

Desain dan Implementasi Catu Daya Searah Berarus Besar Bertegangan Kecil

Respati Noor¹⁾ Leonardus Heru P²⁾

1) Jurusan Teknik Elektro UNIKA Soegijapranata, Semarang 50234, email : reswi_83@yahoo.co.id

2) UNIKA Soegijapranata, Semarang 50234, email : leonardus@unika.ac.id

Abstrak

Kebutuhan akan konverter yang memiliki riak arus dan tegangan keluaran kecil sekarang ini banyak diminati. Salah satu cara adalah dengan menggunakan teknik multifasa. Pada makalah ini di teliti tentang pemanfaatan konverter yang memiliki arus besar bertegangan kecil dengan menggunakan teknik chopper delapan fasa. Teknik ini menghasilkan frekuensi pensaklaran yang meningkat delapan kali serta ukuran tapis juga kecil dibandingkan dengan fasa tunggal, sehingga dengan teknik ini riak arus dan tegangan juga semakin kecil. Dari hasil ujicoba skala laboratorium alat ini dapat bekerja dengan baik serta memiliki efisiensi delapan kali lebih baik dari pada sistem fasa tunggal.

Kata Kunci : Chopper, Multi fasa

I. Pendahuluan

Perkembangan di dunia audio mobil semakin pesat dan maju, banyak sekali terobosan – terobosan yang dilakukan para pecinta audio untuk menyempurnakan hasil yang di dapat dari rancangan – rancangan yang di buat. Pada sistem *power amplifier* audio mobil memiliki rating 12 Volt, tetapi dalam kenyataannya jika digunakan untuk keperluan displai mengalami masalah dengan daya yang tersedia dipasaran, hal ini disebabkan daya sistem *power suplai* memiliki keterbatasan daya.

Teknik *chopper* tiga fasa yang telah dikembangkan terbukti dapat meningkatkan daya, mengecilkan riak arus dan tegangan, serta memiliki ukuran tapis yang kecil, hal ini disebabkan karena pemanfaatan saklar semikonduktor sebanyak tiga buah dengan metode kendali modulasi lebar pulsa tergeser, sehingga seolah-olah frekuensi total yang dihasilkan juga meningkat tiga kali[1].

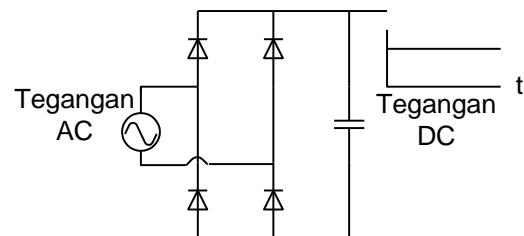
Pada makalah ini dibahas tentang pemanfaatan catu daya searah dengan sumber tegangan bolak-balik yang disearahkan dan dikendalikan dengan teknik chopper delapan fasa. Teknik ini ditetapkan untuk mendapatkan tegangan sesuai dengan kebutuhan *power amplifier* sistem audio mobil dengan daya besar dan memiliki riak arus dan tegangan kecil. Sistem modulasi yang dipakai untuk mengerjakan sistem ini adalah dengan teknik modulasi lebar pulsa tergeser sebesar 45⁰ derajat yang diimplementasikan dengan bantuan mikrokontroler tipe 89S52 sebagai pembangkit gelombang kotak tergesernya. Dari gelombang kotak ini kemudian dibuat gelombang segitiga dengan menambahkan rangkaian integrator, gelombang ini

disebut sebagai gelombang pembawa yang kemudian dibandingkan dengan nilai dc untuk mendapatkan sinyal modulasi untuk menggerakkan saklar daya.

