih dari satu *power switch*. Perbedaan fasa untuk dua *switch* adalah 180° [5].

Metode *interleaving* ini berguna menaikkan frekuensi pulsa efektif yang di berikan oleh beberapa sumber yang lebih kecil dan mengoperasikannya dengan pergeseran fasa yang relatif (180°). Pada bidang elektronika daya, aplikasi *interleaving* dapat ditemukan khususnya pada aplikasi dengan memerlukan daya yang tinggi. Gambar 1 menunjukkan skema rangkaian DC-DC *Interleaved Boost Converter* sebagai berikut.

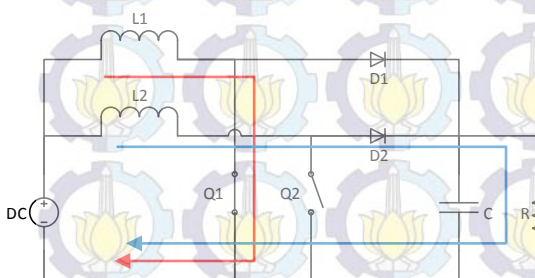


Gambar 1. Rangkaian *Interleaved Boost Converter*

B. Analisis Kondisi Steady State

Analisis kondisi *steady state* pada rangkaian *Interleaved Boost Converter* dengan duty cycle $\geq 50\%$ adalah sebagai berikut.

- Mode operasi 1
Mode operasi 1 dimulai ketika *switch* Q1 dalam keadaan tertutup dan *switch* Q2 dalam keadaan terbuka sebagaimana ditunjukkan pada gambar 2 sebagai berikut.



Gambar 2. Mode operasi 1 rangkaian IBC

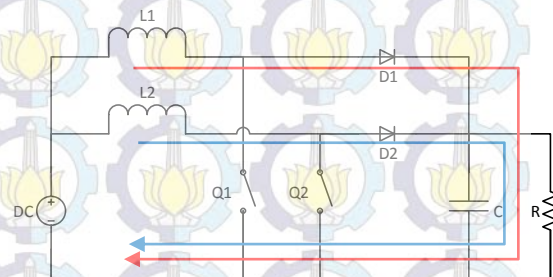
Pada mode ini induktor 1 (L_1) mengalami *charge* sedangkan induktor 2 (L_2) mengalami *discharge*. Persamaan matematis induktor 1 (L_1) adalah sebagai berikut.

$$\Delta i_{L1}(t_{charge}) = \frac{V_i}{L_1} (DT) \tag{1}$$

Sedangkan persamaan matematis induktor 2 (L_2) adalah sebagai berikut.

$$\Delta i_{L2}(t_{discharge}) = \frac{(V_i - V_o)}{L_2} (1 - D)T \tag{2}$$

- Mode operasi 2
Mode operasi 1 dimulai ketika *switch* Q1 dalam keadaan terbuka dan *switch* Q2 juga dalam keadaan terbuka sebagaimana ditunjukkan pada gambar 3 sebagai berikut.

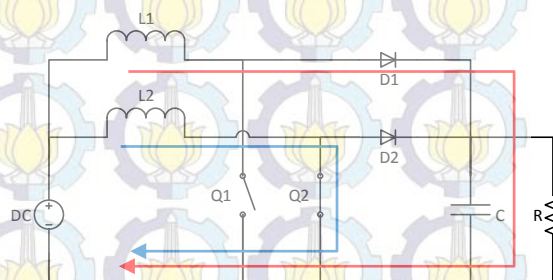


Gambar 3. Mode Operasi 2 rangkaian IBC

Pada mode ini induktor 1 (L_1) mengalami *discharge* dan induktor 2 (L_2) juga mengalami *discharge*. Persamaan matematis induktor 1 (L_1) dan induktor 2 (L_2) adalah sebagai berikut.

$$\frac{\Delta i_{L_{1,2}}(t_{discharge})}{\Delta t_{off}} = \frac{V_i - V_o}{L_{1,2}} \tag{3}$$

- Mode operasi 3
Mode operasi 1 dimulai ketika *switch* Q1 dalam keadaan terbuka dan *switch* Q2 dalam keadaan tertutup sebagaimana ditunjukkan pada gambar 4 sebagai berikut.



