

ANALISIS TEGANGAN KELUARAN DC-DC BOSST CONVERTER BERBASIS MIKROKONTROLER

Vebbryadi

Program Studi Teknik Elektro Universitas Panca Budi Medan, Indonesia

Korespondensi penulis: ve88ryalqyura@gmail.com

Abstract

The focus of this research is on controlling the DC-DC boost converter on Voltage Doubler type. The switch control method uses a shifted pulse width modulation of 1800. To get a suitable output voltage, an output voltage control system is applied. A proportional and integral type control is implemented using STM32F1038CT microcontroller. The output voltage controlled DC-DC boost converter is validated through computational simulation with Power Simulator software and as the final step will be implemented on hardware in the laboratory. Based on the simulation and implementation, Voltage-Doubler type of DC-DC boost converter is able to produce the required output voltage, which is two times greater than the conventional DC-DC boost converter output voltage.

Keywords : Mikrokontroler, DC-DC Converter

Abstrak

Fokus penelitian ini adalah pada pengendalian DC-DC boost converter tipe Voltage Doubler. Metode kendali saklar menggunakan modulasi lebar pulsa yang tergeser sebesar 1800. Untuk mendapatkan tegangan keluaran yang sesuai, diterapkan sistem pengendali tegangan keluaran. Kendali tipe proporsional ditambah integral diimplementasikan menggunakan mikrokontroler jenis STM32F1038CT. DC-DC boost converter tipe Voltage Doubler terkendali tegangan keluaran divalidasi melalui simulasi komputasi dengan perangkat lunak Power Simulator dan sebagai tahap akhir akan dilakukan implementasi pada perangkat keras di laboratorium. Berdasarkan simulasi dan implementasi, DC-DC boost converter tipe Voltage Doubler mampu menghasilkan tegangan keluaran sesuai dengan yang diinginkan, yaitu dua kali lebih besar dari tegangan keluaran DC-DC boost converter konvensional.

Kata Kunci: Mikrokontroler, DC-DC Converter

1. PENDAHULUAN

Dunia industri merupakan salah satu sektor penunjang perekonomian di Indonesia. Perkembangan industri dalam beberapa tahun terakhir menunjukkan penggunaan multilevel inverter yang semakin meluas pada aplikasi Variable Speed Drive (SPD), PLTS baik off-grid dan on-grid, dan lain-lain [1] - [3]. Kenyataan yang terjadi, pemanfaatan multilevel inverter yang sering diminati dalam bentuk inverter lima level dan terbukti mampu menghasilkan tingkat kecacatan arus dan tegangan yang rendah [4] - [6]. Beberapa topologi yang sering digunakan pada inverter lima level adalah Diode Clamped, Flying Capacitor, H-Bridge Cascade, dan kombinasi beberapa konverter [7], [8].

Tujuan dari penelitian ini adalah menawarkan solusi untuk mengatasi dua buah sumber DC terpisah pada inverter lima level dengan menggunakan satu buah sumber DC yang dilengkapi dengan rangkaian DC-DC boost converter tipe Voltage Doubler teregulasi tegangan keluaran dengan metode kendali tipe proporsional ditambah integral (PI) yang diimplementasikan dengan menggunakan mikrokontroler STM32F1038CT. Dengan adanya penelitian ini rangkaian akan lebih sederhana, mudah dikendalikan, serta biaya yang murah. Sebagai tahap awal dilakukan analisis DC-DC boost converter tipe Voltage Doubler.

