

Harmonisa Pada Rangkaian Inverter Satu Fasa

Partaonan Harahap

Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
Jl. Mukhtar Basri No. 3 Medan, Indonesia
email : partaonanharahap@umsu.ac.id

Abstrak — Perkembangan teknologi terus meningkat, hal ini terlihat lebih dan peralatan elektronik lainnya yang digunakan dalam sehari-hari menggunakan, salah satunya di bidang ilmu konversi energi listrik, yaitu inverter. Inverter tegangan variabel listrik alat yang dapat mengubah daya DC menjadi AC kekuasaan. Ada banyak studi dilakukan dalam rangka untuk mendapatkan tegangan output inverter adalah gelombang sinusoidal. Namun, teknik baru dalam akademisi ketat UNTAN belum terealisasi dalam bentuk inverter nyata perangkat. Teknik eliminasi Harmonic adalah teknik pemrosesan sinyal untuk mendapatkan inverter beralih pola untuk mendapatkan output maksimum gelombang THD sinusoidal dan nilai minimum. Dengan kombinasi dari kontrol pembangkit sinyal sirkuit dan mikrokontroler AT89S52 LC filter, inverter output diharapkan memiliki sinusoidal gelombang. Dari hasil pengujian yang memiliki telah dilakukan, teknik eliminasi harmonik bisa digunakan untuk mendapatkan tegangan sinusoidal dengan distorsi harmonik total adalah 9,1%.

Kata kunci : Inverter, Harmonic Penghapusan teknik, , Filter LC

Abstract — Technological developments continue to increase, it is seen more and other electronic equipment used in day-to-day use, one of them in the field of electrical energy conversion, ie inverter. Inverter voltage variable power tool that can convert DC power into AC power. There are many studies done in order to get the output voltage of the inverter is a sinusoidal wave. However, the new technique in UNTAN strict academics has not been realized in the form of a real inverter device. Harmonic elimination technique is signal processing technique to get inverter pattern switch to get maximum output of sinusoidal THD wave and minimum value. With combination of control signal generating circuit and AT89S52 LC microcontroller filter, the output inverter is expected to have sinusoidal wave. From the test results that have Has been done, harmonic elimination techniques can be used to obtain a sinusoidal voltage with total harmonic distortion is 9.1%.

Keywords : Inverter, Harmonic Removal technique,, LC Filter

I. PENDAHULUAN

Pemanfaatan energi surya mulai dikembangkan dengan dibuatnya pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) terutama di Indonesia yang merupakan daerah tropis dengan potensi penyinaran sepanjang tahun sebagai upaya pemenuhan kebutuhan listrik yang semakin meningkat. Sistem PLTS memiliki beberapa tahapan konversi energi hingga akhirnya dapat disalurkan dan digunakan untuk pemenuhan kebutuhan listrik, salah satu tahapan tersebut adalah pengkonversian energi dari bentuk DC (Direct Current) ke bentuk AC (Alternating Current) yang dilakukan oleh sebuah unit konverter daya yang dikenal dengan nama Inverter. Inverter tidak hanya digunakan pada PLTS namun juga banyak digunakan untuk mengkonversi energi listrik DC dari sumber-sumber lain seperti generator DC, Aki ataupun dari sumber AC yang mengalami dua kali pengkonversian energi. Sistem pembangkit listrik tenaga angin juga menggunakan inverter untuk menghasilkan arus listrik bolak-balik yang siap dihubungkan ke jaringan/grid tenaga listrik. Inverter saat ini tidak lagi sulit untuk diperoleh. Namun demikian, inverter tersebut masih memiliki kekurangan baik dari harga maupun daya keluaran serta kualitas dari inverter itu sendiri. Isu-isu

menarik dalam mendesain inverter adalah efisiensi, faktor daya dan harmonisa. Penelitian ini mengkaji dua isu tersebut, yaitu isu faktor daya dan harmonisa yang dapat mengurangi kesempurnaan bentuk sinusoidal dari keluaran tegangan maupun arus inverter.