II. Dasar Teori

2.1 Penyearah Tegangan

Suatu sistem penyearah tegangan tipe gelombang penuh diterapkan untuk mendapatkan nilai tegangan DC konstan dan untuk mengurangi riak tegangan keluaran digunakan tapis kapasitor, maka teknik ini dapat dikatakan sebagai penyedia tegangan searah untuk sistem yang berikutnya



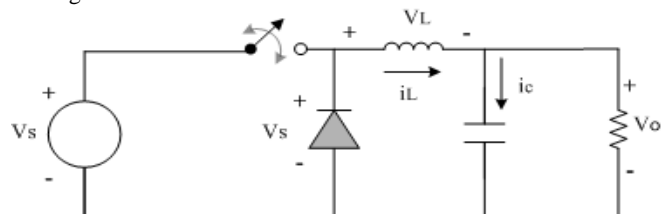
Gambar 1. Konversi tegangan AC ke DC

2.2 Chopper Step Down

Salah satu aplikasi konverter diperlukan untuk mengubah sumber tegangan dc tetap menjadi sumber dc yg bersifat variabel. DC *chopper* mengubah secara langsung dari dc ke dc dan biasanya hal ini disebut konverter dc-dc. Tegangan keluaran penyearah sebesar :

$$V_{dc} = 2 \frac{\sqrt{2}V_m}{\Pi} \quad (1)$$

Maka chopper yang digunakan adalah tipe step down, seperti gambar 2.



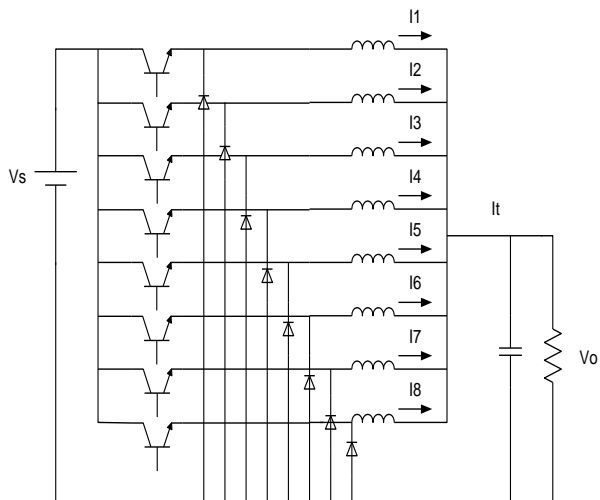
Gambar 2. Konverter buck (chopper)

Besarnya tegangan keluaran *chopper step down* sebagai fungsi suatu *duty cycle* adalah

$$V_o = D V_{dc} \quad (2)$$

Dimana $V_s = V_{dc}$

Sistem *chopper* diatas dikembangkan dengan sistem delapan fasa seperti pada gambar 3.



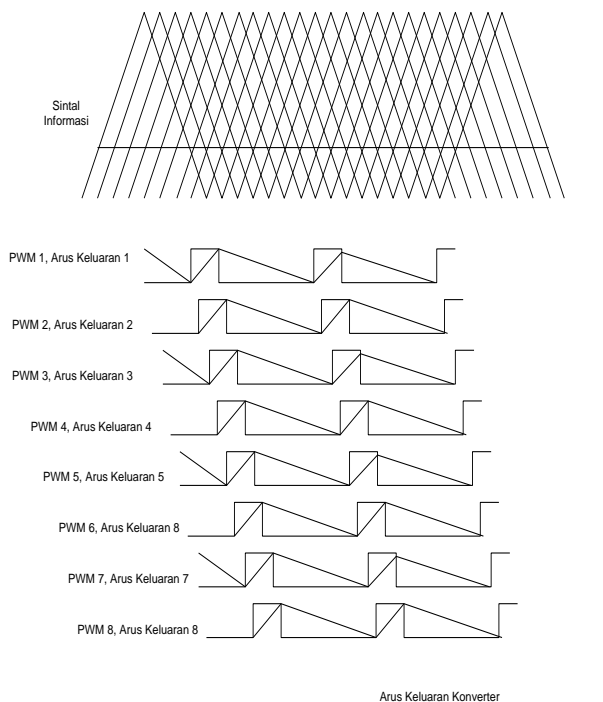
Gambar 3. Chopper delapan fasa

Dari rangkaian daya tersebut dapat diturunkan persamaan arus keluaran sebagai berikut :

$$I_t = I_1 + I_2 + I_3 + I_4 + I_5 + I_6 + I_7 + I_8 \quad (3)$$

Dari persamaan (3), diatas terlihat bahwa chopper diatas memiliki daya delapan kali *chopper* yang konvensional (satu fasa), dimana masing-masing saklar akan menanggung daya yang relatif kecil, berikut ini adalah strategi kendali dengan menggunakan modulasi lebar pulsa tergeser dan proses perbaikan sistem yang terjadi pada sistem chopper delapan fasa

