

Implementasi Mikrokontroler 892051 Untuk Pembangkitan Pulsa Pada Inverter 3 Fasa 18-Step

Akhmad hendriawan, Joke Pratilastiarso
Politeknk Elektronika Negeri Surabaya
Institut Teknologi Sepuluh Nopember(ITS) Surabaya.
Kampus ITS, Sukolilo, Surabaya 60111
E-mail: hendri@eepis-its.edu , joke@eepis-its.edu

Abstrak: Pada paper ini disampaikan suatu implementasi mikrokontroler 892051 untuk pembangkitan pulsa pada inverter 3 fasa 18-step. Topologi multilevel inverter sangatlah rumit dan membutuhkan banyak piranti penyakelaran, sehingga tidak praktis. Untuk itu dibuat multilevel inverter 3 fasa 18-step dari tiga buah bridge konvensional dan tiga buah chopper. Chopper digunakan untuk membangkitkan tegangan multilevel dc, sedangkan bridge digunakan untuk mengubah tegangan multilevel dc menjadi bentuk ac. Sinyal-sinyal PWM yang dibutuhkan untuk mengontrol chopper dan inverter diperoleh dari mikrokontroler. Dengan mengubah-ubah parameter register timer, didapatkan pulsa-pulsa penyulut dengan duty cycle berturut-turut 0%, 25% dan 42,5% yang menyebabkan chopper menghasilkan tegangan multilevel. Berdasarkan hasil simulasi rangkaian multilevel inverter, didapatkan bentuk gelombang tegangan 3 fasa 18-step seperti yang diinginkan.

Kata kunci: Multilevel Inverter, Chopper, PWM, mikrokontroler.

1. Pendahuluan

892051 adalah mikrokontroler CMOS 8 bit dengan 2K byte Flash PROM (programmable and erasable read only memory). Device yang dikembangkan atmel ini kompatibel dengan 8051 baik teknologi hardware maupun set instruksinya. Mikrokontroler 892051 ini sangat fleksibel dan cocok untuk aplikasi embedded. AT 892051 128 byte RAM, 15 I/O, dua 16 bit timer/counter sebanyak dua buah, full duplex port serial, analog comparator yang presisi. Mode idle terdiri dari dua mode yang bisa digunakan untuk menghemat konsumsi daya.

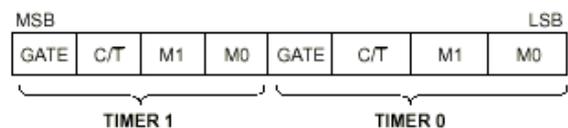
Counter dan timer

Kebanyakan dari sistem komputer memerlukan timer. Dasar dari timer komputer adalah counter yang dapat ditulis dan dibaca oleh mikrokomputer dengan sumber frekuensi yang konstan. sumber clock dari mikrokontroler didapat dari clock internal dan clock eksternal. Apabila hitungan dari timer terlampaui (overflow) interrupt akan dibangkitkan ke prosessor. Counter biasanya terdiri dari 8 bit atau 16 bit yang dapat dibaca dan ditulis oleh operasi dari prosessor.

Timer 892051

Timer 892051 didesain untuk penggunaan fungsi untuk aplikasi umum. Salah satu timer port dari 892051 dapat digunakan sebagai generator baudrater untuk port serial. Untuk fungsi yang umum timer dapat diperbesar dengan memanfaatkan looping. 8051 mempunyai timer yang dapat berjalan pada empat mode yaitu mode 0, 1, 2 dan 3. Sumber clock didapat dari clock instruksi (eksternal clock/12) atau sumber eksternal. Timer register dapat dibaca dan ditulis termasuk ketika mode running. Permintaan interrupt dapat dibangkitkan ketika terjadi overflow running. Setiap timer dikontrol oleh register

timer mode (TMOD) yang mempunyai fungsi sebagai berikut:



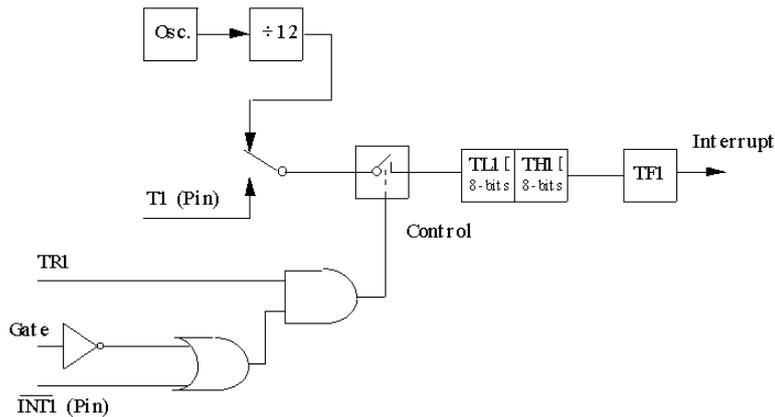
Gate digunakan untuk mengontrol operasi timer atau counter. Jika gate reset, timer enable. Jika gate set timer enable hanya ketika pin interrupt berlogic high ketika timer bekerja. Kontrol operasi timer terletak di TCON register yang tiap bit mempunyai fungsi sebagai berikut:



Timer overflow bit (TF1 atau TF0) akan set jika timer mencapai hitungan maksimal. Dan akan reset ketika ada instruksi reti atau di clear secara manual oleh software.

Timer mode 0 dan mode 1 mempunyai fungsi yang sama dengan timer mode 0 mempunyai 13 bit counter, dan timer mode 1 mempunyai 16 bit counter. Blok diagram dari timer mode 1 ditunjukkan pada Gb.1.

Untuk mengakses nilai counter / timer, register TLx dan THx dibaca dan ditulis. Untuk kebanyakan aplikasi register ini ditulis terlebih dahulu sebelum counter/timer dijalankan. Mode 0 dan mode 1 mempunyai delay yang spesifik yang di load ke register. Untuk mode 1 spesifik delay ditentukan dengan rumus:



Gambar 1. Blok diagram timer mode 1.

$$TimeDelay = \frac{(12 * 65536 - InitValue)}{FrekuensiOsilator}$$

Dimana:

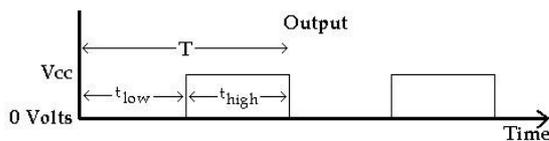
Init value = $TLn + (256 * THn)$

N menyatakan timer, bisa timer 0 atau timer 1

PWM (Pulse Width Modulation)

Prinsip kerja PWM ditunjukkan pada Gb2. Sinyal yang mempunyai periode tertentu diatur lebar pulsa on dan off. Hubungan antara T_{high} dan T_{low} dinyatakan dengan duty cycle, dimana $T_{high} + T_{low}$ selalu tetap.

$$DutyCycle = \frac{T_{high}}{T_{high} + T_{low}} * 100\%$$



Gambar 2. Prinsip kerja PWM.

2. Perancangan Sistem

Sistem pembangkit sinyal PWM merupakan sistem yang berbasis mikrokontroler. Sistem ini terdiri dari dua bagian yaitu bagian perangkat keras yang menggunakan mikrokontroler 892051 dan bagian perangkat lunak yang menghasilkan Pembangkit PWM.

Konsep inverter

- Karena memiliki 18-step, maka tiap step dipakai selama 1ms sehingga memiliki frekuensi perancangan sebesar $f = 1000/18 = 55,5556\text{Hz}$.
- Menggunakan sumber DC dari jala-jala yang diserahkan, $V_s = 300\text{Vdc}$.

- Karena 18 step merupakan tegangan antar fasa, maka tegangan fasa netral hanya membutuhkan 2-level tegangan.
- Pada level-1 ditetapkan duty cycle 25% dan level-2 sebesar 42,5%.
- Karena tiap step selebar 1ms, digunakan pencacahan 5 kali sehingga periode switching menjadi $1\text{ms}/5 = 200\mu\text{s}$ atau $f = 5\text{kHz}$.

Gambaran sistem tersebut ditunjukkan pada Gb.3.

Pada perencanaan digunakan osilator xtal yang besarnya 24Mhz. Pewaktuan minimal yang dibutuhkan sebesar:

$$PewaktuanDasar = \frac{12}{FrexXtal}$$

$$PewaktuanDasar = \frac{12}{24\text{Mhz}} = 0.5\mu\text{s}$$

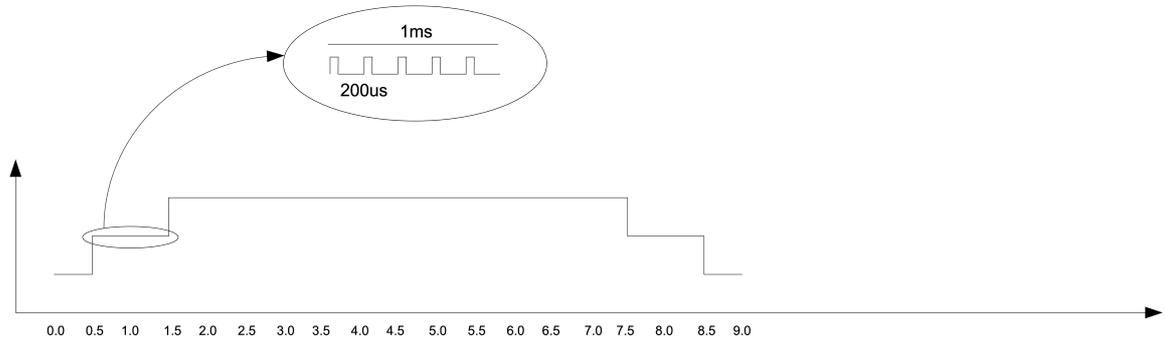
Setiap instruksi memerlukan clock yang besarnya setiap 1 siklus mesin adalah 0.5us, prosedur pembangkit PWM memiliki jumlah instruksi sekitar 10 siklus mesin. Untuk membangkitkan sinyal PWM yang real time, pewaktuan dasar tersebut harus lebih besar dari jumlah siklus mesin yang ada pada rutin pembangkit PWM. Sehingga pewaktuan dasar PWM menjadi $PewaktuanDasar * 10 = 5\mu\text{s}$. Untuk membangkitkan satu sinyal penuh dalam 200us maka diperlukan Hitungan Counter sebanyak:

$$HitCounter = \frac{T}{PewaktuanDasarPWM}$$

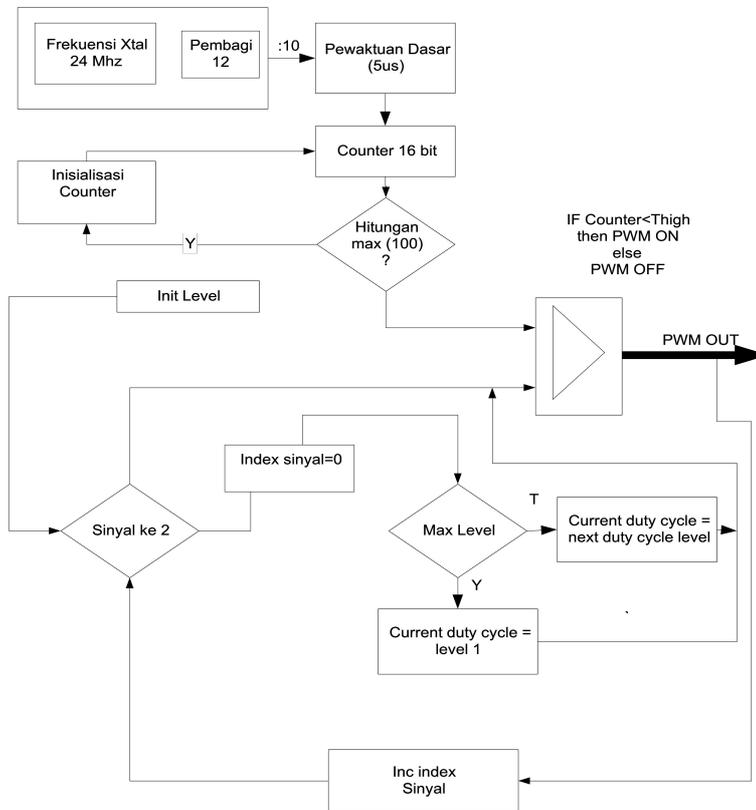
$$HitCounter = \frac{200\mu\text{s}}{5\mu\text{s}} = 40$$

Resolusi dutyCycle yang masih dapat dibangkitkan oleh software sebesar:

$$ResolusiDutyCycle = \frac{1}{40} * 100\% = 2.5\%$$



Gambar 3. Gambaran sistem 2-level yang akan membentuk 4-level.



Gambar 4. Flow chart pembangkitan sinyal PWM.