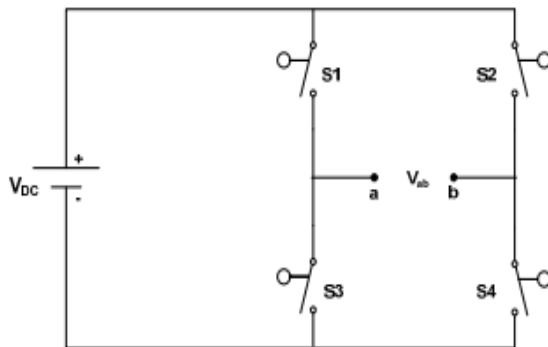
II. TINJAUAN PUSTAKA

Inverter Satu Fasa

1 Inverter

Inverter DC/AC dapat direalisasikan dengan menggunakan konfigurasi transistor daya jembatan-setengah (half-bridge configuration) [1] atau dengan menggunakan konfigurasi jembatan penuh (full-bridge) [2, 3]. Inverter jembatan setengah menghasilkan keluaran AC sinusoidal yang tidak sempurna. Upaya penyempurnaan keluaran juga dapat dilakukan tetapi membutuhkan ukuran nilai induktansi pada filter pasif yang cukup besar. Para peneliti telah melakukan beberapa perancangan untuk mendapatkan hasil terbaik melalui upaya menapis gangguan harmonik [4, 5, 6, 7, 8] di antaranya dengan menggunakan metode Z-Source Inverter yaitu menggunakan susunan impedansi yang unik untuk menghubungkan rangkaian utama dan sumber [2].

Selain itu, metode-metode konvensional misalnya Algoritma Genetika juga dapat digunakan untuk mengeliminir gangguan harmonik [9, 10, 11]. Metode konvensional ini memang cukup efektif, tetapi mekanisme pengimplementasiannya cukup kompleks dan berpotensi menghasilkan disipasi daya listrik yang cukup berarti. Metode lain yang dapat digunakan adalah dengan memanfaatkan teknik pensaklaran yaitu dengan menggunakan metode SPWM (Sinusoida Pulse Width Modulation) sebagai upaya eliminasi harmonik [5, 6].



Gambar 1. Rangkaian full bridge inverter 1 fasa secara umum

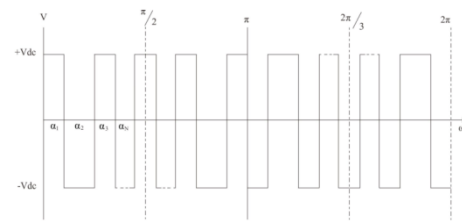
Inverter adalah sebuah perangkat peubah listrik yang dikenal memiliki kemampuan untuk merubah listrik bertegangan DC menjadi listrik bertegangan AC dengan nilai frekuensi yang dapat diatur. Inverter pada umumnya digunakan untuk mengendalikan kecepatan motor AC. Selain untuk mengendalikan kecepatan motor AC, inverter juga digunakan sebagai catu daya AC, dan berbagai macam kebutuhan lainnya. Sebuah inverter dikatakan bersifat ideal apabila tegangan DC yang masuk bebas dari *ripple* serta tegangan yang keluar dari inverter berbentuk gelombang sinusoidal murni.

2. Inverter PWM Satu Fasa Jembatan Penuh

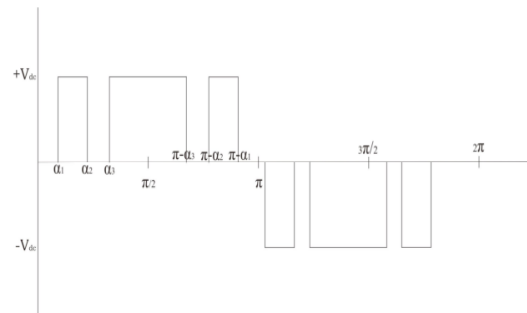
Inverter PWM satu fasa adalah inverter satu fasa yang menggunakan teknik pensaklaran PWM. *Pulse Width Modulation* merupakan proses perubahan sinyal sebuah gelombang dengan pengaturan besar kecilnya lebar pulsa gelombang. PWM dapat dikatakan suatu teknik manipulasi dalam pengolahan sinyal gelombang yang menggunakan prinsip pensaklaran, yaitu

pengaturan sinyal gelombang dalam keadaan *on* dan *off*. Inverter PWM satu fasa dapat diwujudkan dengan *bipolar switching* dan *unipolar switching*.

