

DESAIN FLYBACK CONVERTER MENGGUNAKAN KLEM AKTIF UNTUK SISTEM *PHOTOVOLTAIC* 500W

Andriyatna Agung Kurniawan¹, Bagus Fatkhurrozi² Rheza Ari Wibowo³
Universitas Tidar

andriyatna@untidar.ac.id, bagusf@untidar.ac.id, rhezaari@untidar.ac.id

ABSTRAK

Topologi *flyback* banyak digunakan pada konversi dc-dc. Topologi ini memiliki keuntungan yaitu desain yang sederhana sehingga tidak banyak menggunakan komponen-komponen baik aktif maupun pasif. Kelemahan dari topologi *flyback* adalah memiliki efisiensi yang tergolong lebih rendah dikarenakan oleh adanya beberapa loss diberbagai tempat. salah satu loss yang utama adalah timbulnya tegangan kejut. Tegangan kejut ini diakibatkan oleh aktivitas pensaklaran yang terpengaruh oleh *leakage inductance*. Pada penelitian ini, dibuatlah sebuah desain *converter* dengan topologi *flyback* yang dipasang dengan klem aktif pada sisi pensaklaran. Pemasangan klem aktif ini ditujukan untuk mengatasi tegangan kejut yang timbul pada sistem pensaklaran. Penelitian ini disimulasikan pada area kerja 500 W. Hasil simulasi rangkaian menunjukkan besar simulasi senilai 81.2%.

Kata kunci : *flyback*, *inductance*, *converter*, pensaklaran, efisiensi.

ABSTRACT

Flyback topology widely used in dc-dc conversion. This topology has it advantage in simple design, so that it does not use many actives and passives components. The weakness from this topology are it has lower efficiency which caused by the existing of losses in several area. One of the main losses are voltage spike. The voltage spike is caused by switching activation which influenced by leakage inductance. In this research, flyback converter with active clamp in the switching area is being made. The installation of active clamp is intended to overcome voltage spike in switching area. This research are simulated in work area 500 W. The result show that it has 81.2 % Efficiency.

Keyword: *flyback*, *inductance*, *converter*, *switching*, *efficiency*.

PENDAHULUAN

Energi baru terbarukan mulai banyak digunakan di Indonesia sebagai sumber energy listrik antara lain tenaga surya, angin, air, panas bumi serta biomassa. Penggunaan tenaga surya sebagai sumber energi listrik alternative sudah mulai digunakan di rumah-rumah. Pada system pembangkit tenaga listrik yang menggunakan tenaga surya sebagai sumber, terdapat beberapa blok system yang membangunnya, salah satunya adalah *dc-dc converter*. Fungsi dari *dc-dc converter* adalah merubah level tegangan dc pada system. Pada penelitian ini digunakan

dc-dc converter dengan topologi *flyback* yang dilengkapi dengan klem aktif.

Topologi *flyback* mudah dioperasikan sehingga banyak digunakan untuk konversi dc-dc dan isolasi listrik [1]. Konverter *flyback* lebih menarik dipakai karena relatif lebih simpel daripada topologi lainnya [2]. *Flyback* pada umumnya juga banyak digunakan karena memiliki efisiensi tinggi dari segi berat dan ukuran yang lebih kecil [3]. Pada topologi *flyback* digunakan frekuensi pensaklaran yang tinggi dengan tujuan untuk mengurangi ukuran konverter, meskipun

pensaklaran dengan frekuensi rendah memiliki efisiensi yang lebih tinggi [4].

Konverter banyak yang menggunakan klem aktif untuk mengurangi *loss*. Dengan dipasangnya klem aktif, tegangan kejut pada saklra dan kebocoran energy dapat dijepit dan dipulihkan[5]. Tegangan kejut yang timbul perlu ditangani dengan baik untuk melindungi komponen-komponen lain dari kerusakan serta untuk mengurangi *loss*.

Pada penelitian ini dibuatlah desain *flyback converter dc-dc* dengan menggunakan klem aktif. Tegangan kejut yang timbul akan diatasi dan *loss* dipulihkan dengan memasang rangkaian klem aktif.

Keunggulan dari penggunaan rangkaian klem aktif pada topologi *flyback* antara lain :

- Mengatasi tegangan kejut
- Mengurangi *loss*
- Meningkatkan efisiensi
- Melindungi komponen-komponen lain.

Jurnal penelitian ini terdiri dari pendahuluan, metode, hasil dan analisis serta simpulan.

