

Desain dan Implementasi Inverter Tujuh Level Berbasis Modulasi Lebar Pulsa Sinusoidal dengan PIC18F4550

Agustinus Yudha Susanto dan Leonardus. H. Pratomo

Prog.Di Teknik Elektro-Fakultas Teknik Universitas katolik soegijapranata
Jl.pawiyatan luhur IV/1 Bendan Dhuwur,Semarang,Indonesia

agustinusyudhasusanto@rocketmail.com

ABSTRAK

Dalam makalah ini telah dilakukan analisis, simulasi, dan implementasi suatu inverter tujuh level berbasis modulasi lebar pulsa sinusoidal. Inverter tujuh level ini memiliki beberapa kelebihan antara lain yaitu: stress tegangan yang kecil, ukuran tapis yang kecil dan saklar daya dapat menggunakan ukuran yang relatif lebih kecil. Pada implementasi dilaboratorium inverter tujuh level ini dikendalikan dengan memanfaatkan mikrokontroler tipe PIC18F4550 yang berfungsi sebagai sistem pengendali. Dari hasil ujicoba di laboratorium sistem ini dapat berjalan dengan baik dan menghasilkan level sebanyak tujuh.

Katakunci : Inverter, Tujuh level, PIC18F4550.

Pendahuluan

Perkembangan inverter pada zaman modern berkembang sangat pesat. Inverter adalah suatu perangkat konversi energi listrik dari besaran DC ke besaran AC. Pemanfaatan inverter dapat dijumpai pada peralatan elektronik seperti : UPS, tapis daya aktif, pengendalian mesin-mesin listrik dan lain-lain.

Inverter konvensional biasanya memiliki topologi tipe jembatan. Kekurangan inverter tipe konvensional yaitu : terbatasnya frekuensi pensaklaran pada saklar elektroniknya, sehingga dibutuhkan tapis yang besar untuk mendapatkan nilai fundamental yang baik dan *stress* tegangannya sangat besar[1,2]. Dengan keterbatasan ini dikembangkan inverter tipe lain untuk memperbaiki kinerja inverter itu sendiri. Inverter ini biasa dikenal dengan nama inverter multilevel. Beberapa topologi inverter multilevel antara lain *Diode Clamp*, *Flying Capacitor* atau lebih dikenal dengan nama *Multi cells*, dan tipe jembatan yang konvensional yang di buat sistem kaskade. Inverter multilevel memiliki beberapa keuntungan antara lain adalah *stress* tegangan yang rendah, serta dapat menggunakan komponen saklar elektronik yang memiliki rating daya rendah sehingga nilainya akan sangat murah.

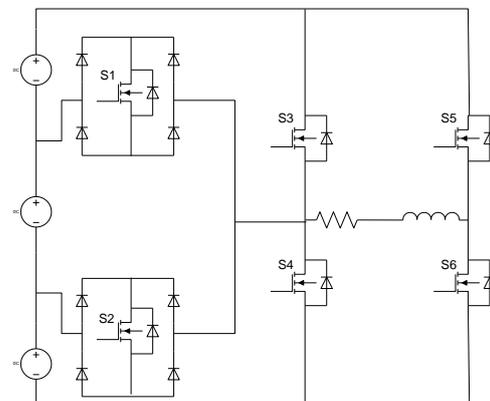
Pemanfaatan mikrokontroler untuk mengendalikan inverter telah banyak dikembangkan untuk mendapatkan sistem yang lebih sederhana[3,4,5,6]. Suatu mikrokontroler dapat di program hanya dengan memasukkan suatu fungsi pensaklarannya secara langsung sehingga pemanfaatan mikrokontroler menjadi lebih sederhana[3,4,5]. Teknik lain dikembangkan dengan cara hanya memprogram $\frac{1}{4}$ panjang gelombang dari sinyal modulasi lebar pulsa

sinusoidalnya saja dan sistem ini terbukti dapat berjalan dengan baik[6].