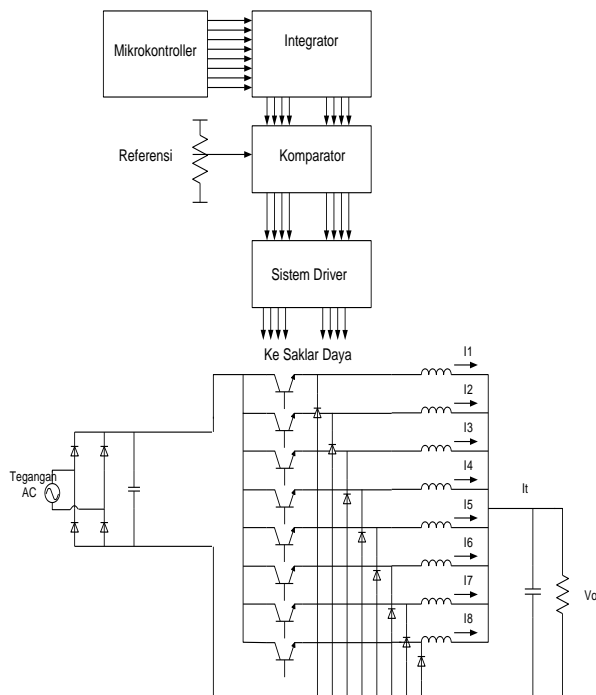
Sinyal Pembawa 8 Fasa



Gambar 4. Strategi kendali chopper delapan fasa

III. Implementasi Sistem

Berikut ini adalah diagram blok sistem kendali *chopper* delapan fasa



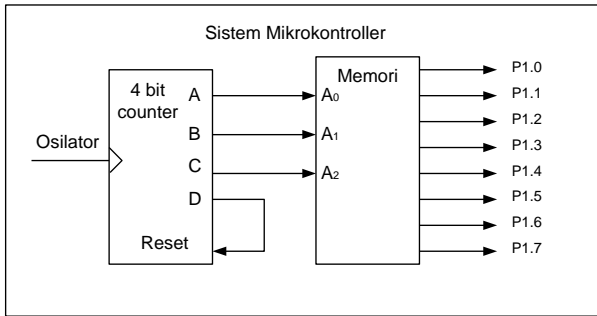
Gambar 5. Blok diagram kendali chopper delapan fasa

Suatu sistem mikrokontroler tipe AT89S52 digunakan untuk membangkitkan gelombang kotak tergeser sebesar 45° secara *look up table* dengan pengalaman memori yang tersedia secara terintegrasi, berikut ini adalah data pergeseran yang terprogram

Tabel. 1. Data memori

Counter	A	B	C	D	E	F	G	H
0000	1	0	0	0	0	1	1	1
0001	1	1	0	0	0	0	1	1
0010	1	1	1	0	0	0	0	1
0011	1	1	1	1	0	0	0	0
0100	0	1	1	1	1	0	0	0
0101	0	0	1	1	1	1	0	0
0110	0	0	0	1	1	1	1	0
0111	0	0	0	0	1	1	1	1
Berulang								

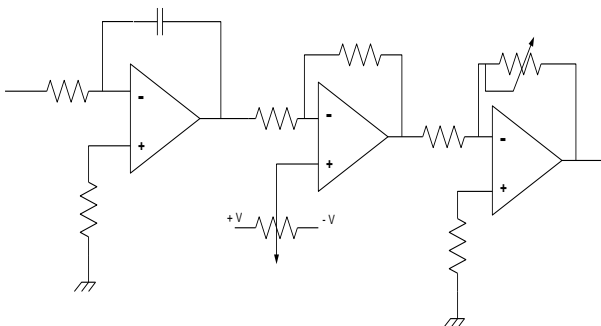
Sehingga secara arsitektur komputer diturunkan dalam diagram blok seperti pada gambar 6, dimana sistem *conter* yang dipakai cukup empat bit dan pada data yang yang digunakan juga sederhana, dimana isi memori ditabelkan dengan alamat yang dicounter sedangkan datanya adakah sistem tergeser yang dapat dikeluarkan langsung pada *port* mikrokontroler sehingga dapat digunakan secara langsung