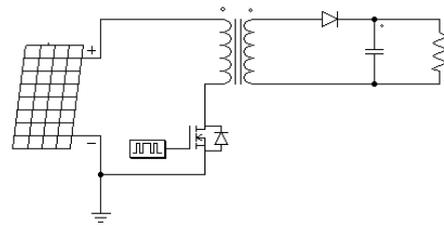
METODE



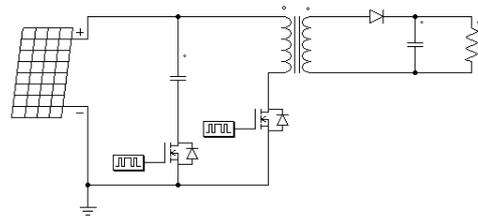
Gambar 1. Blok Diagram Desain Konverter.

Prinsip kerja dari klem aktif pada *flyback* adalah dengan memasang kapasitor pada rangkaian pensaklaran yang sambungannya diatur juga dengan saklar. Pada system pensaklaran *flyback* dan klem aktif digunakan MOSFET. MOSFET banyak digunakan sebagai saklar pada elektronika daya dikarenakan kemampuannya dalam frekuensi tinggi [6].

Tegangan kejut yang timbul akibat kebocoran induksi pada transformator akan ditampung pada kapasitor yang dipasang dan kemudian akan dipulihkan kembali kepada rangkaian *flyback*.



Gambar 2. Rangkaian *Flyback Converter* Konvensional.



Gambar 3. Rangkaian *Flyback Converter* dengan Klem Aktif.

Perancangan konverter *flyback* diawali dengan menentukan nilai D , N_p , dan N_s .

D = duty Cycle

N_p = Jumlah lilitan primer (transformator)

N_s = Jumlah lilitan sekunder (transformator)

yang tertuang dalam persamaan :

$$\frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{N_s}{N_p} \times \frac{D}{1-D} \quad \text{----- (1)}$$

kemudian langkah berikutnya adalah menentukan besarnya arus masukan i_{in} yang bekerja diperoleh dengan persamaan :

$$i_{in} = \frac{P_{out}}{V_{in} \times \eta} \quad \text{----- (2)}$$

P_{out} adalah daya keluaran yang diharapkan sedangkan η adalah efisiensi yang diinginkan. Dari kedua persamaan di atas dapat dihitung besarnya magnetisasi induktansi (L_m) yang bekerja pada transformator yaitu dengan persamaan :

$$L_m = \frac{V_{in}}{\Delta i_{in}} \times \frac{D}{f_s} \quad \text{----- (3)}$$

f_s merupakan frekuensi kerja dari saklar MOSFET.

Rangkaian klem aktif memiliki fungsi utama yaitu memulihkan kebocoran energi dari transformator tanpa menimbulkan tegangan berlebih [7]. Dengan dipasang rangkaian klem aktif, risiko rusaknya MOSFET akibat tegangan kejut dapat diminimalisir. Besarnya nilai kapasitor yang digunakan dalam rangkaian klem aktif dapat ditentukan dengan persamaan :

$$C_{cl} \geq \frac{(1-D)^2_s}{\pi^2 \cdot L_{kg} \cdot f_s^2} \quad \text{----- (4)}$$

di mana C_{cl} adalah kapasitor klem, dan L_{kg} adalah kebocoran induksi pada transformator.

Pada penelitian ini disimulasikan rangkaian konverter *flyback* yang diberi rangkaian klem aktif. Pada Tabel 1. Ditunjukkan parameter yang digunakan dalam simulasi.

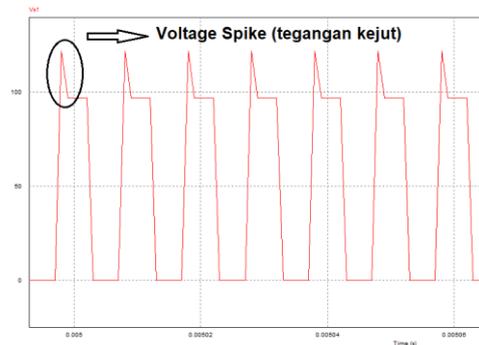
Tabel 1. Judul tabel atau gambar dituliskan berurut (rata tengah spasi 1)

No	Komponen	Nilai dan satuan
1	Vdc	48 V
2	N (rasio)	10:50
3	D (<i>duty cycle</i>)	0.5
4	Switch	N-MOSFET (ideal)
5	C_{in}	10 μ F
6	L_{LKG}	0.1 μ H
7	C_{out}	25 μ F
8	C_{Cl}	5.3 μ F

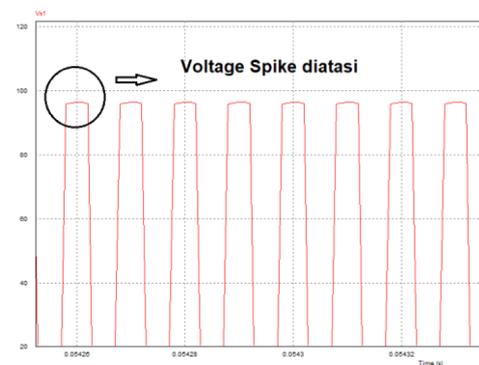
Nilai dari No 1,3,5,7 ditetapkan sedangkan no 2 diperoleh dari persamaan (1), no 6 diasumsikan 2% dari perhitungan persamaan (3), dan no 8 didapat dari perhitungan persamaan (4).