Perkembangan teknologi komponen dan rangkaian elektronika telah mampu menghasilkan sistem penyedia daya tegangan searah (Direct Current/DC), yang dihasilkan melalui konversi tegangan DC masukan ke bentuk tegangan DC keluaran yang lebih tinggi atau lebih rendah. Konversi tegangan DC ini biasa disebut sebagai DC-DC converter [1]. Penerapan DC-DC converter dalam perkembangannya telah memungkinkan suatu perangkat elektronika dapat berfungsi dengan menggunakan sumber energi baterai yang bertegangan kecil di mana tegangan keluarannya dapat diubah-ubah sesuai kebutuhan pemakaian [2]. Hingga saat ini, berbagai konfigurasi DC-DC converter telah banyak dikembangkan, diantaranya adalah jenis DC-DC converter yang tidak memiliki isolasi dielektrik antara tegangan masukan dan keluaran, atau biasa disebut sebagai non-isolated DC-DC converter [3].

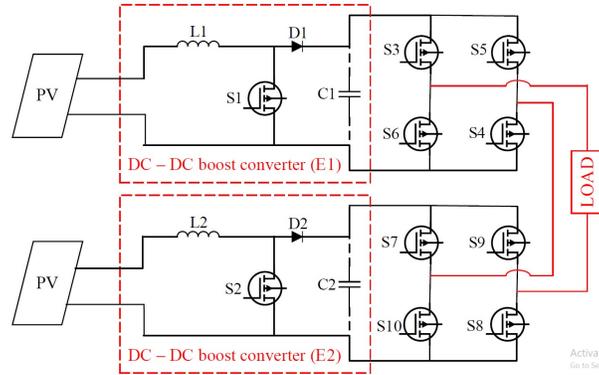
Teknologi konverter elektronika daya telah banyak digunakan pada kehidupan sehari-hari, contoh pengaplikasiannya, DC-DC converter ini digunakan pada sumber energi terbarukan, seperti fuel cell dan solar cell. Dalam aplikasi sumber energi terbarukan, fuel cell dan solar cell menghasilkan tegangan keluaran yang rendah dan ini membutuhkan alat untuk menaikkan tegangan [4]. Alat yang umum digunakan sekarang ini adalah DC-DC boost converter. Konverter DCDC ini banyak digunakan untuk aplikasi yang membutuhkan tegangan yang lebih tinggi dari sumbernya. DC-DC boost converter merupakan konverter yang digunakan untuk memberikan tegangan

keluaran yang lebih tinggi dari tegangan masukan yang rendah dengan dikendalikan oleh sinyal kontrol berupa sinyal PWM (Pulse Width Modulation).

Pada prinsipnya DC-DC Boost converter tipe Voltage Doubler merupakan integrasi dari dua buah DC-DC boost converter konvensional yang memiliki tegangan keluaran jauh lebih tinggi dari tegangan masukan dengan menggunakan kendali sinyal Pulse Width Modulation (PWM) [14]. DC-DC boost converter tipe Voltage Doubler memiliki tegangan keluaran dua kali lebih besar dari tegangan keluaran DC-DC boost converter konvensional. Topologi rangkaian DC-DC boost converter yang disisipkan pada modifikasi full-wave Voltage Doubler memiliki keunggulan yaitu dapat diaplikasikan pada tegangan tinggi jika dibandingkan dengan Voltage Doubler konvensional [1]. Topologi tersebut menggunakan aplikasi penyearah modulasi lebar pulsa sinusoidal dengan unjuk kerja tinggi (arus dan tegangan satu fasa). Namun topologi ini memiliki pengendalian yang cukup rumit.

Rangkaian Voltage Doubler tipe rectenna mampu diaplikasikan pada tegangan tinggi walaupun tanpa fitur charge pump capacitor yang umumnya digunakan pada Voltage Doubler konvensional [15]. Namun rangkaian tersebut sangat bergantung pada beban keluaran. Sedangkan rangkaian Voltage Doubler SEPIC PFC Rectifier juga mampu diaplikasikan pada tegangan tinggi dan mudah dikendalikan, namun memiliki konfigurasi rangkaian yang cukup rumit [16]. Pada penelitian ini, digunakan topologi DC-DC boost converter tipe Voltage Doubler dengan rangkaian yang sederhana dan mudah dikendalikan.

