

Modifikasi Inverter Tipe Diode Clamp Dan H-Bridge Untuk Membentuk Lima Level Inverter

Thomas Adi Wiliantoro dan Leonardus. H. pratomo

Prog.Di Teknik Elektro - Fakultas Teknik
Universitas Katolik Soegijapranata
Jl. Pawiyatan Luhur IV/1 Bendan Dhuwur, Semarang, Indonesia
thomasadiwiliantoro@yahoo.com

Abstrak

Pada makalah ini akan dikaji suatu modifikasi inverter tipe diode clamp dan H-bridge untuk membentuk 5 level inverter dengan implementasi kendali berbasis mikrokontrol tipe PIC 18F4550. Dari hasil kajian ini inverter lima level memiliki banyak keuntungan. Rangkaian daya inverter yang dirancang bertujuan untuk mengurangi stress tegangan pada komponen saklar elektronik dan mengurangi ukuran tapis yang digunakan untuk mendapatkan nilai fundamental gelombang sinusoidal. Dengan memanfaatkan mikrokontroler tersebut diharapkan dapat mengurangi kerumitan struktur rangkaian kendali. Suatu analisis berdasarkan mode operasi diturunkan untuk mendapatkan metode pengendalian. Simulasi dilakukan untuk mendasari implementasi yang dilakukan dan sebagai tahap akhir dilakukan implementasi skala laboratorium. Dari hasil ujicoba yang dilakukan inverter yang dirancang dapat berjalan sesuai dengan hasil dari simulasi dan menghasilkan level sebanyak lima level.

Kata Kunci: Inverter, Lima level inverter, Mikrokontroler PIC 18F4550

1. Pendahuluan

Teknologi elektronika daya berkembang sangat pesat. Teknologi ini banyak digunakan di berbagai industri, perkantoran dan perumahan. Salah satu teknologi elektronika daya adalah inverter. Inverter adalah suatu perangkat pengkonversi energi dari besaran listrik searah ke besaran listrik bolak-balik. Inverter banyak dipakai pada aplikasi UPS (*Unteruptable Power System*). Pada dasarnya inverter konvensional terdiri dari empat buah saklar daya yang dibentuk menjadi jembatan, yang lebih dikenal dengan nama *H-bridge*. Inverter tipe ini memiliki kelemahan antara lain adalah stress tegangan yang besar. Untuk mengatasi masalah ini dikembangkan inverter tipe multilevel. Pada dasarnya inverter multi level ada tiga buah jenis yaitu : *separated DC source*, *diode clamp* dan *flying capacitor*[1,2].

Banyak teknologi dikembangkan untuk memperbaiki kinerja sistem ini melalui metode pengendalian sinyal. Antara lain dengan sistem analog maupun berbasis digital. Penyelesaian dengan sistem digital memiliki banyak keuntungan terlebih lagi berbasis mikrokontroler [3].

Teknologi mikrokontroler dimungkinkan untuk mengendalikan teknologi elektronika daya untuk mendapatkan sistem yang lebih sederhana [4,5].

Dalam makalah ini dibahas tentang modifikasi inverter tipe *diode clamp* dan *H-bridge* untuk membentuk lima level inverter dengan PIC 18F4550. Teknik modulasi lebar pulsa sinusoidal (MLPS) digunakan sebagai Kontrol *switching* saklar elektronik (MOSFET). Suatu analisis diturunkan berdasarkan

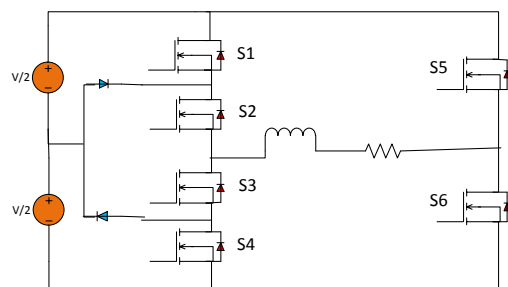
mode-mode operasi yang terjadi dalam satu kali siklus. Dari mode operasi yang ada dilakukan simulasi komputasi dengan *software power simulator*. Dari hasil simulasi dijadikan sebagai acuan untuk membentuk sinyal kendali saklar daya. Sebagai tahap akhir dari yang telah dikerjakan dilakukan implementasi di laboratorium. Metode pengendalian dilakukan dengan memanfaatkan mikrokontrol jenis PIC 18F4550 untuk menyederhanakan struktur kendali yang telah dirancang.

