

Desain dan Implementasi Flyback Single-Input Multi-Output (SIMO) Konverter Terisolasi untuk Suplai Inverter Multilevel Cascaded H-Bridge 5-Level

Oleh:

As'ad Zulkifly

Dwi Hadidjaja Rasjid Saputra

Program Studi Teknik Elektro

Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

2026



Pendahuluan

Inverter Cascaded H-Bridge (CHB) multilevel membutuhkan sumber DC terisolasi di setiap level, sehingga penambahan level meningkatkan jumlah sumber DC, kompleksitas, dan biaya sistem. Inverter multilevel menghasilkan gelombang mendekati sinus murni dengan THD awal rendah dibanding inverter 2-level, sehingga tidak memerlukan filter besar. Topologi Single-Input Multi-Output (SIMO) berbasis Flyback Konverter dikembangkan untuk menghasilkan beberapa tegangan keluaran dari satu sumber input dengan isolasi magnetik yang baik. Penelitian ini merancang SIMO Flyback dengan satu input dan satu inti ferit, dikontrol ESP32 melalui sinyal PWM untuk switching. Tujuan penelitian adalah merancang rangkaian SIMO Konverter dan menguji performa integrasinya sebagai suplai Inverter CHB-MLI 5-Level dibandingkan dual SMPS.

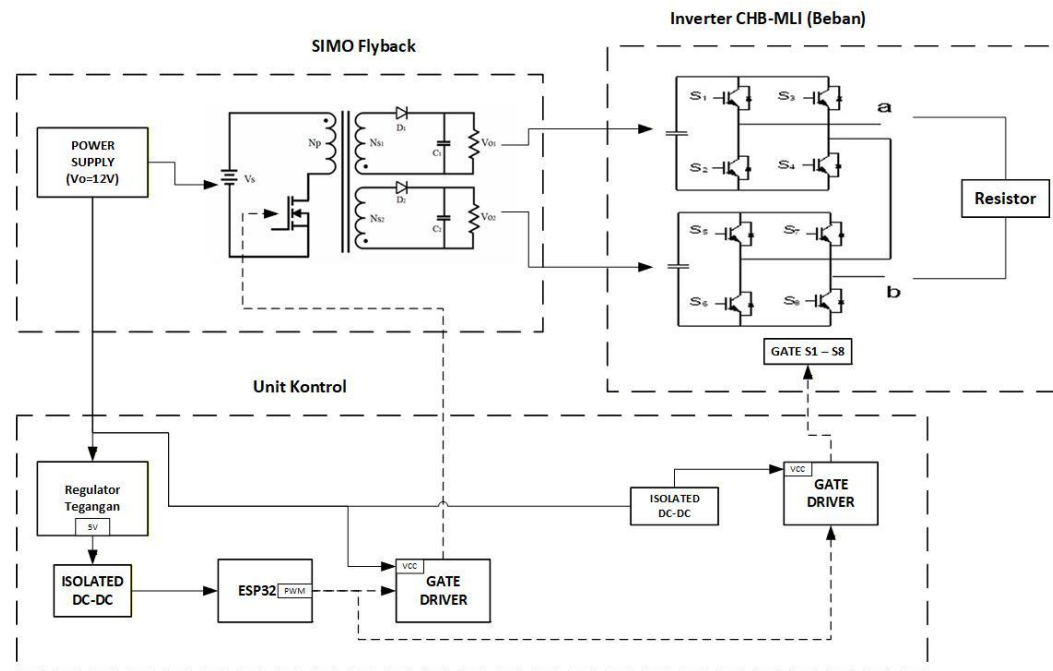
Pertanyaan Penelitian (Rumusan Masalah)

1. Bagaimana merancang SIMO Konverter ?
2. Bagaimana performa SIMO ketika diintegrasikan untuk suplai Inverter MLI-CHB 5 Level dibandingkan dual SMPS?

Metode

Metode eksperimental laboratorium: studi literatur → perancangan sistem → pembuatan perangkat → pengujian & integrasi → analisis data

Sistem terdiri atas 3 bagian: SIMO Flyback (DC-DC converter), Inverter CHB-MLI dengan beban resistor, dan unit kontrol ESP32



Metode

Pengujian SIMO:

1. isolasi winding,
2. cross regulation,
3. variasi duty cycle,
4. dan beban resistif variatif

Pengujian integrasi:

1. Inverter CHB 5-Level disuplai SIMO Flyback
2. Inverter CHB 5-Level disuplai dua SMPS
3. Komparasi

Hasil

1. Isolasi winding pada seluruh titik uji berada pada kondisi Over Limit ($>1 \text{ M}\Omega$) pada tegangan injeksi 250 V — isolasi memadai dan aman
2. Cross regulation sangat baik: deviasi hanya 0,12% saat kedua output dibebani secara bersamaan
3. Tegangan keluaran naik linier dan simetris terhadap kenaikan duty cycle pada beban konstan 220 Ω
4. Pada beban resistif 330–10 Ω , efisiensi terbaik di beban menengah lalu menurun hingga sekitar 40% saat mendekati daya desain penuh
5. Integrasi ke Inverter CHB 5-Level: daya suplai 8–28 W (mendekati desain 30 W), efisiensi hingga 87,97%, ripple keluaran di bawah 1 V
6. Tegangan keluaran SIMO turun dari 46,90 V ke 16,30 V seiring beban (open-loop), sedangkan dual SMPS stabil di 22–24 V (closed-loop)
7. SIMO Flyback menurunkan biaya implementasi sebesar 58,71% dibanding dual SMPS