Bipolar switching merupakan keadaan pensaklaran yang mengalami keadaan pulsa bertegangan positif dan negatif. Sedangkan *unipolar switching* dapat didefinisikan keadaan pensaklaran yang memiliki keadaan pulsa bertegangan positif, negatif, dan nol. Gambar 2 dan 3 merupakan *Bipolar Switching Scheme* dan *Unipolar Switching Scheme*.



Gambar 2. Bipolar Switching Scheme



Gambar 3. Unipolar Switching Scheme

3. Harmonisa

Harmonisa dalam sistem tenaga listrik didefinisikan sebagai suatu komponen sinusoida dari suatu perioda gelombang yang mempunyai satu frekuensi yang merupakan kelipatan bulat dari gelombang fundamental (Novi Gusnita, 2007). Jika frekuensi fundamentalnya f_0 maka frekuensi harmonik orde ke n adalah $n \times f_0$. (Asnil, 2009).

Harmonisa tegangan keluaran inverter dapat ditentukan bila persamaan matematik dari tegangan keluaran inverter telah ditentukan. Persamaan ini didapat dengan menguraikan bentuk gelombang tegangan dengan menggunakan deret Fourier (Agus.S, 1988). Perbandingan nilai komponen harmonik dengan komponen fundamental biasanya dinyatakan dalam persen, indeks ini disebut dengan *THD (Total harmonic Distortion)*. THD biasanya digunakan untuk menyatakan penyimpangan bentuk gelombang yang mengandung harmonik terhadap gelombang sinusoidal murni dalam satu periode.

4. Mikrokontroler AT89S52

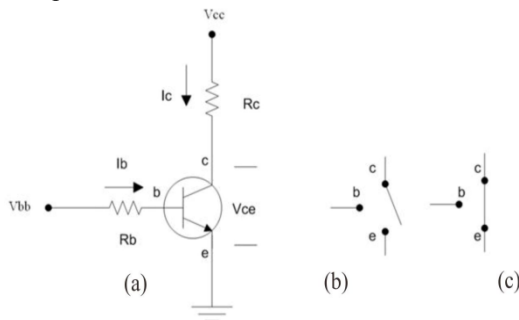
Mikrokontroler merupakan sebuah *chip* yang dapat digunakan untuk mengendalikan suatu sistem, baik yang bersifat sederhana maupun kompleks. AT89S52 merupakan mikrokontroler 8051 standar yang mempunyai 40 kaki yang bisa dikemas dalam bentuk DIP atau PLCC44 dengan 32 kaki dipakai untuk *port-port* multiguna, kaki untuk sumber tegangan, Kristal, dan kaki-kaki untuk kendali (pembacaan memori).

5. Transistor Sebagai Sakelar

Aplikasi transistor tidak hanya dibatasi pada penguatan sinyal saja. Tetapi dapat juga diaplikasikan sebagai sebuah saklar (*switch*) pada komputer atau peralatan kontrol lainnya.

III. METODE

Saat transistor berada dalam kondisi saturasi, berarti transistor tersebut merupakan saklar tertutup dari kolektor ke emitor. Jika transistor berada dalam kondisi *cut off* berarti transistor seperti sebuah saklar yang terbuka seperti yang terlihat pada Gambar 2.3.b



Gambar 4. (a) Rangkaian Transistor Sebagai Saklar; (b) Transistor Dalam Kondisi Cut Off; (c) Transistor Dalam Keadaan Saturasi Sumber: Transistor Datasheet

Gambar 4 a memperlihatkan prinsip kerja transistor sebagai saklar. Saat V_{bb} mengalir di kaki basis transistor, maka sambungan basis - emitor menjadi tertutup yang mengakibatkan transistor