2. Metode

2.1 Inverter Lima Level

Ada berbagai macam topologi multilevel inverter ditinjau dari skema rangkaian dayanya yaitu *diode clamped*, *flying capacitor*, dan *separated dc source*.

Pada makalah ini dianalisis lima level level inverter hasil modifikasi antara *diode clamp* dan *H-bridge*. Berikut ini adalah skema rangkaian daya inverter lima level, seperti pada gambar 1.



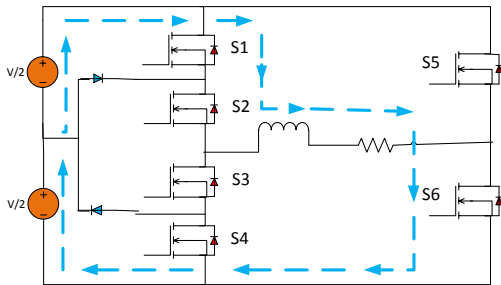
Gambar 1. Rangkaian daya multilevel

Berikut ini adalah tabel mode operasi yang terjadi untuk membentuk lima level tegangan, tabel 1.

Tabel. 1 mode operasi yang terjadi pada inverter lima level.

Mode operasi	S1	S2	S3	S4	S5	S6	Tegangan keluaran
1	1	1	0	0	0	1	V
2	0	1	0	0	0	1	$V/2$
3	1	1	0	0	1	0	0
4	0	0	1	1	1	0	0
5	0	0	1	0	1	0	$-V/2$
6	0	0	1	1	0	1	$-V$

Dari mode operasi yang pertama : arus mengalir dari sumber menuju saklar S_1 dan S_2 kemudian ke beban dan kembali lagi ke sumber melalui saklar S_6 , gambar 2.

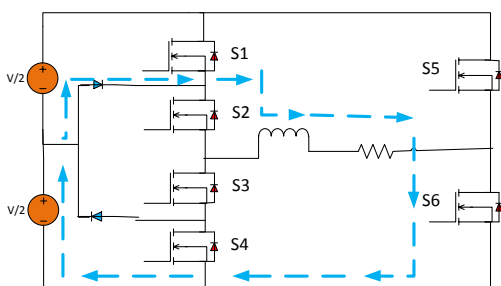


Gambar 2. Mode operasi 1

Dari gambar 2 besarnya tegangan keluaran sebesar :

$$V_0 = V \quad (1)$$

Dari mode operasi yang kedua : arus mengalir dari sumber menuju saklar S_2 kemudian ke beban dan kembali lagi ke sumber melalui saklar S_6 , gambar 3.

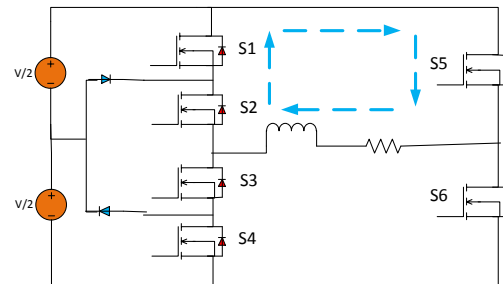


Gambar 3. Mode operasi 2

Dari gambar 3 besarnya tegangan keluaran sebesar :

$$V_0 = V/2 \quad (2)$$

Dari mode operasi yang ketiga : arus mengalir dari saklar S_1 dan S_2 kemudian ke beban dan kembali lagi melalui saklar S_5 (looping di bagian beban), gambar 4.

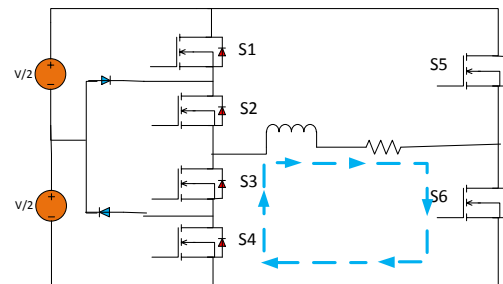


Gambar 4. Mode operasi 3

Dari gambar 4 besarnya tegangan keluaran sebesar :

$$V_0 = 0 \quad (3)$$

Dari mode operasi yang keempat : arus mengalir dari saklar S_3 dan S_4 kemudian ke beban dan kembali lagi melalui saklar S_6 (looping di bagian beban), gambar 7.