Pembahasan

- SIMO Flyback berhasil mengoperasikan Inverter CHB 5-Level dan menghasilkan gelombang keluaran 5-level yang sama seperti dengan dual SMPS
- Efisiensi SIMO (79,35–85,71%) lebih tinggi dibanding dual SMPS pada kondisi pengujian yang sama, karena proses transfer energi lebih ringkas
- Regulasi tegangan SIMO masih open-loop sehingga V_{out} sangat dipengaruhi perubahan beban, berbeda dengan SMPS yang closed-loop dan lebih stabil
- Ripple keluaran SIMO sedikit lebih besar dibanding SMPS namun tetap terjaga di bawah 1 V
- Daya keluaran dual SMPS dapat lebih besar karena kedua trafo bekerja independen sehingga rugi energi lebih kecil
- SIMO unggul dari sisi efisiensi dan kesederhanaan desain: hanya satu transformator dan satu rangkaian switching untuk dua keluaran DC terisolasi

Temuan Penting Penelitian

- SIMO Flyback dengan satu transformator dan satu inti ferit berhasil menghasilkan dua output DC terisolasi dan mengoperasikan Inverter CHB 5-Level
- Efisiensi konverter mencapai hingga 87,97%, lebih tinggi dibanding dual SMPS pada kondisi uji yang sama
- Ripple tegangan keluaran maksimum 0,93 V (di bawah 1 V), menunjukkan kualitas suplai yang tetap baik
- Cross regulation sangat baik ketika kedua keluaran dibebani seimbang (deviasi hanya 0,12%)
- Regulasi tegangan open-loop menyebabkan Vout drop signifikan dari 46,90 V menjadi 16,30 V seiring bertambahnya beban
- Biaya implementasi SIMO Flyback 58,71% lebih rendah dibanding penggunaan dua SMPS

Manfaat Penelitian

- Menyediakan alternatif sumber DC terisolasi yang lebih sederhana dan ekonomis untuk inverter multilevel berbasis Cascaded H-Bridge
- Mengurangi jumlah komponen daya (satu transformator menggantikan dua SMPS terpisah) sehingga desain lebih ringkas dan hemat ruang
- Menurunkan biaya implementasi hingga 58,71%, sesuai untuk aplikasi inverter multilevel berdaya rendah
- Menjadi dasar pengembangan sistem kendali closed-loop pada SMO Flyback untuk penelitian selanjutnya
- Berkontribusi pada pengembangan teknologi elektronika daya untuk sistem energi terbarukan dan inverter multilevel skala kecil

Referensi

- [1] J. Jamaaluddin, I. Sulistiyowati, A. Ahfas, D. H. R. Saputra, dan S. G. Rahmatullah, *Pembangkit Listrik Tenaga Surya Sebagai Sistem Pengering Makanan*. Sidoarjo: Umsida Press, 2025.
- [2] D. H. R. Saputra dan M. N. Hafidz, “A Multivoltage Input Output Variant in Small Scale Inverter,” *UMSIDA Preprints*, 2022.
- [3] D. Hadidjaja Rasjid Saputra, A. Ahfas, S. Syahrurini, and S. Dhiya Ayuni, “Smartphone-based Temperature and Humidity Control of Shoe Dryer,” *Academia Open*, vol. 8, 2023.
- [4] Saputra, D. H. R., et al. (2025). Implementasi Motor BLDC 350W untuk Meningkatkan Kecepatan Penggulungan Selang Pemadam Kebakaran. *Rang Teknik Journal*, 8(2), 243-249. DOI:10.31869/rtj.v8i2.5842.
- [5] Zaenal, A., Ahfas, A., Hadidjaja, D., & Falah, A. (2024). Analisa Kapasitas Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) untuk *Pengering Kupang*. *Techné: Jurnal Ilmiah Elektroteknika*, 23(1), 55-64.
- [6] S. Sivamani, R. Balamurugan, and M. M. Alakkari, “Quad DC source switched three-phase multilevel DC-link inverter topology,” *Scientific Reports*, vol. 14, 2024.
- [7] N. F. Mailah and A. H. Omri, “Simulation of Indirect DC-AC-DC Converter Using Cascaded H-Bridge Multilevel Inverter,” *International Journal of Integrated Engineering*, vol. 16, no. 7, pp. 59–71, 2024.
- [8] L. A. Mohammed, R. K. Antar, and B. M. Saied, “Design a 27-Level Cascaded H-Bridge Inverter Using One DC Voltage Source,” *Journal of Electrical Systems and Automation*, 2025.
- [9] A. Pourdashnia, M. Sadoughi, and M. Farhadi-Kangarlu, “Selective Harmonic Elimination in a Cascaded H-Bridge Multilevel Inverter Fed by High-Frequency Isolated DC-DC Converter,” *IEEE Conference on Power Electronics*, 2021.
- [10] M. Tahan, D. O. Bamgboje, and T. Hu, “Compensated Single-Input Multiple-Output *Flyback* Converter,” *Energies*, vol. 14, no. 11, 2021.