Tujuan dari penelitian ini adalah menawarkan solusi untuk mengatasi dua buah sumber DC terpisah pada inverter lima level dengan menggunakan satu buah sumber DC yang dilengkapi dengan rangkaian DC-DC boost converter tipe Voltage Doubler teregulasi tegangan keluaran dengan metode kendali tipe proporsional ditambah integral (PI) yang diimplementasikan dengan menggunakan mikrokontroler STM32F1038CT. Dengan adanya penelitian ini rangkaian akan lebih sederhana, mudah dikendalikan, serta biaya yang murah. Sebagai tahap awal dilakukan analisis DC-DC boost converter tipe Voltage Doubler ditunjukkan pada Gambar 1.

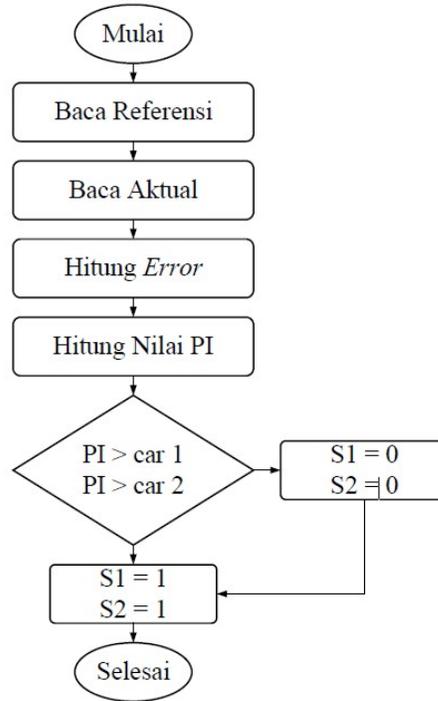


Gambar 1. Aplikasi *Inverter* Level Lima Pada PLTS

Pada gambar 1 menjelaskan tentang Aplikasi interver level 5 yang terdiri 2 DC-DC boost converter yang saling terhubung dengan beberapa Seri (S3, S5, S6, S4) untuk DC Converter 1 sedangkan untuk DC inverter 2 juga terhubung beberapa seri (S7, S9, S10, S8) sehingga terjadi proses LOAD pada aplikasi controller berbasis microcontroller.

2. METODE PENELITIAN

Arduino IDE yang diimplementasikan pada mikrokontroler STM32F1038CT. STM32F1038CT merupakan mikrokontroler 32 bit dengan harga yang lebih murah dibandingkan dengan mikrokontroler lainnya. Diagram alir pemrograman DC-DC boost converter tipe Voltage Doubler dapat dilihat pada Gambar 14. V_{ref} adalah tegangan referensi. V_{act} adalah tegangan aktual, kendali yang digunakan yaitu tipe PI, dan sinyal pembawa (car) tergeser sebesar 1800. Adapun gambar diagram alir pemrograman DC-DC boost converter tipe Voltage Doubler dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram alir pemrograman DC-DC boost converter tipe Voltage Doubler

Pada gambar 2 menjelaskan diagram alir penomoran DC boost converter tipe voltage doubler dengan Langkah pertama yang dilakukan adalah melakukan proses pembacaan referensi dan aktual oleh mikrokontroler, kemudian dilanjutkan dengan penghitungan nilai kesalahan (error) dengan xcara mengurangi tegangan referensi dan tegangan aktual. Setelah itu nilai error akan dikalikan dengan hasil perhitungan nilai PI. Nilai PI kemudian dikomparasi dengan sinyal pembawa (car) dimana car2 merupakan sinyal pembawa yang tergeser sebesar 1800. Jika nilai PI lebih besar dari car1 maka saklar S1 akan terkonduksi, dan jika nilai PI lebih besar dari car2 maka saklar S2 akan terkonduksi. Jika kondisi tersebut tidak terpenuhi, baik saklar S1 maupun S2 tidak terkonduksi.