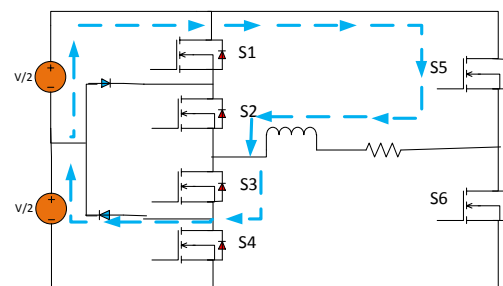


Gambar 5. Mode operasi 4

Dari gambar 5 besarnya tegangan keluaran sebesar :

$$V_0 = 0 \quad (4)$$

Dari mode operasi yang kelima : arus mengalir dari sumber menuju saklar S_5 kemudian ke beban dan kembali lagi ke sumber melalui saklar S_3 , gambar 6.

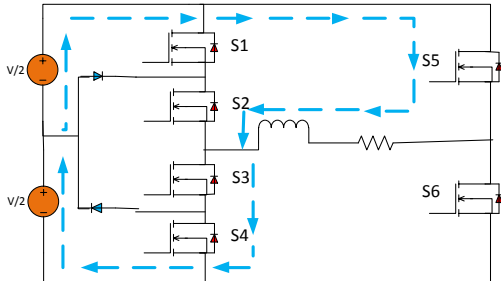


Gambar 6. Mode operasi 5

Dari gambar 6 besarnya tegangan keluaran sebesar :

$$V_0 = -V/2 \quad (5)$$

Dari mode operasi yang keenam : arus mengalir dari sumber menuju saklar S_5 kemudian ke beban dan kembali lagi ke sumber melalui saklar S_3 dan S_4 , gambar 7.



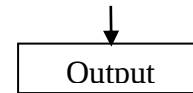
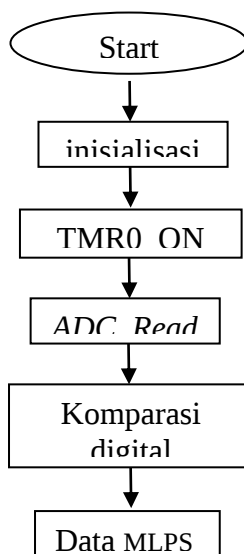
Gambar 7. Mode operasi 6

Dari gambar 7 besarnya tegangan keluaran sebesar :

$$V_0 = -V \quad (6)$$

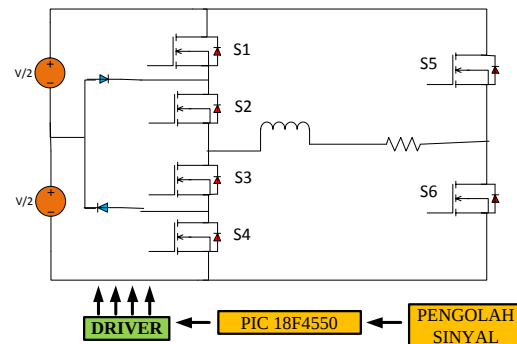
2.2 Metode Analisis Data

Suatu mikrokontroler *PIC18F4550* mempunyai keistimewaan yaitu bisa meningkatkan frekuensi osilator secara internal (*PLL mode*). Pada mikrokontroler ini sistem pencacah yang dipakai adalah 8 bit. Sistem pencacah dibuat sebagai pencacah naik kemudian *reset*, kemudian dikomparasi dengan sinyal referensi berupa gelombang sinusoidal, sehingga didapatkan sinyal kendali berupa sinyal MLPS. Berikut adalah *flowchart* dari inverter lima level, gambar 8 :



Gambar 8. *Flowchart* kendali

Dari gambar 8, inisialisasi di digunakan sebagai fungsi masukan dan keluaran data. TMR_0 digunakan sebagai pembangkit sinyal segitiga. Sinyal referensi akan diubah dari sinyal analog menjadi sinyal digital dengan bantuan *Analog to Digital Converter* (ADC) internal. Dari hasil perbandingan sinyal segitiga dan sinyal referensi akan dihasilkan bentuk sinyal MLPS yang nantinya akan langsung di hubungkan ke sistem penggerak saklar untuk mengaktifkan saklar daya, secara detail struktur diagram blok kendali seperti pada gambar 9.