Gambar 4. Mode operasi 3 rangkaian IBC

Pada mode ini induktor 1 (L_1) mengalami *discharge* sedangkan induktor 2 (L_2) mengalami *charge*. Persamaan matematis induktor 1 (L_1) adalah sebagai berikut.

$$\Delta i_{L1}(t_{discharge}) = \frac{(V_i - V_o)}{L_1} (1 - D)T \tag{4}$$

Sedangkan persamaan matematis induktor 2 (L_2) adalah sebagai berikut.

$$\Delta i_{L2}(t_{charge}) = \frac{V_i}{L_2} (DT) \tag{5}$$

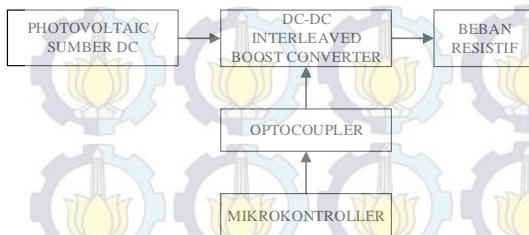
- Mode operasi 4
Mode operasi 4 sama seperti mode operasi 2 yang telah dijelaskan sebelumnya, dimulai ketika *switch* Q1 dalam

keadaan terbuka dan *switch* Q2 juga dalam keadaan terbuka.

III. PERANCANGAN RANGKAIAN INTERLEAVED BOOST CONVERTER

A. Diagram Blok Sistem

Interleaved Boost Converter bekerja mulai dari suplai mensuplai daya menuju konverter. Konverter bekerja dengan kontrol PWM melalui *optocoupler*. Daya keluaran dari konverter disalurkan menuju beban dengan nilai tegangan tertentu sesuai dengan *duty cycle* yang diberikan. Gambar 5 menunjukkan diagram blok sistem secara keseluruhan adalah sebagai berikut.



Gambar 5. Diagram blok sistem

B. Perancangan Interleaved Boost Converter

Perancangan *Interleaved Boost Converter* membutuhkan perhitungan nilai komponen agar dapat menghasilkan *output* yang sesuai. Untuk menghitung nilai komponen-komponen tersebut, penentuan parameter dasar harus ditentukan terlebih dahulu.

Parameter-parameter desain rangkaian simulasi dan implementasi DC-DC *Interleaved Boost Converter* dapat ditentukan pada tabel 1 sebagai berikut.

TABEL 1
PARAMETER RANGKAIAN IBC

Parameter	Nilai	
	Simulasi	Implementasi
Tegangan <i>Input</i> (V_{in})	18	
Tegangan <i>Output</i> (V_{out})	60	
<i>Duty Cycle</i> (D)	70%	
Beban Resistansi (R)	72 Ω	100 Ω
Frekuensi <i>Switching</i> (f_s)	20 kHz	
<i>Ripple</i> Arus Induktor	25%	
<i>Ripple</i> Kapasitor Keluaran	1%	

Duty Cycle pada rangkaian *Interleaved Boost Converter* dapat ditentukan dengan persamaan sebagai berikut.

$$D = 1 - \frac{V_i}{V_o} \tag{6}$$

Nilai induktor pada rangkaian *Interleaved Boost Converter* dapat ditentukan dengan persamaan sebagai berikut.

$$L_1 = L_2 = \frac{V_i \times D}{\Delta i_L \times f} \tag{7}$$

Nilai kapasitor pada rangkaian *Interleaved Boost Converter* dapat ditentukan dengan persamaan sebagai berikut.

$$C = \frac{i_o \times D}{\Delta V_o \times f} \tag{8}$$

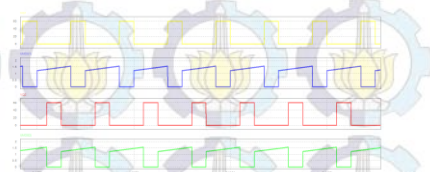
Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan dengan persamaan diatas, terdapat perbedaan nilai komponen yang akan digunakan pada simulasi dan implementasi dikarenakan adanya perbedaan beban. Nilai komponen-komponen yang akan digunakan pada rangkaian *Interleaved Boost Converter* ditunjukkan pada tabel 2 sebagai berikut.