Inverter tujuh level ini telah banyak diteliti[1,2], tetapi sistem yang diterapkan dengan menggunakan sistem kendali yang sangat kompleks dan sistem pengolah sinyal berbasis *Digital Signal Processing* sehingga harganya sangat mahal. Berbeda dengan sistem diatas, pada makalah ini dibahas tentang pemanfaatan *PIC18F4550* sebagai pengendali inverter tujuh level sehingga didapatkan sistem yang lebih sederhana dan murah. Pada makalah ini akan diuraikan prinsip kerja inverter tujuh level dan strategi pengendalian mikrokontrol tipe *PIC18F4550*. Sebagai tahap akhir dilakukan pengujian skala laboratorium untuk membuktikan kinerja inverter itu sendiri.

2. Inverter Tujuh Level

Inverter tujuh level pada dasarnya menggunakan inverter jembatan penuh dan dua saklar tambahan. Pada inverter tujuh level terdapat enam buah saklar daya aktif seperti pada gambar 1.



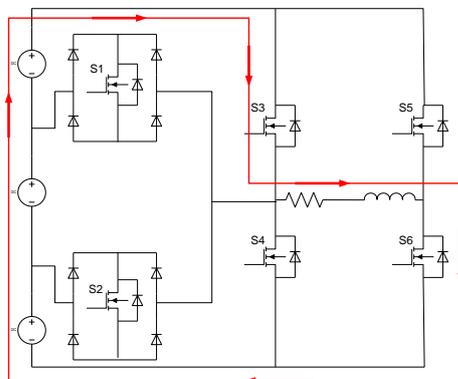
Gambar 1. Rangkaian daya inverter tujuh level.

Prinsip kerja penyaklaran inverter tujuh level seperti tabel 1, sebagai berikut :

Tabel 1. Mode operasi inverter tujuh level.

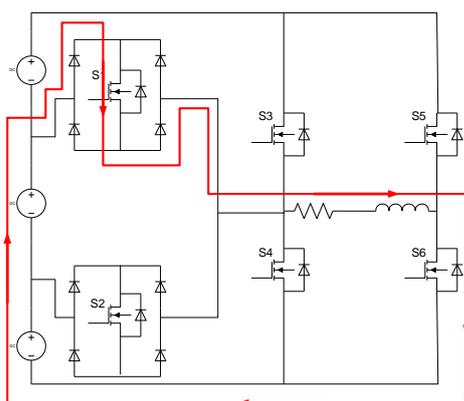
Tegangan Keluaran	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	Mode Operasi
+V _{dc}	0	0	1	0	0	1	1
+2/3V _{dc}	1	0	0	0	0	1	2
+1/3V _{dc}	0	1	0	0	0	1	3
0	0	0	0	1	0	1	4
0	0	0	1	0	1	0	5
-1/3V _{dc}	1	0	0	0	1	0	6
-2/3V _{dc}	0	1	0	0	1	0	7
-V _{dc}	0	0	0	1	1	0	8

Pada mode operasi pertama, terjadi aliran arus dari sumber melewati saklar S₃ dan S₆ maka dihasilkan tegangan keluaran sebesar +V_{dc}, gambar 2.



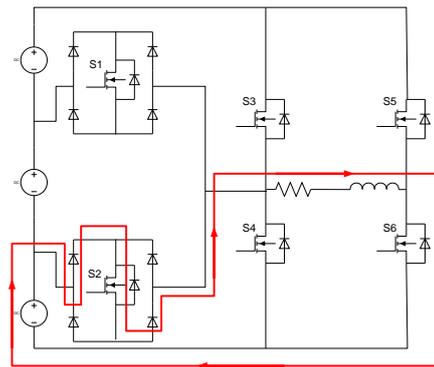
Gambar 2. Mode operasi 1.