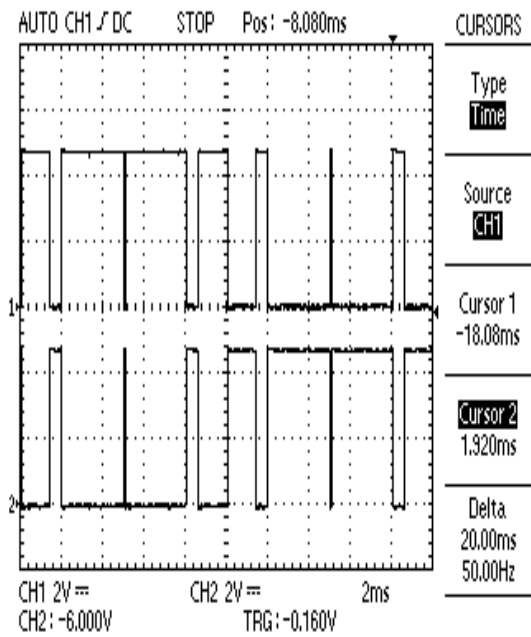
IV. ANALISIS DAN HASIL

Pengujian Power Supply

Pengujian power supply pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tegangan power supply yang terdapat pada baterai (aki). Tegangan baterai yang tertulis ialah sebesar 12 volt. Sedangkan tegangan baterai yang terukur pada saat pengujian adalah sebesar 11,85 volt.

Pengujian Rangkaian Regulator

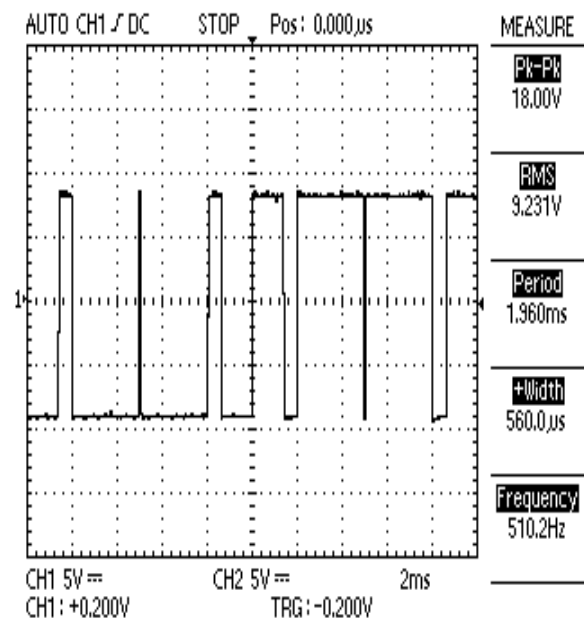
Pengujian rangkaian regulator pada penelitian ini bertujuan untuk memastikan keluaran rangkaian regulator sesuai dengan nilai yang tertulis pada ic regulatornya. Pengukuran pada I_c regulator dengan nilai indikator tegangan 9 volt menunjukkan hasil 9,11 volt, sedangkan I_c regulator dengan nilai indikator tegangan 5 volt sebesar 5,04 volt. 4.3 Pengujian Sinyal Kendali Inverter Sinyal kendali inverter didapatkan dari keluaran mikrokontroler melalui port 2.0 dan 2.1. Pengukuran dilakukan menggunakan osiloskop digital. Sinyal kendali inverter berjumlah dua sinyal untuk mendapatkan gelombang sinusoidal.



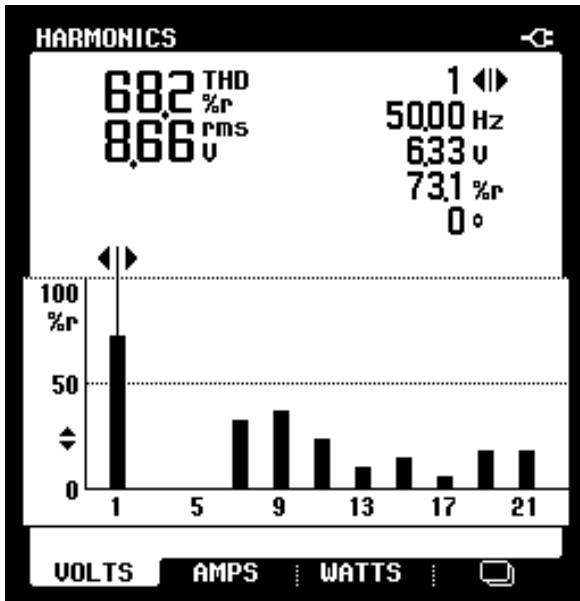
Gambar 5. hasil pengukuran tegangan keluaran pada pin 2.0 dan 2.1 mikrokontroler dengan osiloskop digital