Gambar 6. Arsitektur mikrokontroler

Karena modulasi yang dipakai adalah lebar pulsa, maka keluaran dari mikrokontroler perlu diubah ke dalam bentuk segitiga dengan menggunakan sistem integrator. Intragrator yang digunakan dalam implementasi ini adalah dengan menggunakan operasional amplifier yang dikombinasikan dengan rangkaian resistor dan kapasitor.

Untuk menjaga tegangan keluaran berada pada nilai yang diinginkan, maka sistem ini dilengkapi dengan sistem pengatur nilai dc dan sistem penguat, sehingga dapat diimplementasikan sebagai berikut



Gambar 7. Sistem pembentuk gelombang segitiga

Prinsip modulasi lebar pulsa adalah membandingkan besaran amplitudo gelombang segitiga dengan gelombang dc yang dikenal dengan indek modulasi, sedangkan indek modulasi ini juga berhubungan dengan nilai *duty cycle* pada persamaan (2). Jika yang diinginkan keluaran sebesar 12 volt, dengan tegangan masukan dc sebesar 200 Volt, maka akan didapatkan nilai *duty cycle* sebesar :

$$200 \text{ Volt} = D \cdot 12 \text{ Volt}$$

$$D = \frac{12 \text{ Volt}}{200 \text{ Volt}} = 0.06$$

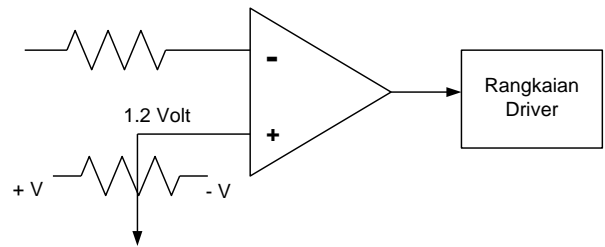
Jika nilai gelombang segitiga berada pada besaran 20 Volt *peak to peak*, maka nilai referensi yang harus diseting adalah sebesar

$$\text{Nilai referensi} = 20 \times 0.06 = 1.2$$

Sehingga besaran dc yang di setting sebesar :

$$\text{Nilai DC} = -10 \text{ Volt} + 1.2 \text{ Volt} = -8.8 \text{ Volt}$$

Dari besaran dc yang telah di seting dimasukkan ke sistem komparator sebagai berikut :



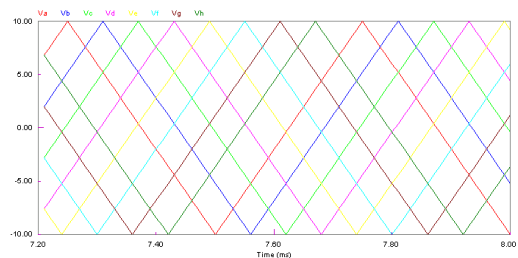
Gambar 8. Sistem komparator dan driver

III. Pengujian

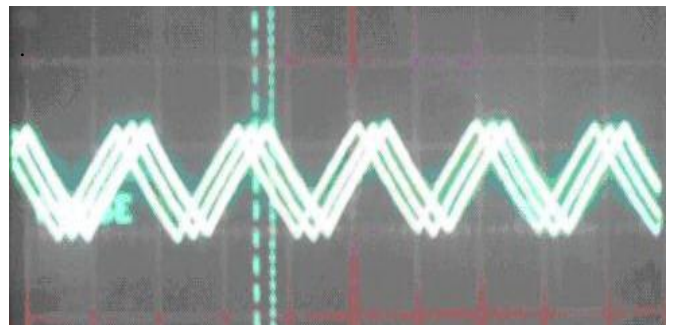
Berikut ini adalah parameter yang digunakan dalam implementasi :

