

# RANCANG BANGUN PENYEARAH AC TO DC RESONANSI SERI DENGAN ISOLASI TERHADAP FREKUENSI TINGGI

Renny Rakhmawati, ST, MT

Jurusan Teknik Elektro Industri PENS-ITS  
Kampus ITS Sukolilo Surabaya  
Phone 031-5947280 eks 2114  
Email : renny@eepis-its.edu

## Abstrak

*Dalam paper ini dibuat AC to DC converter resonansi seri dengan isolasi frekuensi tinggi yang baru. Cara yang digunakan adalah pendekatan AC controller yang dikontrol PWM, tank resonansi seri, dan transformator isolasi frekuensi tinggi. Dengan pendekatan tersebut input tegangan AC satu fasa diproses langsung melalui AC to AC converter sehingga tanpa lewat tahap penyearahan AC to DC seperti pada system konvensional. Output dari trafo frekuensi tinggi disearahkan dan diproses melalui tahap filter untuk mendapatkan output DC. Dengan penambahan dari filter input, arus input dapat mendekati bentuk sinusoidal pada satuan power factor. Hasil yang didapatkan adalah tegangan output DC yang dapat diregulasi akan tetapi hasil akhir belum sempurna, perbaikan terhadap power factor masih rendah menggunakan penyearah konvensional 0.79 sedangkan setelah dipasang system 0.84 dan peningkatan terhadap nilai Total Harmonic Distortion juga rendah menggunakan penyearah konvensional 58.10 % sedangkan setelah dipasang system 55.01 %. Hal ini disebabkan karena system belum berfungsi secara maksimal.*

*Kata Kunci : Filter input, AC Controller, Buck Regulator*

## PENDAHULUAN

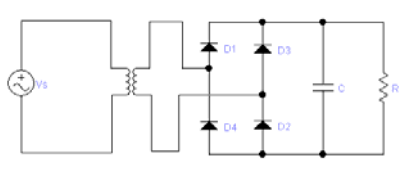
Dengan meningkatnya kebutuhan akan isolasi sumber dan beban untuk operasi yang lebih aman, kerapatan daya yang lebih tinggi dan kebutuhan power factor yang tinggi dalam power supply computer modern, perancang - perancang converter daya harus memilih switching frekuensi tinggi untuk power supply. Kebanyakan dari kebutuhan yang sudah disebutkan diatas telah dipenuhi rectifier switch mode konvensional. Ummnya rectifier switch mode konvensional mempekerjakan penyearah dioda jembatan yang dikombinasi dengan chopper ferkuensi tinggi. Diikuti oleh trafo isolasi frekuensi tinggi dan tahap penyearahan. Kerugian utama dari pendekatan diatas adalah: 1) cara konvensional membutuhkan komponen filter ac yang cukup tinggi. 2) cara konvensional membutuhkan dua tahap penyearahan dan pemfilteran dc pada front – end rectifier dan input rectifier. 3) cara konvensional menampilkan kekurangan dari sistem keseluruhan baik power factor input atau total harmonik distorsi ( THD masih tinggi dan power factor rendah ). 4) selain itu kerugian dengan pendekatan ini adalah komponen penyimpan energi dalam front – end rectifier output menjadi sangat besar sekali ukurannya pada level daya yang lebih tinggi sehingga dapat meningkatkan biaya dan

penurunan efisiensi. 5) pada pendekatan konvensional agar diperoleh arus input mendekati sinusoidal disisipkan boost converter antara diode rectifier dengan ac to dc converter, sedang pada paper ini tidak. Sehingga pendekatan ini meliputi penambahan tahap boost pemrosesan daya juga komponen – komponen yang kompleks perhitungan dan rugi – ruginya . Konsep dari penyearahan langsung frekuensi tinggi telah diperkenalkan dalam tegangan ac tiga fasa. Pendekatan ini mempunyai kerugian dari peningkatan peralatan semikonduktor dan tidak sesuai untuk kebanyakan aplikasi peralatan supply komputer yang terutama diberikan dari besaran ac single phase. Pada paper ini dicobakan dihubungkan langsung perbaikan ac to dc dengan trafo isolasi frekuensi tinggi, penyearah dioda secara konvensional, tahap koreksi boost power factor dan dc to dc converter frekuensi tinggi. Semua diintegrasikan kedalam satu tahap ac to ac converter frekuensi tinggi. Hal tersebut diatas diusulkan untuk melakukan pendekatan, karena itu sangat berperan untuk penghitungan pengurangan komponen dan jumlah peralatan semikonduktor di dalam aliran power.