Pada mode operasi ke dua, terjadi aliran arus dari sumber melewati saklar S₁ dan S₆ maka dihasilkan tegangan keluaran sebesar +2/3V_{dc}, gambar 3.



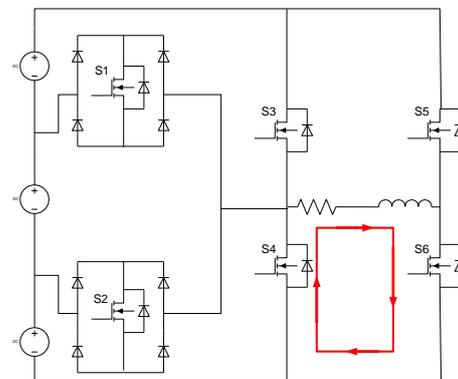
Gambar 3. Mode operasi 2.

Pada mode operasi ke tiga, terjadi aliran arus dari sumber melewati saklar S₂ dan S₆ maka dihasilkan tegangan keluaran sebesar +1/3V_{dc}, gambar 4.



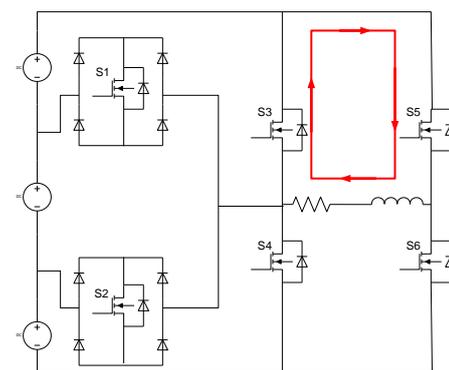
Gambar 4. Mode operasi 3.

Pada mode operasi ke empat, terjadi aliran arus melewati saklar S₄ dan S₆ maka dihasilkan tegangan keluaran sebesar nol, gambar 5.



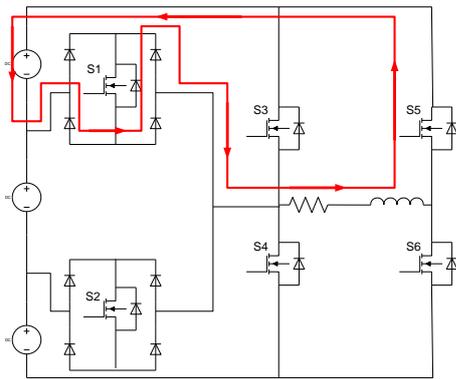
Gambar 5. Mode operasi 4.

Pada mode operasi ke lima, terjadi aliran arus melewati saklar S₃ dan S₅ maka dihasilkan tegangan keluaran sebesar nol, gambar 6.



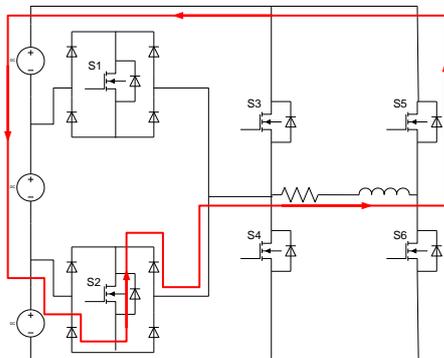
Gambar 6. Mode operasi 5.

Pada mode operasi ke enam, terjadi aliran arus dari sumber melewati saklar S₁ dan S₅ maka dihasilkan tegangan keluaran sebesar -V_{dc}, gambar 7.



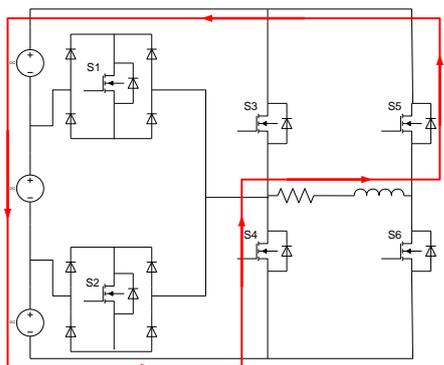
Gambar 7. Mode operasi 6.