TABEL 2
NILAI KOMPONEN RANGKAIAN IBC

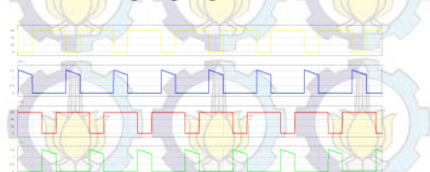
Parameter	Nilai	
	Simulasi	Implementasi
Induktor 1&2 (L_1 & L_2)	1.82 mH	2.52 mH
Kapasitor keluaran (C_o)	48.6 μF	35 μF
Beban Resistansi (R)	72 Ω	100 Ω

C. Simulasi Rangkaian Interleaved Boost Converter

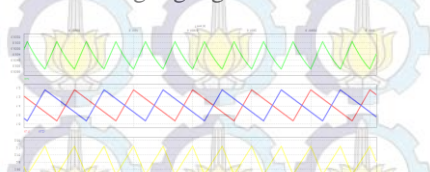
Simulasi rangkaian *Interleaved Boost Converter* bertujuan untuk menunjukkan gelombang yang dihasilkan konverter. Pada simulasi ini, beban resistif yang digunakan sebesar 72 Ω , dan tegangan masukan sebesar 18 V. dengan *duty cycle* 70%, tegangan keluaran yang dihasilkan adalah sebesar 60 V. Bentuk gelombang tegangan dan arus komponen ditunjukkan pada gambar sebagai berikut.



Gambar 6. Gelombang tegangan dan arus *switch* 1 & 2



Gambar 7. Gelombang tegangan dan arus dioda 1 & 2



Gambar 8. Gelombang arus *input*, induktor 1 & 2, *output*

D. Pengujian Simulasi Rangkaian Interleaved Boost Converter terhadap Perubahan Beban

Pengujian rangkaian *Interleaved Boost Converter* terhadap perubahan beban dilakukan untuk mengetahui efisiensi yang dapat dihasilkan konverter. Namun, pada tahap simulasi, komponen-komponen yang digunakan merupakan komponen ideal. Sehingga tidak ada rugi-rugi pada konverter. Parameter yang digunakan pada pengujian ini antara lain mempertahankan tegangan masukan 18 V

dan tegangan keluaran 60V. Tabel 3 menunjukkan hasil pengujian simulasi IBC terhadap perubahan beban berikut.

TABEL 3
HASIL PENGUJIAN SIMULASI IBC TERHADAP PERUBAHAN BEBAN

Vin (V)	Iin (A)	Vout (V)	Iout (A)	Pin (W)	Pout (W)	Beban (Ω)	Pout (%)
17.89	2.810	60.03	0.834	50.271	50.065	72	100
18.73	2.410	60.03	0.750	45.139	45.023	80	90
19.21	2.086	60.04	0.667	40.072	40.047	90	80
19.56	1.793	60.00	0.583	35.071	34.980	102.86	70
19.84	1.517	60.00	0.500	30.097	30.000	120	60
20.09	1.251	60.02	0.417	25.133	25.028	144	50
20.31	0.991	60.00	0.333	20.127	19.980	180	40
20.51	0.739	60.02	0.250	15.157	15.005	240	30

E. Pengujian Simulasi Rangkaian Interleaved Boost Converter terhadap Perubahan Duty Cycle

Pengujian rangkaian *Interleaved Boost Converter* terhadap perubahan *duty cycle* dilakukan untuk mengetahui error tegangan yang dapat dihasilkan konverter. Namun, pada tahap simulasi, komponen yang digunakan merupakan komponen ideal. Sehingga tidak ada rugi-rugi pada konverter. Parameter yang digunakan pada pengujian ini adalah beban resistif *R* yang digunakan sebesar 72 Ω. Tabel 4 menunjukkan hasil pengujian simulasi IBC terhadap perubahan *duty cycle* berikut.