Pengujian Output Inverter

Pengujian output inverter meliputi pengujian dan pengukuran tegangan, arus, harmonisa tegangan dengan tetapan beban 100 Ω . Dari pengujian keluaran inverter tanpa filter didapatkan keluaran gelombang dan harmonisa tegangan sebagai berikut:

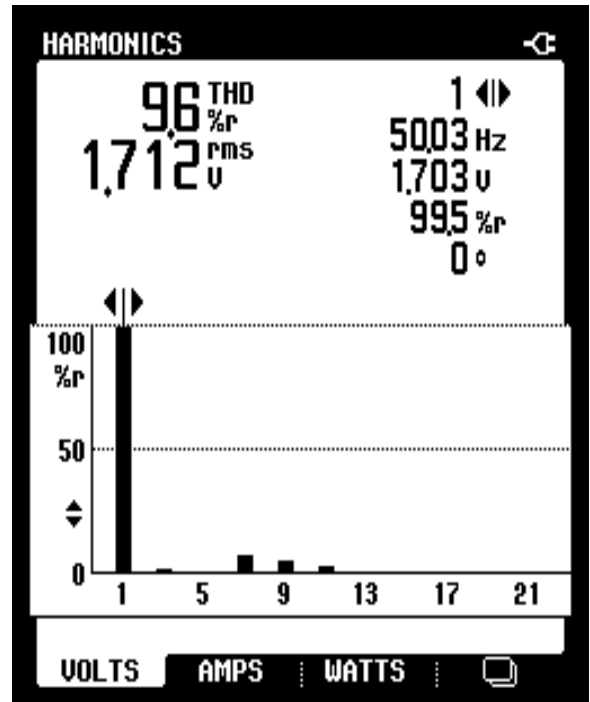


Gambar 6. Hasil Tegangan Output Inverter tanpa Filter (Pengukuran dengan Osiloskop Digital)

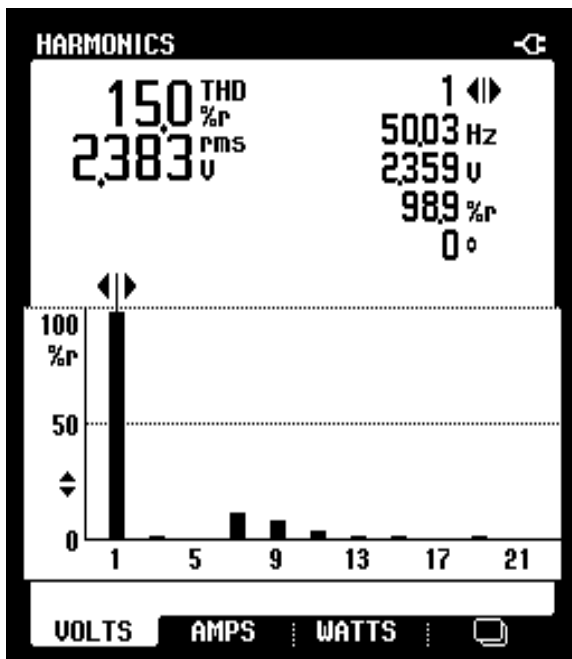


Gambar 7. Hasil pengukuran harmonisa keluaran inverter tanpa filter dengan tahanan 100 ohm.