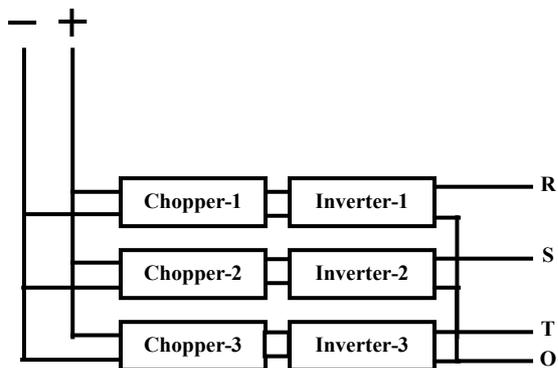
Dalam tiap level tegangan ada lima sinyal. Pembangkit PWM mempunyai 2 level tegangan yang mempunyai duty cycle yang berbeda. Flow chart untuk membangkitkan sinyal PWM ini ditunjukkan pada Gb.4. Pewaktuan dasar sinyal PWM didapatkan dari timer internal dari 892051. Pewaktuan internal yang dipakai menggunakan Timer 0 dengan mode timer adalah mode-1. Pemilihan mode ini memungkinkan perhitungan counter sampai 16 bit. Interrupt akan dibangkitkan jika pewaktuan mencapai 5us. Sewaktu terjadi interrupt maka pada rutin

interrupt akan melakukan perhitungan T_{high} dan T_{low} dan mengeluarkan output PWM pada salah satu pin pada port P1 dari mikrokontroler 892051.

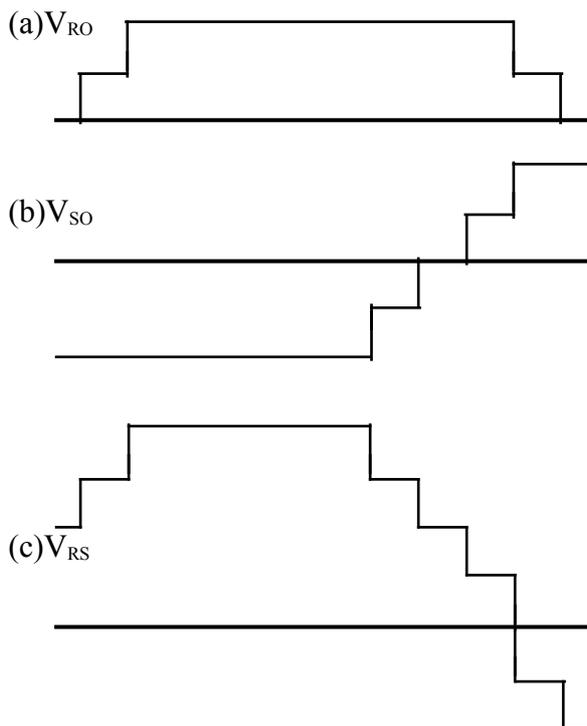
3. Inverter 3-Fasa 18-Step

Blok diagram inverter 3-fasa 18-step ditunjukkan pada Gb.5. Dengan mengoperasikan inverter dengan menggunakan sinyal-sinyal trigger dari mikrokontroler secara grafik bisa didapatkan bentuk gelombang output seperti ditunjukkan pada Gb.6. Tegangan output V_{RO} pada saluran R bisa didapatkan sebagai bentuk gelombang tangga dengan 5-level. Kedua

saluran yang lain, V_{SO} dan V_{TO} , memiliki bentuk gelombang yang sama dengan beda fasa berturut-turut 120° dan 240° . Karena tegangan output antar fasa V_{RS} bisa didapatkan dengan mengurangkan V_{SO} dari V_{RO} , didapatkan bentuk gelombang seperti ditunjukkan pada Gb.6c. Hasilnya merupakan tegangan antar fasa dengan bentuk gelombang tangga yang tersusun dari 18-step tiap siklus.



Gambar 5. Blok diagram inverter 3-fasa 18-step.



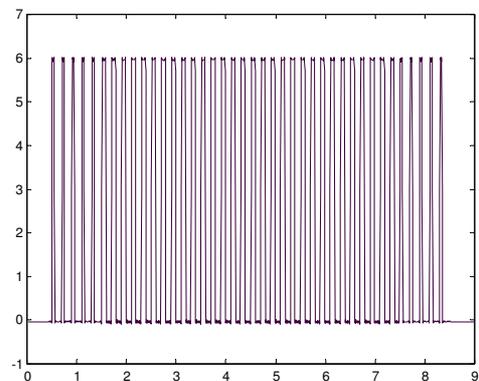
Gambar 6. Bentuk gelombang tegangan output.

4. Hasil Simulasi

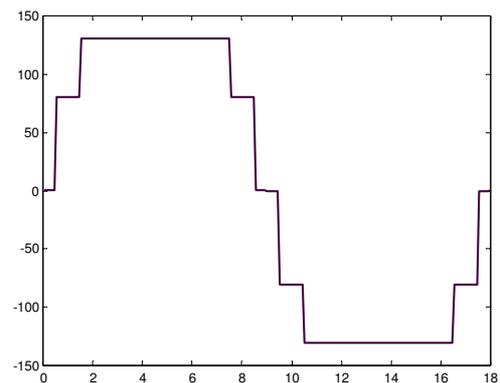
Berdasarkan rancangan yang telah diberikan pada bagian-2 di atas, dibuatlah suatu komputasi menggunakan matlab untuk membuktikan apakah rangkaian inverter bisa bekerja menghasilkan

gelombang tegangan output seperti yang telah direncanakan.