Pada mode operasi ke tujuh, terjadi aliran arus dari sumber melewati saklar S₂ dan S₅ maka dihasilkan tegangan keluaran sebesar $-2/3V_{dc}$, gambar 8.



Gambar 8. Mode operasi 7.

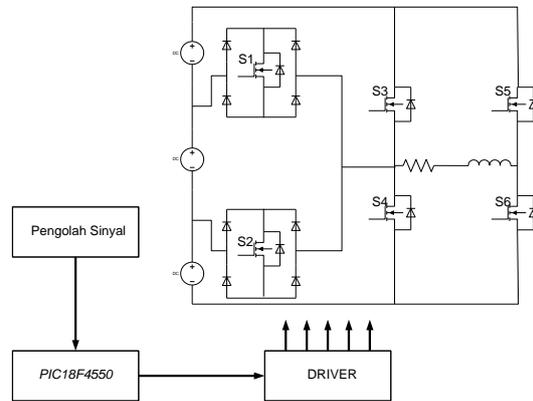
Pada mode operasi ke delapan, terjadi aliran arus dari sumber melewati saklar S₂ dan S₅ maka dihasilkan tegangan keluaran sebesar $-1/3V_{dc}$, gambar 9.



Gambar 9. Mode operasi 8.

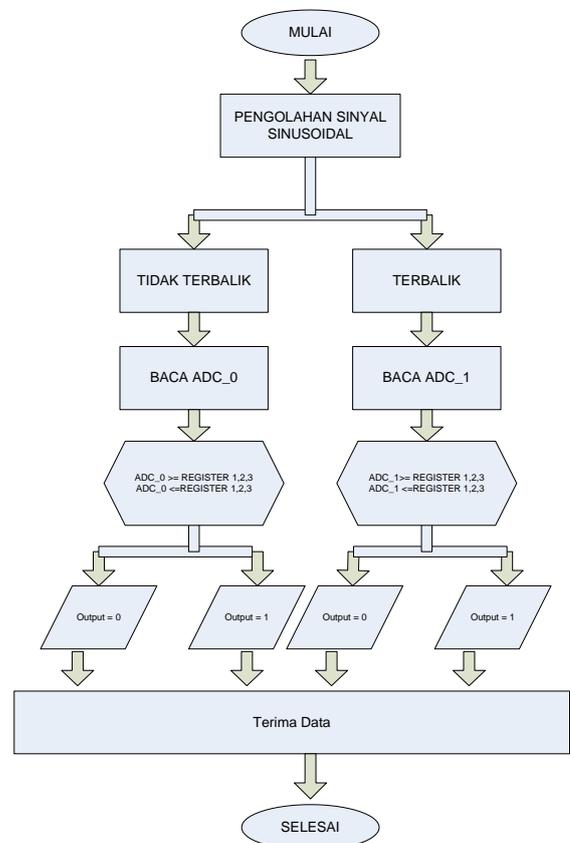
3. Implementasi alat

Struktur rangkaian kendali inverter tujuh level yang telah diteliti memiliki sistem kendali seperti pada gambar 10.



Gambar 10. Blok kendali inverter tujuh level

Suatu mikrokontroller tipe *PIC18F4550* digunakan sebagai pengendali keseluruhan sistem, berikut ini adalah alur pemrograman mikrokontroller *PIC18F4550* sebagai pengendali inverter, gambar 11.



Gambar 11. Flowchart pemrograman inverter

Suatu sistem pembangkit gelombang sinusoidal dimasukkan ke dalam sistem *analog digital converter* (ADC) pada masukan mikrokontroler. Sinyal tersebut kemudian dibandingkan dengan *register* yang ada pada mikrokontroler sehingga didapatkan suatu modulasi lebar pulsa sinusoidal yang akan digunakan sebagai penggerak saklar. *Register* yang digunakan akan dibagi ke dalam tiga buah reset untuk mendapatkan sinyal pembawa tiga tingkat.