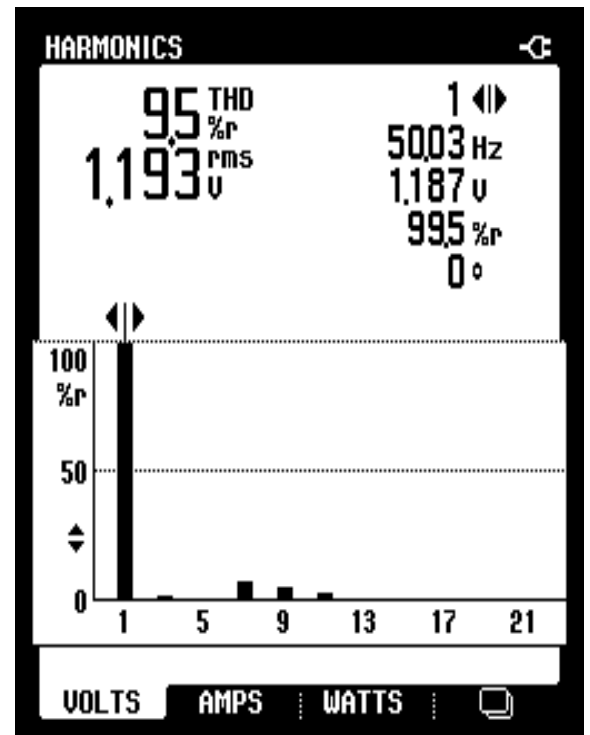
Pengujian Output filter dan harmonisa Proses pengujian rangkaian inverter satu fasa jembatan penuh dengan filter memiliki ragam pengujian. Pengujian dilakukan dengan mengganti nilai L dan C. Pada pengujian inverter menggunakan filter ini digunakan Power analyzer sebagai media ukur. Penggunaan power analyzer ditujukan agar dapat mengetahui kandungan harmonisa yang ada pada keluaran inverter yang telah melalui filter. Hasil pengukuran dapat dilihat pada gambar berikut.



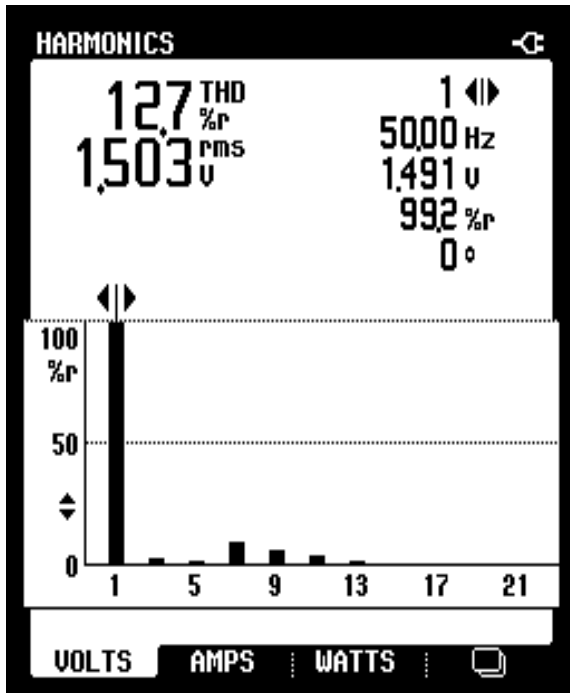
Gambar 9. Tegangan dan harmonisa inverter dengan L = 50 mH, C= 65 µF, dan R= 100 Ω



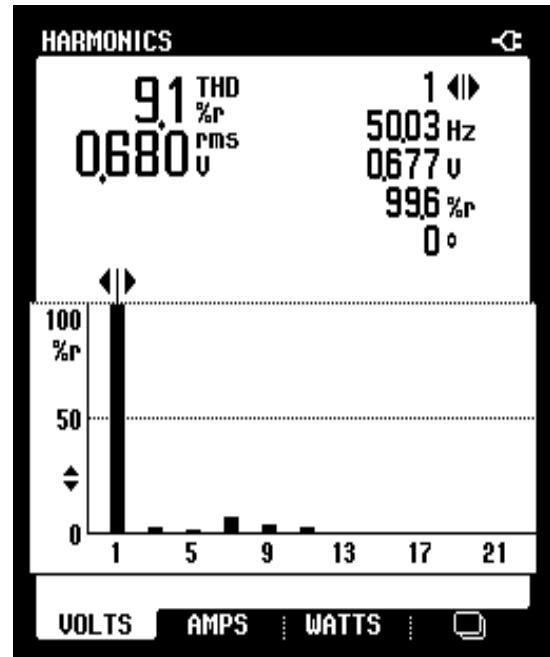
Gambar 8. Tegangan dan harmonisa inverter dengan L = 50 mH, C= 30 µF, dan R= 100 Ω