- Tegangan masukan : 220 Volt AC
- Induktansi tapis : 3 mH
- Kapasitansi tapis : 100uF
- Frekuensi pensaklarans : 2 KHz
- Beban resistif : 0.5 Ohm

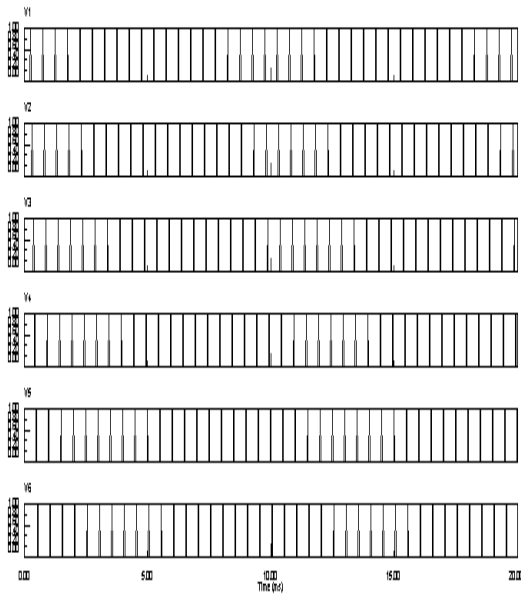
Berikut ini adalah hasil simulasi komputasi menggunakan *software power simulator* dibandingkan dengan hasil pengujian yang dilakukan skala laboratorium.