TABEL 4
HASIL PENGUJIAN SIMULASI IBC TERHADAP PERUBAHAN DUTY CYCLE

D (%)	Vin (V)	Iin (A)	Vout (V)	Iout (A)	Vout Teori	Error (%)
50	20.20	1.126	40.40	0.561	40.40	0
55	19.91	1.451	44.24	0.632	44.24	0
60	19.65	1.709	49.12	0.682	49.12	0
65	19.10	2.172	54.56	0.757	54.57	0
70	17.96	2.784	59.87	0.831	59.87	0

F. Implementasi Rangkaian Interleaved Boost Converter

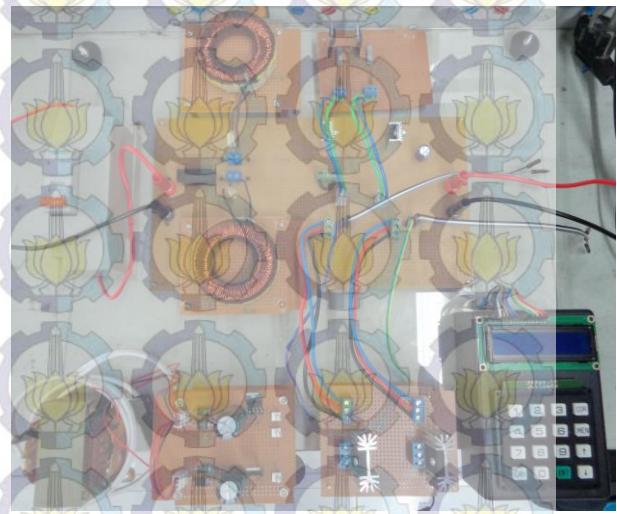
Setelah tahap desain dan tahap simulasi telah dilakukan, komponen-komponen yang akan digunakan pada *prototype* telah dicari besar nilainya dan ditentukan jenis, ukuran, serta banyaknya komponen.

Setelah semua tahap desain selesai dilakukan, maka diperoleh nilai untuk seluruh komponen yang akan digunakan pada tabel 5 sebagai berikut.

TABEL 5
NILAI KOMPONEN YANG DIGUNAKAN PADA PROTOTYPE

Parameter	Type	Nilai	Jumlah
Induktor (<i>L₁</i> & <i>L₂</i>)	CS572060	2.52 mH	2
Kapasitor (<i>C_o</i>)	elco	35 μF	1
MOSFET	IRFP460	20 A / 500 V	2
Optocoupler	TLP250	1 MHz (max) / 35 V	2
Mikrokontroler	ATmega 16	20 kHz	1
Dioda	BYC10-600	10 A / 600 V / 19 ns	2

Prototype rangkaian *Interleaved Boost Converter* secara keseluruhan ditunjukkan pada gambar 11 sebagai berikut.



Gambar 9. *Prototype* rangkaian *Interleaved Boost Converter*

IV. HASIL PENGUJIAN DAN ANALISIS DATA

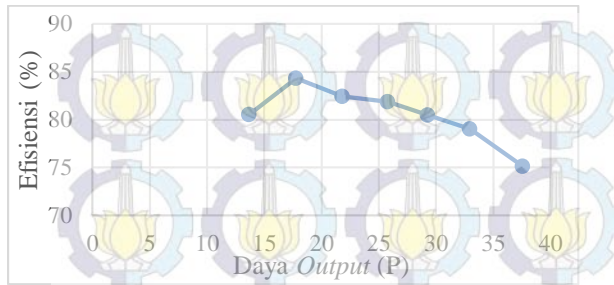
A. Pengujian *Prototype Rangkaian Boost Converter Konvensional* terhadap Perubahan Beban

Pengujian rangkaian *Boost Converter* konvensional terhadap perubahan beban dilakukan untuk mengetahui efisiensi yang dapat dihasilkan konverter. Selain itu *boost converter* konvensional merupakan rangkaian pembandingan dari rangkaian *Interleaved Boost Converter*. Parameter yang digunakan pada pengujian ini sama seperti yang telah dijelaskan pada tahap simulasi. Tabel 6 menunjukkan hasil pengujian simulasi *Boost Converter* konvensional terhadap perubahan beban sebagai berikut.