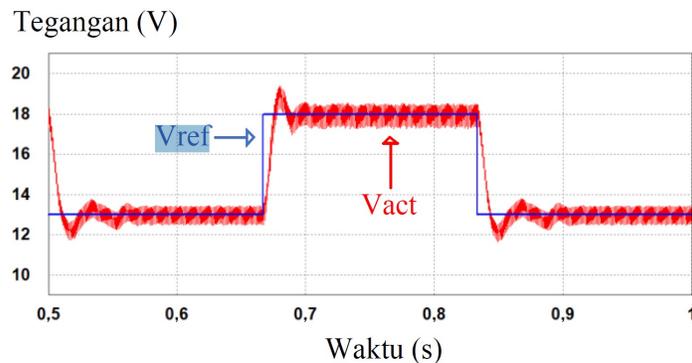
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan mode operasi yang telah diuraikan, dibuatlah suatu simulasi komputasi dengan bantuan perangkat lunak Power Simulator dan implementasi perangkat keras untuk memastikan bahwa konsep yang diteliti berjalan dengan baik menggunakan parameter seperti pada Tabel 1. Simulasi komputasi ini menggunakan sinyal gelombang DC kotak sebagai tegangan referensinya.

Tabel 1. Parameter Simulasi

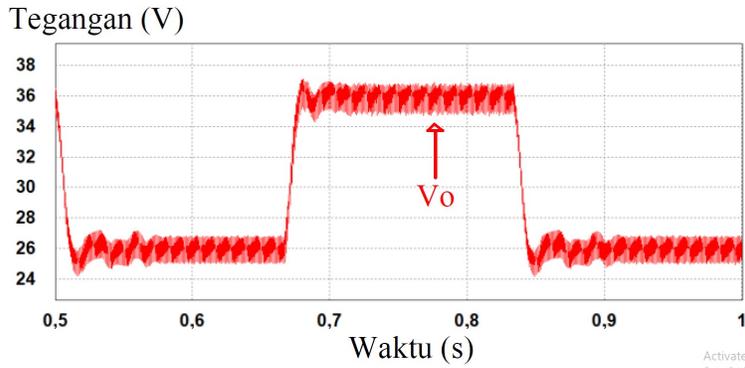
Parameter	Nilai
Sumber DC	12V
Induktor L1 dan L2	2 mH
Beban Kapasitor	220 uF
Beban Resistor	100 Ohm

Tegangan keluaran pada kapasitor yang diukur dengan sensor disebut dengan tegangan aktual (V_{act}). Tegangan keluaran dinyatakan terkendali jika tegangan aktual mengikuti bentuk gelombang tegangan referensi (V_{ref}). Adapun nilai perbandingan tegangan aktual 1 dan tegangan referensi rangkaian DC-DC boost converter tipe Voltage Doubler dapat dilihat pada Gambar 3.



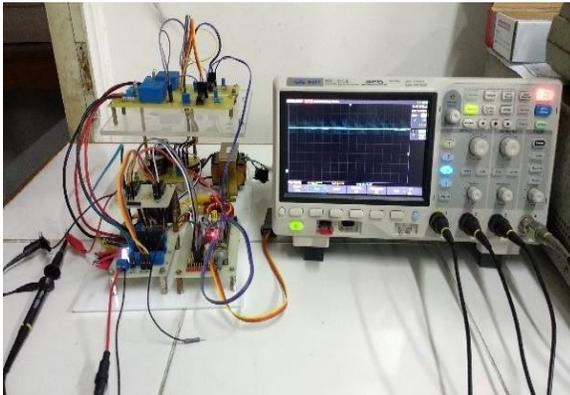
Gambar 3. Perbandingan tegangan aktual 1 dan tegangan referensi rangkaian DC-DC boost converter tipe Voltage Doubler