Pada Gambar 1. dan Gambar 2. adalah gambar rangkaian yang disimulasikan menggunakan alat bantu *software* PSIM 9.1.4.

HASIL DAN PEMBAHASAN



Gambar 4. Tegangan Kejut (*Voltage Spike*) pada Konverter *Flyback* Konvensional.



Gambar 5. Tegangan Kejut (*voltage spike*) telah dijepit.

Pada simulasi dalam penelitian ini dibandingkan antara rangkaian konverter *flyback* konvensional dengan rangkaian konverter *flyback* yang menggunakan klem aktif. Hasil dari simulasi dapat dilihat pada Tabel 2. dan Tabel 3.

Pada Gambar 4. dan Gambar 5. ditunjukkan sinyal tegangan pada MOSFET di rangkaian konvensional dan rangkaian dengan klem aktif. Dari gambar tegangan tersebut dapat dilihat bahwa fungsi dari klem aktif adalah untuk menjepit tegangan kejut saat proses pensaklaran.

Tabel 2. Hasil Simulasi Rangkaian Konverter Konvensional

R_{out} (Ω)	P_{out} (Watt)	P_{in} (Watt)	Effisiensi (%)
484	100	340	29.4
242	200	415	48.2
161.33	300	502	59.8
121	400	583	68.6
96.8	500	661	75.6

Dari tabel 2. diatas dapat kita ketahui bahwa rangkaian konverter *flyback* konvensional menghasilkan efisiensi sebesar 75.6% pada daya 500 W.

Tabel 3. Hasil Simulasi Rangkaian konverter *flyback* dengan klem aktif.

R_{out} (Ω)	P_{out} (Watt)	P_{in} (Watt)	Efisiensi (%)
484	100	254	39.4
242	200	371	53.9
161.33	300	467	64.2
121	400	500	80
96.8	500	616	81.2

Dari tabel 3. di atas diperoleh nilai efisiensi pada saat daya 500 W sebesar 81.2 % untuk rangkaian konverter *flyback* menggunakan klem aktif. Terdapat kenaikan efisiensi sebesar 5.6% pada daya 500 W. hal tersebut dapat diraih karena penggunaan klem aktif dalam rangkaian yang fungsinya menyerap tegangan kejut kemudian melepaskan kembali ke sistem sebagai energy tambahan.

SIMPULAN

Rangkaian klem aktif dapat mengatasi masalah tegangan kejut dan kebocoran energy. Tegangan kejut yang diakibatkan oleh induktansi magnetisasi pada transformator dapat diserap dan digunakan kembali pada sistem konverter *flyback*. Selain dapat dipulihkan kembali energy yang

bocor, klem aktif juga dapat melindungi komponen-komponen dari tegangan kejut yang terjadi.

Pada penelitian ini telah disimulasikan rangkaian converter *flyback* dengan klem aktif yang bekerja pada area 500 W. hasil simulasi menunjukkan besarnya efisiensi yang diperoleh pada daya 500 W adalah sebesar 81.2 %. Hasil tersebut lebih besar 5.6% disbanding efisiensi pada rangkaian konverter *flyback* konvensional.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ashraf A. Mohammed and Samah M. Nafie, "Flyback Converter Design for Low Power Application", International Conference on Computing, Control, Networking, Electronics and Embedded Systems Engineering, 2015.
- [2] Watson, R., Hua, G. C., Lee, F. C., "Characterization of an active clamp flyback topology for power factor correction applications," IEE Trans. Power Electron., vol.11, no.1, pp.191-198, 1996.
- [3] Muhamad Otong. Shanwany Arlan, "Rancang Bangun Battery Power Supply Menggunakan Flyback Converter", Jurnal Ilmiah Setrum hal 124-133, 2019.
- [4] Pinheiro, H., Jain P. K., and Joos, G, "A Comparison of UPS for Powering Hybrid Fiber/Coaxial Networks," IEEE Trans. Power Electronics, vol. 17, no. 3, pp. 389-397, 2002.
- [5] Li, W., Shi, J., Hu, M., He, X, "An Isolated Interleaved Active-Clamp ZVT Flyback-Boost Converter with Coupled Inductors", IEEE European Conference on Power Electronics and applications, 2007.
- [6] A. Malvino, "Electronic Principle.pdf", 2006.
- [7] P. Kaur T., "Design of Low Voltage Active Electric Accumulator With Integrated DC-DC Converter for Control and Protection," A Thesis MCMaster UNIVERSITY CANADA, June 2014.