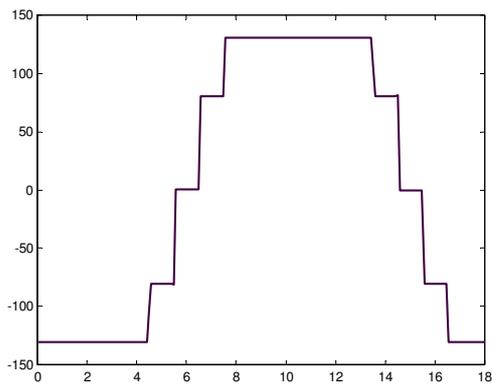
Pada Gb.7 ditunjukkan bentuk gelombang output mikrokontroler yang sudah dikuatkan untuk menyulut rangkaian chopper. Tampak bahwa saat $t=0-0,5ms$ mikrokontroler tidak mengeluarkan tegangan yang menghasilkan tegangan chopper dan inverter nol, sedangkan pada $t=0,5-1,5ms$, mikrokontroler mengeluarkan tegangan dengan duty cycle sebesar 25% yang menghasilkan tegangan chopper dan inverter sebesar 75V. Selama periode $t=1,5-7,5ms$ mikrokontroler menghasilkan tegangan keluaran dengan duty cycle sebesar 42,5% sehingga menghasilkan tegangan chopper dan inverter sebesar 125V. Hal ini ditunjukkan pada Gb.8 untuk tegangan pada saluran R dan Gb.9 untuk tegangan pada saluran S. Sedangkan Gb.10 menunjukkan bentuk gelombang antar saluran R dan S yang merupakan bentuk gelombang dengan 18-step.



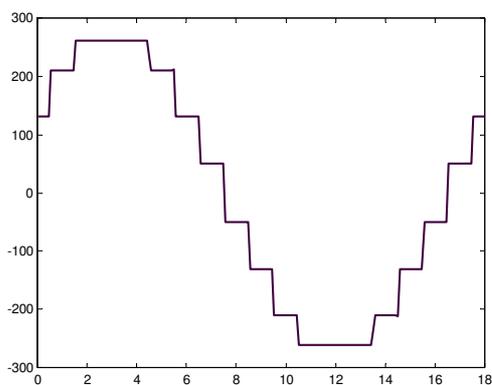
Gambar 7. bentuk gelombang output mikrokontroler.



Gambar 8. Bentuk gelombang saluran R.



Gambar 9. Bentuk gelombang saluran S.



Gambar 10. Bentuk gelombang tegangan antar saluran R dan S.

5. Kesimpulan

Telah dipaparkan suatu implementasi mikrokontroler 892051 untuk pembangkitan pulsa pada inverter 3 fasa 18-step. Dengan mengatur duty cycle pulsa-pulsa PWM yang diberikan ke rangkaian chopper berturut-turut 0%, 25% dan 42,5% bisa didapatkan bentuk gelombang output inverter yang memiliki 18-step. Pengaturan pencacahan pulsa penyulut untuk chopper sangat menentukan keberhasilan kerja mikrokontroler, sehingga dengan pengaturan lima pulsa tiap step perubahan duty cycle yang bisa dilakukan sebesar 2,5%.

6. Daftar Pustaka

1. Intel Co., 1994, *MCS[®]51 Microcontroller Family User's Manual*.
2. Myke Predko, 1999, *Programming and Customizing the 8051 Microcontroller*, McGraw-Hill Co.
3. Richard H. Barnet, 1994, *The 8051 Family of Microcontroller*, Prentice-Hall.
4. Sencer Y & Ashutosh A, 1995, *Programming and Interfacing 8051 Microcontroller*, Addison-Wesley Publishing Co.
5. Shoji Iida, et.Al., *Improved Voltage Source Inverter With 18 Step Output Waveforms*, IEEE Trans. On Ind. Appl., January/February 1988.

6. Siriroj Sirisukprasert, *Optimized Harmonic Stepped-Waveform for Multilevel Inverter*, Thesis Master of Science in Electrical Engineering, September 1999.

7. Joke Pratilastiarso, *Development of Single-Phase Voltage Source Inverter with 18 Step Output Waveforms*, Industrial Electronics Seminar, October 1999.