Selisih dari tegangan aktual dan tegangan referensi tersebut kemudian dikalikan dengan nilai PI yang didapat. Kemudian dikomparasikan dengan sinyal pembawa, hasil komparasi tersebut menghasilkan sinyal modulasi lebar pulsa yang kemudian digunakan untuk mengendalikan saklar S1 dan S2 sehingga didapat tegangan keluaran yang terkendali. Hasil simulasi tegangan keluaran pada rangkaian DC-DC boost converter tipe Voltage Doubler dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Tegangan keluaran rangkaian *DC-DC boost converter* tipe *Voltage Doubler*

Pengaturan dilakukan sesuai dengan blok kendali yang telah dipaparkan pada Gambar 14. Pada perangkat keras, IC IR2110 digunakan sebagai driver dari saklar IRFP460, komponen LV25-P digunakan sebagai sensor tegangan, STM32F1038CT digunakan untuk mengontrol pengendalian saklar. Hasil dari pengaturan perangkat keras dapat dilihat pada Gambar 4.4. Hasil perbandingan tegangan aktual 1 dan tegangan referensi 1, serta tegangan aktual 2 dan tegangan referensi 2 pada perangkat keras dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Pengaturan perangkat keras *DC-DC boost converter* tipe *Voltage Doubler*

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan yang telah dilakukan pada alat penyiraman taman berbasis solar cell, maka dapat disimpulkan bahwa: Pada simulasi dengan perangkat lunak Power Simulator, baik tegangan aktual 1 maupun tegangan aktual 2 mengikuti bentuk gelombang tegangan referensi dan menghasilkan tegangan keluaran dua kali tegangan keluaran DC-DC boost converter konvensional. Implementasi pada perangkat keras terbukti mampu menghasilkan tegangan keluaran dua kali tegangan DC-DC boost converter konvensional. Nilai tegangan keluaran pada implementasi perangkat keras sebesar 44,8 V.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] T.H.Lo, J. Teng & J. Huang, "Interleaved Voltage-Doubler Boost Converter for Power Factor Correction", International Power Electronics Conference, IPEC-Niigata-ECCE Asia, pp.3528-3532, 2018.
- [2] B. Maharmi, "Perancangan Inverter Satu Fasa Lima Level Modifikasi Pulse Width Modulation". Jurnal Teknologi Elektro, 8(1), hlm. 24-31, 2017.
- [3] S. Sau and B. G. Fernandes, "Modular Multilevel Converter Based Variable Speed Drive with Reduced Capacitor Ripple Voltage, IEEE Trans. Ind. Electron., 66(5), pp.3412-3421, 2019.
- [4] F. Reza, M. Rizki, S. Riyadi, "SPWM Controlled Input in Dual Duck DC-DC Converter Full Bridge for Single Phase Five Level Inverter", Jurnal Phus. Conference, 1444(1), 2020.
- [5] P. Kumari, R. K. Keshari & S. Banerjee, Design and Implementation of photovoltaic module using multilevel inverter and boost converter, J. Eng. Technol, 4(11), pp.1064-1068, 2017.
- [6] T.-H. Lo, J. Teng, and B. J. Huang, "Interleaved Voltage-Doubler Boost Converter for Power Factor Correction," in 2018 International Power Electronics Conference, IPEC-Niigata - ECCE Asia 2018, pp. 3528– 3532, 2018.
- [7] C. Mouliza, M. Vasya, R. S. Lubis, and M. Gapy, " Simulasi Filter Aktif Cascaded Multilevel Inverter Untuk Meminimalisir Harmonisa Pada Motor Induksi 3 Fasa," J. Karya Ilm. Tek. Elektro, vol. 4, no. 3, pp. 19– 29, 2019.
- [8] S. Sau and B. G. Fernandes, "Modular Multilevel Converter Based Variable Speed Drive with Reduced Capacitor Ripple Voltage," IEEE Trans. Ind. Electron., vol. 66, no. 5, pp. 3412– 3421, 2019.
- [9] D. Van Vo, M. K. Nguyen, D. T. Do, and Y. O. Choi, " A single-phase nine-level boost inverter," Energies, vol. 12, no. 3, pp. 1–14, 2019.