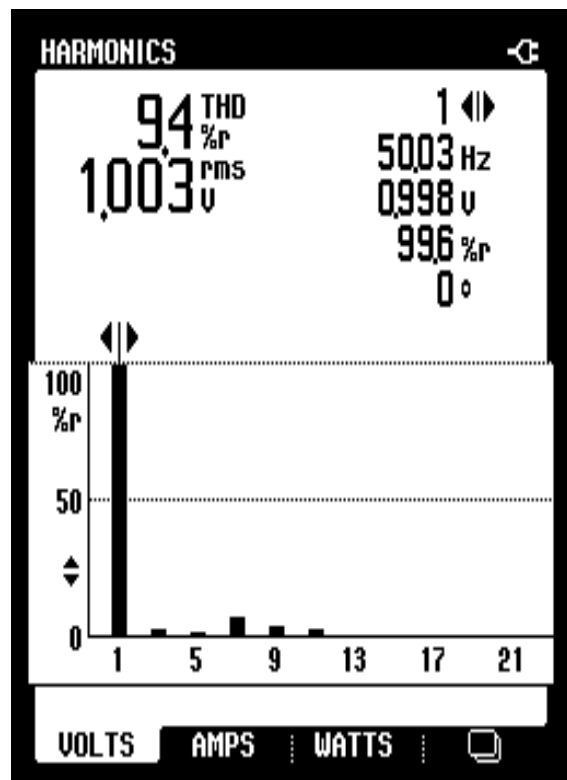
Gambar 10. Tegangan dan harmonisa inverter dengan L = 50 mH, C= 100 µF, dan R= 100 Ω



Gambar 11. Tegangan dan harmonisa inverter dengan $L = 100 \text{ mH}$, $C = 30 \mu\text{F}$, dan $R = 100 \Omega$



Gambar 13. Tegangan dan harmonisa inverter dengan $L = 100 \text{ mH}$, $C = 100 \mu\text{F}$, dan $R = 100 \Omega$



Gambar 12. Tegangan dan harmonisa inverter dengan $L = 100 \text{ mH}$, $C = 65 \mu\text{F}$, dan $R = 100 \Omega$

V. KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Metode teknik eliminasi harmonisa ini dapat menghilangkan harmonisa dalam orde rendahnya, yaitu harmonisa orde ketiga dan kelima sebelum melewati filter.
2. Mikrokontroler terbukti baik dapat digunakan sebagai pembangkit sinyal kendali inverter karena memiliki kecepatan dan ketelitian yang tinggi dalam proses switching dengan nilai error berkisar 0 - 15 % dalam waktu milisekon.
3. Rangkaian filter LC terbukti sangat baik digunakan untuk menyeleksi gelombang berfrekuensi tinggi dengan nilai THD berkisar 9 - 15%.

VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Agrawal, Jai P., "Power Electronic Systems Theory and Design", Upper Saddle River, New Jersey, USA: PrenticeHall,inc, 2001.
- [2]. Asnil, "Harmonik Pada Inverter", *Jurnal Inovasi Vokasional dan Teknologi*. Vol. 10, No.2, 2009.
- [3]. Ayong Hiendro, "Multiple Switching Pattern for SHEPWM Inverter Using Differential Evolution Algorithms", *International Journal of Power Electronics and Drive System*, Vol.1, No.2, 2011.

- [4]. Harjono, D., “*Prototipe Inverter Transistor Tiga Fasa Dengan Teknik Modulasi Lebar Pulsa (PWM) Sinus*”, Pontianak: Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura, 1997.
- [5]. Jamal A. Mohammed., “Optimum Solving SHEPWM Equations for Single Phase Inverter Using Resultant Method”, *Journal Engineering & Technology*. Vol. 26, No.6. 2008.
- [6]. P. Gani Raju dan N. Veda Kumar, “A Strategy For Harmonic Reduction Using Complete Solution”, *International Journal of Recent Trends in Engineering*, Vol.2, No.8., 2009.
- [7]. Rashid, Muhammad H., “*Power Electronics Circuits, Devices, and Applications, Second Edition*”, London. Prentice-Hall International, Inc, 1993.
- [8]. S. Wasito, “*Vademekum Elektronika Edisi Kedua*”, Jakarta : PT. Gramedia Pustaka Utama, 2006.