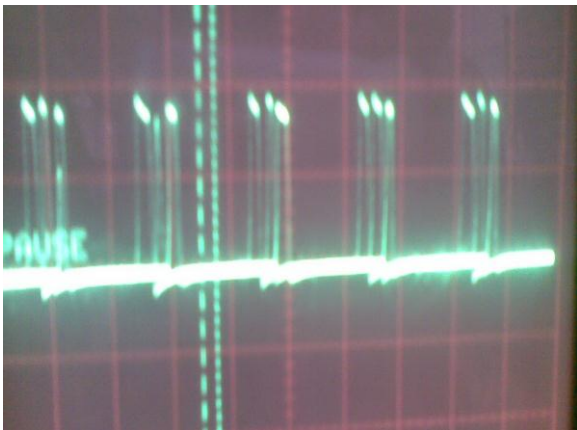
Gambar 9. Gelombang pembawa simulasi



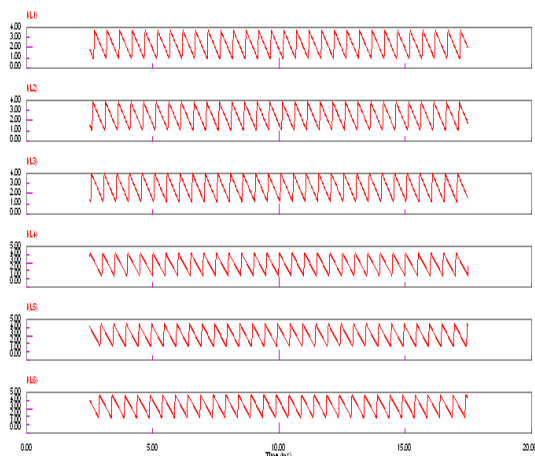
Gambar 10. Gelombang pembawa realisasi



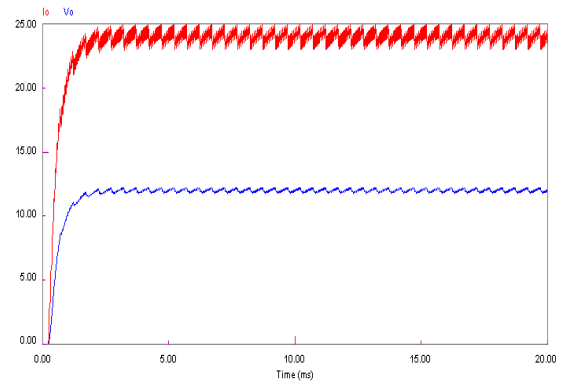
Gambar 11. PWM simulasi



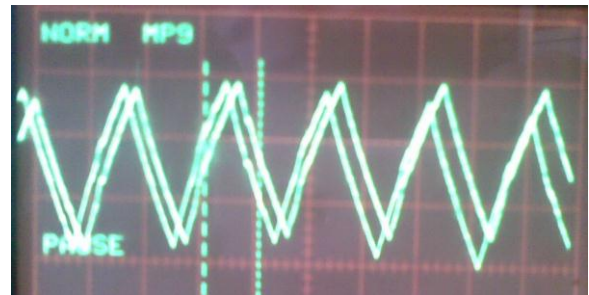
Gambar 12. PWM realisasi



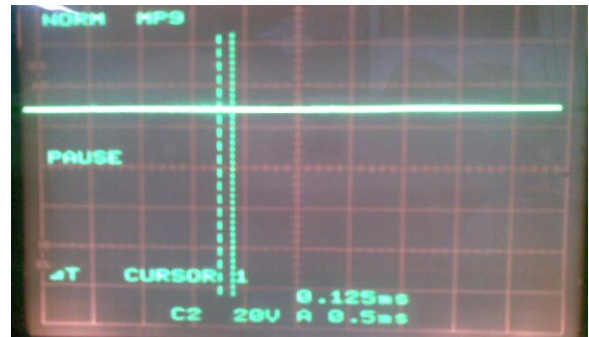
Gambar 13. Gelombang arus fasa simulasi



Gambar 14. Tegangan dan arus keluaran simulasi



Gambar 15. Arus fasa realisasi



Gambar 15. Tegangan keluaran realisasi

Sistem yang didesain untuk mendapatkan tegangan rendah tetapi memiliki arus besar dengan menggunakan teknik *chopper* delapan fasa, dilakukan dengan menggunakan gelombang pembawa yang tergeser sebesar 45° , suatu langkah komparasi dilakukan dengan simulasi komputasi dengan menggunakan *software power simulator*, seperti pada gambar 9 dan 10, kemudian sinyal pembawa ini dibandingkan dengan tegangan dc sebesar -8.8 volt untuk mendapatkan sinyal kendali atau PWM untuk menghasilkan keluaran sebesar 12 volt, seperti pada gambar 11 dan 12.

Arus fasa yang dihasilkan berada pada kondisi kontinyu, dan jika beban diperbesar maka arus akan berada pada kondisi diskontinyu. Sehingga arus keluaran merupakan jumlah dari arus masing-masing fasa, sehingga dengan demikian arus keluaran dapat diperbesar dengan teknik ini.

IV. Kesimpulan

Dari hasil simulasi dan implementasi di laboratorium sistem chopper delapan fasa dapat digunakan untuk menghasilkan tegangan keluaran kecil dengan arus yang besar. Arus keluaran chopper merupakan penjumlahan pada arus setiap fasa, dengan demikian teknik yang digunakan ini akan meningkat delapan kali dari pada chopper fasa tunggal.

Untuk mendapatkan kinerja yang lebih baik sistem ini sebaiknya dilengkapi dengan sistem peregulasi tegangan terkendali.

Daftar Pustaka

- [1] Riyadi, **Tesis Magister, : Chopper Tiga Fasa**
- [2] DR. Ir. Ign Slamet Riyadi, "**Kualitas Daya Sistem Tenaga Listrik**" Fakultas Teknologi Industri Unika Soegijapranata Semarang.
- [2] DR. Ir. Ign Slamet Riyadi, "**Perbaikan Kualitas Daya Industri I**" Fakultas Teknologi Industri Unika Soegijapranata Semarang.
- [3] R. Steele, "**Delta Modulation Systems**", Pentech Press, London, England, 1975.
- [4] Malvino, 2003. "**Prinsip-prinsip Elektronika Buku Satu dan Dua**". Jakarta: Salemba Teknik.
- [5] Rashid, Moh. 1999. "**Power Electronics Second Edition**" Erlangga. Jakarta
- [6] Malvino, Albert Paul. 1996. Prinsip-prinsip Elektronika. Erlangga. Jakarta.