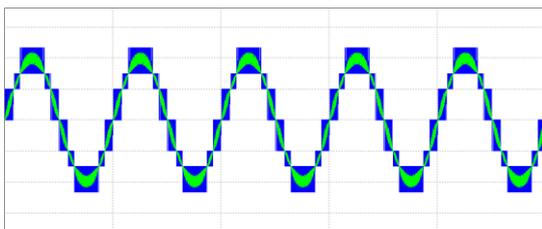
4. Hasil dan pembahasan

Sebagai tahap awal dari rancangan sistem dilakukan suatu simulasi komputasi dengan menggunakan perangkat lunak simulator daya. Berikut ini adalah parameter simulasi yang dilakukan, tabel 2.

Tabel 2. Parameter simulasi

Tegangan DC	90 Volt
Induktansi	5 mH
Beban resistif	100 Ohm

Dari simulasi didapatkan keluaran inverter sebanyak tujuh level dan untuk mendapatkan sinyal fundamentalnya dipasang tapis induktor, seperti pada gambar 12.



Gambar 12. Hasil simulasi tegangan dan tegangan keluaran

Sebagai tahap akhir dilakukan implementasi skala laboratorium dengan parameter sebagai berikut

Tabel 3. Parameter uji coba skala laboratorium

Tegangan Input	30 Volt
Induktansi	5 mH
resistansi	100 Ohm

dihasilkan tegangan keluaran sebanyak tujuh level seperti pada hasil simulasi, gambar 13.

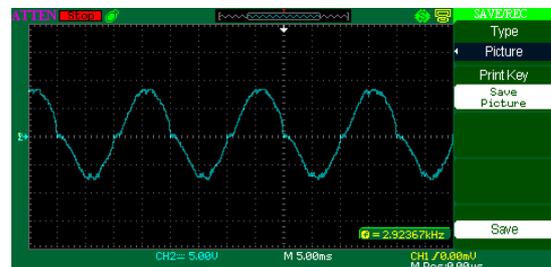


Gambar 13. Keluaran inverter pada L dan R

Untuk mendapatkan sinyal fundamental dipasang tapis, sehingga didapatkan tegangan keluaran seperti pada gambar 14.

Tabel 4. Perbandingan tegangan Input dan Tegangan Output

Tegangan Input	30 Volt
Tegangan Output	18 Volt



Gambar 14. Tegangan keluaran R

5. Kesimpulan

Setelah melakukan serangkaian analisis, simulasi dan implementasi di labortatorium; alat yang telah di desain dapat berjalan dengan baik dan dapat menghasilkan tegangan keluaran sebanyak tujuh level.

Ucapan Trimakasih :

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

DAFTAR PUSTAKA

1. 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.
2. N.A. Rahim, K. Chaniago, J. Selvaraj, "Single-Phase Seven-Level Grid Connected Inverter for Photovoltaic System", IEEE Transactions on Industrial Electronics, Vol. 58, No. 6, June 2011, pp. 2435-2443.
3. Pratomo. H. L, "Implementasi Inverter Tiga Fasa Dengan Teknik SPWM Berbasis Mikrokontroler Tipe 89S52.", SITIA, ITS Surabaya 2006.
4. Pratomo. H. L, "Pemanfaatan Mikrokontroler Tipe 89S52 sebagai Pengendali Multilevel Inverter.", CITEE, ITS Surabaya 2009.
5. P. Cahyono, 2013, Pemanfaatan Inverter Satu Fasa sebagai Injeksi Grid Berbasis Mikrokontroler Atmega 8535, Tugas Akhir, Universitas Katolik Soegijapranata Semarang.
6. Y. Swidyatmoko, 2010, Pemanfaatan Mikrokontroler ATMEGA8535 sebagai Pengendali inverter satu fasa jembatan