TABEL 6
HASIL PENGUJIAN PROTOTYPE BOOST CONVERTER TERHADAP PERUBAHAN BEBAN

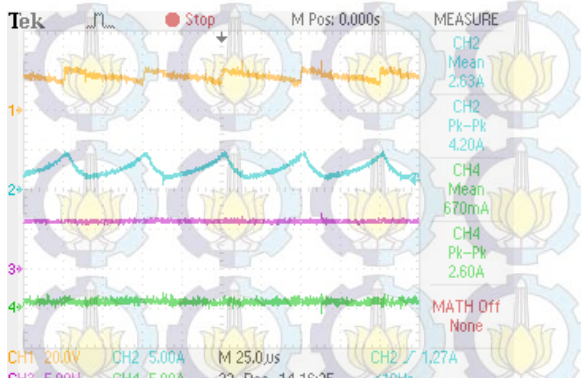
Vin (V)	Iin (A)	Vout (V)	Iout (mA)	Pin (W)	Pout (W)	Pout (%)	Efisiensi (%)
17.8	2.81	60.1	625	50.02	37.56	100	75.10
17.9	2.33	59.5	554	41.70	32.96	90	79.03
18.1	2.01	59.4	493	36.38	29.28	80	80.49
18.1	1.74	60.1	429	31.49	25.78	70	81.87
17.9	1.48	60.0	364	26.49	21.84	60	82.44
18.0	1.17	59.0	301	21.06	17.74	50	84.33
18.1	0.94	59.5	230	16.99	13.69	40	80.52

Setelah dilakukan pengujian *prototype boost converter* konvensional terhadap perubahan beban, dapat dilihat bahwa konverter tersebut memiliki efisiensi maksimal terletak pada beban 50%, yaitu sebesar 84.33%. Sedangkan efisiensi terendah konverter terletak pada beban *rating* / 100%, yaitu sebesar 75.10%. Gambar grafik efisiensi terhadap perubahan daya ditunjukkan pada gambar 10 sebagai berikut.



Gambar 10. Grafik daya output terhadap efisiensi boost converter konvensional

Gambar 11 menunjukkan gelombang yang dihasilkan prototype boost converter konvensional sebagai berikut.



Gambar 11. Hasil pengujian prototype rangkaian boost converter konvensional

Seperti yang telah digambarkan pada gambar 11, ripple arus input boost converter konvensional sebesar 4.20 A dan ripple arus output-nya sebesar 2.60 A. Hal ini tentu sangat mempengaruhi efisiensi yang dihasilkan.

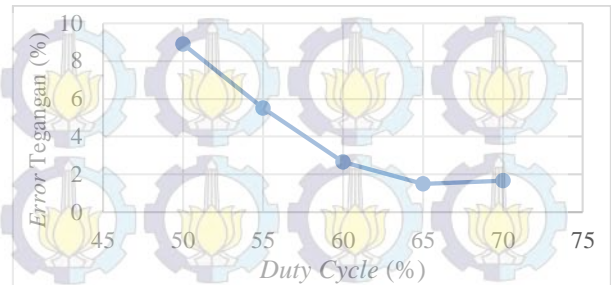
B. Pengujian Prototype Rangkaian Boost Converter Konvensional terhadap Perubahan Duty Cycle

Pengujian terhadap perubahan duty cycle bertujuan untuk melihat error tegangan yang dihasilkan pada duty cycle tertentu. Pengujian ini menggunakan parameter beban R sebesar 100 Ω. Data hasil pengujian boost converter konvensional terhadap duty cycle ditunjukkan pada tabel 7 sebagai berikut.

TABEL 7
HASIL PENGUJIAN PROTOTYPE BOOST CONVERTER TERHADAP PERUBAHAN DUTY CYCLE

D (%)	Vin (V)	Iin (A)	Vout (V)	Iout (A)	Vout Teori	Error (%)
50	18	1.02	39.2	0.425	36	8.89
55	18	1.19	42.2	0.477	40	5.5
60	18	1.41	46.2	0.52	45	2.67
65	18	1.78	52.2	0.582	51.43	1.5
70	18	2.47	59	0.619	60	1.67

Setelah dilakukan pengujian boost converter konvensional terhadap perubahan duty cycle, dapat dilihat bahwa konverter tersebut memiliki error tegangan maksimal sebesar 8.89 % pada duty cycle 50%. Gambar grafik efisiensi terhadap perubahan daya ditunjukkan pada gambar 12 sebagai berikut.