Referensi

- [11] Saputri, F. C., Efendi, M. Z., & Murdianto, F. D. (2021, March). Design and Simulation of *Single-Input Multi-Output (SIMO) Flyback* Konverter Using PI Controller for Emergency Power Supply. In IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (Vol. 1096, No. 1, p. 012065). IOP Publishing.
- [12] Saputra, D. H. R., et al. (2025). Rancang Bangun Sistem Kunci Mobil dan Monitoring Menggunakan ESP8266. *Jurnal Al Ulum*, 13(2), 116-121
- [13] Ahfas, A., Hadidjaja, D., Syahririni, S., Jamaaluddin, J. (2021). Implementation of Ultrasonic Sensor as a Chemical Percol Fluid Level Control Based on Atmega16. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. DOI:10.1088/1757-899X/1098/4/042046.
- [14] Syahririni, S., et al. (2024). Electrical Monitoring System Motorcycles Based on NodeMCU ESP32. UMSIDA Preprints.
- [15] Ahfas, A., Hadidjaja, D., Syahririni, S., & Jamaaluddin, J. (2021). Implementation of Ultrasonic Sensor as a Chemical Percol Fluid Level Control Based on Atmega16. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. DOI:10.1088/1757-899X/1098/4/042046.
- [16] Rashid, M. H. (2014). *Power Electronics: Devices, Circuits, and Applications* (4th ed.). Pearson.
- [17] McLyman, C. W. T. (2004). *Transformer and Inductor Design Handbook*. Marcel Dekker.
- [18] I. M. A. Syaban, dkk., "Rancang Bangun Inverter Cascaded H-Bridge 5 Level untuk Panel Surya Berbasis Mikrokontroler AT89S52", Seminar Nasional Riset Inovatif (SENARI) ke-10, 2025.
- [19] Sulistiyowati, I. & Hafidz, M. N. (2022). A Multivoltage Input Output Variant in Small Scale Inverter (Case Study: Solar Panel and VRLA Battery). UMSIDA Preprints.
- [20] Ayuni, S. D., et al. (2022–2025). Publikasi bidang instrumentasi atau monitoring pada profil Google Scholar.

Referensi

- [21] R. Celdrán Villaescusa, Fuente de Alimentación Auxiliar con Corrección del Factor de Potencia, Trabajo Fin de Grado, Universidad Politécnica de Cartagena, Cartagena, Spain, 2022
- [22] Anshory, I., et al. (2023). Publikasi mengenai IoT atau embedded system.
- [23] Ayuni, S. D. (2026). IoT Based PDAM Water Meter Monitoring System With Real Time Data. Indonesian Journal of Innovation Studies, Vol.27 No.1, DOI: 10.21070/ijins.v27i1.2078
- [24] Prasetyo, A., Jamaaluddin, J., & Anshory, I. (2023). PCB Etching Machine Using ESP32-Camera Based Internet of Things. Buletin Ilmiah Sarjana Teknik Elektro, 5(2), 260–268.
- [25] Falah, A. H., Syahririni, S., & Wisaksono, A. (2023). IOT-Based Sumo Robot Control Using Blynk Software. Academia Open, Vol. 8, June 2023. DOI: 10.21070/acopen.8.2023.5976.
- [26] C M Wang, C H Su, and C H Yang 2006 Proc. Electric Power Applications (IEEE) pp 116-122
- [27] I. Hanafi, F. Hunaini, and D. Siswanto, "Monitoring and Control System of Industrial Electric Motors Using the Internet of Things (IoT)," Journal of Electrical and Electronic Engineering-UMSIDA (JEEEU), vol. 7, no. 1, pp. 64-78, Apr. 2023.
- [28] M. R. Pratama, J. Jamaaluddin, and I. Sulistiyowati, "Electric Bicycle Battery Charging System Design Using Solar Panel," Journal of Electrical and Electronic Engineering-UMSIDA (JEEEU), vol. 8, no. 2, pp. 71-81, Oct. 2024.
- [29] R. Firmansyah, M. B. A. M., M. Masnur K., P. A. G., M. R. F., and P. P. S. Saputra, "DC Motor Speed Control Using Particle Swarm Optimization Based on LabVIEW," Journal of Electrical and Electronic Engineering-UMSIDA (JEEEU), vol. 8, no. 2, pp. 111-121, Oct. 2024.