Gambar 9. Blok kendali inverter lima level

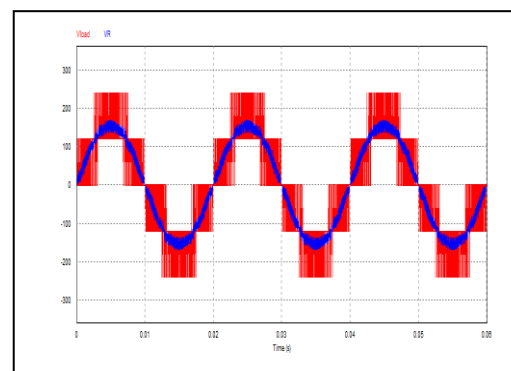
3. Hasil dan Pembahasan

Berikut ini adalah tabel 2, parameter simulasi komputasi dan ujicoba di laboratorium.

Tabel 2. Parameter yang dipakai

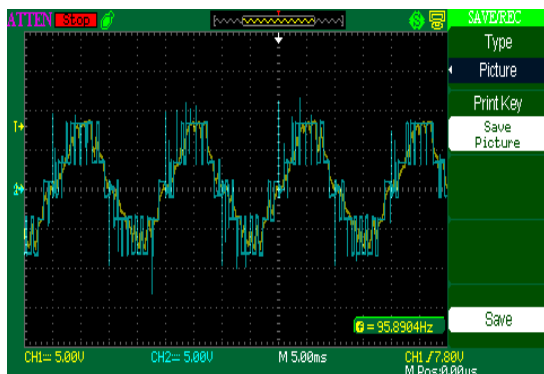
PARAMETER	SATUAN
Tegangan	35 Volt
Induktor	5 mH
Beban	100 Ohm

Berikut ini adalah hasil simulasi yang dilakukan dengan menggunakan *software power simulator*, gambar 10.



Gambar 10. Hasil simulasi komputasi keluaran tegangan inverter lima level

Berikut ini adalah hasil ujicoba yang dilakukan di laboratorium, gambar 11 :



Gambar 11. Hasil implementasi keluaran tegangan inverter lima level

Dari hasil simulasi komputasi dan implementasi dilapangan didapatkan hasil yang sama, yaitu keluaran inverter memiliki level sebanyak lima level tegangan, dengan demikian stress tegangan pada komponen saklar daya dapat dikurangi.

4. Kesimpulan

Setelah melakukan analisis berdasarkan mode operasi yang terjadi pada inverter lima level, simulasi komputasi dan implementasi di laboratorium, alat yang telah di rancang dapat berjalan dengan sebagaimana semestinya dan dapat menghasilkan tegangan keluaran sebanyak lima level.

Ucapan Terima Kasih

Kami ucapkan kepada Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan Nasional, karena telah membiayai penelitian dalam skema penelitian hibah bersaing 2013/2014.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] G. Sundar, S. Ramareddy , "Digital Simulation of Multilevel Inverter Based Statcom." Jurnal of Theoretical and Information Technology, JATIT 2005.

- [2] N.A. Rahim, J. Selvaraj, "Multilevel Inverter for Grid Connected PV System Employing Digital PI Controller", IEEE Transactions on Industrial Electronics, Vol. 56, No. 1, Jan 2009, pp. 149-158
- [3] Pratomo.H.L. "Pemanfaatan Mikrokontroler Tipe 89S52 Sebagai Pengendali Multilevel Inverter.", CITEE, UGM 2009.
- [4] Pratomo. H. L. "Implementasi Inverter Tiga Fasa Dengan Teknik SPWM Berbasis Mikrokontroler Tipe 89S52.", SITIA, ITS Surabaya 2006.
- [5] Rashid Muhammad H. "Power Electronics, Circuit Devices and Aplications.". 2004. Prentice Hall.