Gambar 12. Grafik duty cycle terhadap error tegangan boost converter konvensional

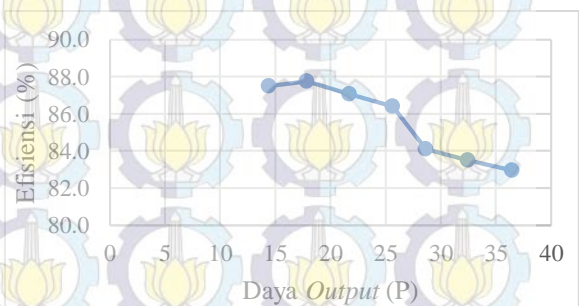
C. Pengujian Prototype Rangkaian Interleaved Boost Converter terhadap Perubahan Beban

Pengujian ini sama seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, yaitu untuk mengetahui efisiensi yang dapat dihasilkan IBC. Parameter yang digunakan pada pengujian IBC juga sama seperti pengujian boost converter konvensional. Data hasil pengujian IBC terhadap perubahan beban ditunjukkan pada tabel 8 berikut.

TABEL 8
HASIL PENGUJIAN PROTOTYPE IBC TERHADAP PERUBAHAN BEBAN

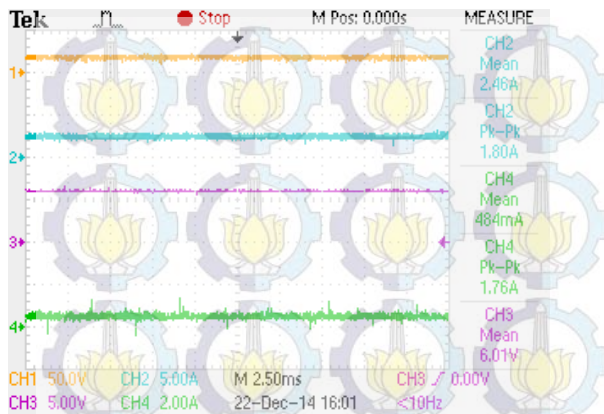
Vin (V)	Iin (A)	Vout (V)	Iout (mA)	Pin (W)	Pout (W)	Pout (%)	Efisiensi (%)
18.1	2.43	60.0	608	43.98	36.48	100	82.94
18.0	2.16	60.0	541	38.88	32.46	90	83.49
18.1	1.88	60.0	477	34.03	28.62	80	84.11
18.0	1.65	60.1	427	29.70	25.66	70	86.41
18.1	1.38	59.9	363	24.98	21.74	60	87.05
18.0	1.13	60.1	297	20.34	17.85	50	87.76
18.0	0.92	60.1	240	16.49	14.42	40	87.48

Setelah dilakukan pengujian Interleaved Boost Converter terhadap perubahan beban, dapat dilihat bahwa konverter tersebut memiliki efisiensi maksimal terletak pada beban 50%, yaitu sebesar 87.76%. Sedangkan efisiensi terendah konverter terletak pada beban rating / 100%, yaitu sebesar 82.94%. Gambar grafik efisiensi terhadap perubahan daya ditunjukkan pada gambar 13 sebagai berikut.



Gambar 13. Grafik daya output terhadap efisiensi Interleaved Boost Converter

Gambar 14 dibawah ini menunjukkan gelombang yang dihasilkan prototype Interleaved Boost Converter sebagai berikut.



Gambar 14. Hasil pengujian *prototype* rangkaian *Interleaved Boost Converter*

Seperti yang telah digambarkan pada gambar 14, *ripple* arus *input* *Interleaved Boost Converter* sebesar 1.80A dan *ripple* arus *output*-nya sebesar 1.76A. Hal ini tentu sangat mempengaruhi efisiensi yang dihasilkan.

D. Pengujian Prototype Rangkaian Interleaved Boost Converter terhadap Perubahan Duty Cycle

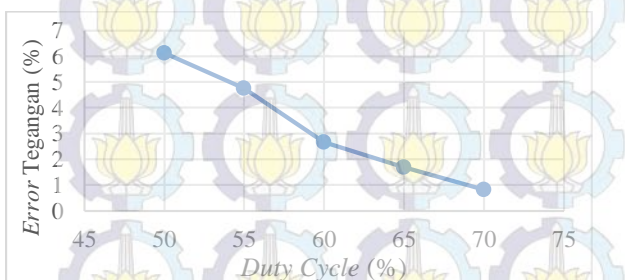
Pengujian pada *prototype Interleaved Boost Converter* sama hal nya seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, yaitu untuk mengetahui *error* tegangan keluaran yang dihasilkan konverter. Parameter yang digunakan adalah beban resistif *R* sebesar 100 Ω. Data hasil pengujian IBC terhadap perubahan *duty cycle* ditunjukkan pada tabel 9 sebagai berikut.

TABEL 9

HASIL PENGUJIAN PROTOTYPE IBC TERHADAP PERUBAHAN DUTY CYCLE

D (%)	V _{in} (V)	I _{in} (A)	V _{out} (V)	I _{out} (A)	V _{out} Teori	Error (%)
50	18	0.878	38.2	0.413	36	6.11
55	18	1.05	41.9	0.443	40	4.75
60	18	1.3	46.2	0.469	45	2.667
65	18	1.74	52.3	0.53	51.43	1.69
70	18	2.247	60.5	0.622	60	0.83

Setelah dilakukan pengujian *Interleaved Boost Converter* terhadap perubahan *duty cycle*, dapat dilihat bahwa konverter tersebut memiliki *error* tegangan maksimal sebesar 6.11% pada *duty cycle* 50%. Gambar grafik efisiensi terhadap perubahan daya ditunjukkan pada gambar 15 sebagai berikut.



Gambar 15 Grafik *duty cycle* terhadap *error* tegangan *Interleaved Boost Converter*

V. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis data pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa rangkaian *Interleaved Boost Converter* memiliki efisiensi yang lebih baik dibandingkan dengan *boost converter* konvensional. Kedua konverter memiliki efisiensi tertinggi pada beban 18W. *Boost Converter* konvensional memiliki efisiensi sebesar 84.33%, sedangkan *Interleaved Boost Converter* memiliki efisiensi yang lebih tinggi, yaitu sebesar 87.76%. Ripple arus masukan dari rangkaian *Interleaved Boost Converter* lebih kecil dibandingkan dengan *Boost Converter* konvensional. IBC menghasilkan ripple arus masukan sebesar 1.80A sedangkan *boost converter* konvensional menghasilkan ripple arus masukan sebesar 4.20A. Selain itu rangkaian *Interleaved Boost Converter* memiliki error tegangan yang lebih kecil dibandingkan dengan rangkaian *boost converter* konvensional. Untuk rasio konversi, rangkaian *Interleaved Boost Converter* memiliki rasio konversi yang lebih tinggi dibandingkan dengan rangkaian *boost converter* konvensional. *Boost converter* menghasilkan tegangan keluaran sebesar 59V pada *duty cycle* 70%, sedangkan *Interleaved Boost Converter* dapat menghasilkan tegangan keluaran sebesar 60.5V pada *duty cycle* yang sama.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Melzi Ambar Mazta, A. Saudi Samosir, *Interleaved Boost Converter*, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Lampung, Bandar Lampung
- [2] Chen Chunliu, Wang Chenghua, Hong Feng, *Research of an Interleaved Boost Converter with four Interleaved Boost Convert Cells*, Microelectronics & Electronics, 2009. PrimeAsia 2009. Asia Pacific Conference on Postgraduate Research in, January 2009, Shanghai.
- [3] Ashari, Mochamad, 2012, *Sistem Konverter DC, Desain Rangkaian Elektronika Daya*, ITS Press, Surabaya.
- [4] Jun Wen, Taotao Jin, Keyue Smedley, *A New Interleaved Isolated Boost Converter for High Power Applications*, Power Electronics Laboratory, University of California, 2006, Irvine, CA.
- [5] C.N.M. Ho, H. Breuninger, S. Pettersson, G. Escobar, L. Serpa, A. Cocia, *Practical Implementation of an Interleaved Boost Converter using SiC Diodes for PV Applications*, 8th International Conference on Power Electronics – ECCE Asia, June 2011, The Shilla Jeju, South Korea.