**DASAR TEORI**

**AC To DC Converter**

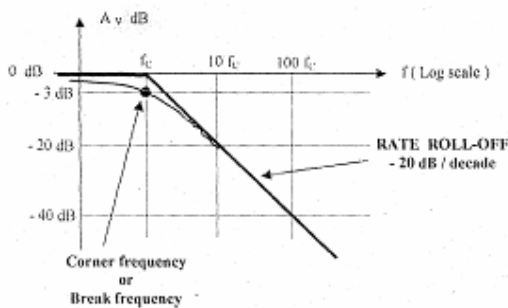
Diode – diode semikonduktor banyak ditemukan dalam berbagai aplikasi bidang rekayasa elektronika. Diode secara luas juga digunakan dalam aplikasi rangkaian elektronika untuk mengkonversi daya elektrik. Beberapa rangkaian diode yang sering digunakan dalam rangkaian elektronika daya untuk pemrosesan daya antara lain adalah rangkaian penyearah setengah gelombang satu fasa, penyearah penuh gelombang satu fasa, juga pada tiga fasa, dan banyak aplikasi lainnya. Secara umum diode digunakan untuk mengkonversi sinyal ac ke dc, pengubah atau konverter sinyal ac ke dc dikenal dengan istilah *Rectifier* atau penyearah. Bentuk penyearah konvensional dapat dilihat pada Gambar 1 :



Gambar 1 Rangkaian rectifier jembatan yang sederhana

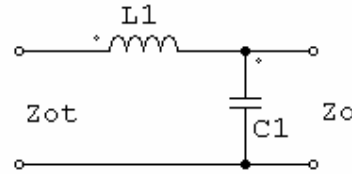
**Filter Input**

Sebuah filter merupakan rangkaian yang melewatkan sinyal dari satu range frekuensi tertentu tetapi menghadang sinyal pada frekuensi lainnya. Rangkaian filter sangat penting khususnya dalam sistem komunikasi. Filter digunakan untuk menyeleksi sinyal pada range frekuensi yang diinginkan saja. Kali ini yang akan dibahas adalah filter type “L”. Bentuk kurva dan fliter dapat dilihat pada Gambar 2 dan Gambar 3.



Gambar 2. bentuk kurva pada LPF

Filter ini melewatkan sinyal dengan frekuensi mulai dari nol sampai frekuensi cut off ( $f_{cl}$ ). Low pass filter yang sederhana adalah tipe L disini didefinisikan Bentuk low pass filter type L :



Gambar.3 Low Pass Fiter

Karena  $Z_{1/2}$  dan  $Z_{22}$  masing – masing menunjukkan impedansi seri dan paralel, kita menerapkan low pass filter dengan rangkaian seperti pada gambar diatas. Jika fekuensi cut off dan impedansi nominal R diketahui, elemen – elemen dari low pass filter dapat dihitung dengan persamaan :

$$L_1 = \frac{R}{\omega_c} = \frac{R}{2\pi f_{cl}}$$

$$C_1 = \frac{1}{R\omega_c} = \frac{1}{2\pi R f_{cl}}$$

Sebaliknya jika elemen – elemen rangkaian diketahui, frekuensi cut off dan impedansi nominal R dapat dihitung dengan pernyataan berikut :

$$L_1 \cdot C_1 = \frac{R}{2\pi f_{cl}} \cdot \frac{1}{R 2\pi f_{cl}}$$

$$= \frac{1}{(2\pi f_{cl})^2}$$

$$f_{cl} = \frac{1}{2\pi \sqrt{L_1 C_1}}$$

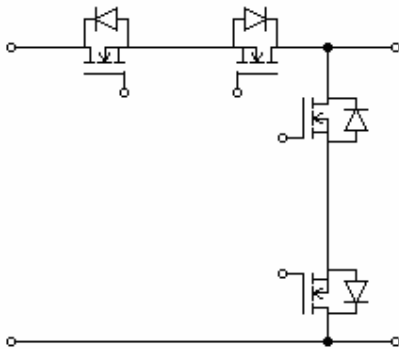
**Buck Regulator**

Pada regulator buck, tegangan keluaran rata – rata  $V_a$ , lebih kecil dibandingkan tegangan masukan  $V_s$ . Diagram rangkaian regulator buck dengan menggunakan BJT dapat dilihat pada gambar. Cara kerja rangkaian dapat dibagi menjadi dua mode. Mode 1 dimulai pada saat transistor Q1 di – onkan pada  $t = 0$ . Arus masukkan, yang meningkat, mengalir melalui filter induktor L, filter kapasitor C, dan beban resistor R. Mode 2 dimulai pada saat transistor Q2 di off –kan pada  $t = t_1$ . Diode freewheeling  $D_m$  terhubung karena energi yang tersimpan pada induktor da arus induktor tetap mengalir melalui L, C, dan diode  $D_m$ . Arus induktor turun sampai Q1 di – on-kan kembali pada siklus berikutnya. Rangkaian ekuivalen untuk kerja mode – mode ditunjukkan pada gambar. Bentuk gelombang untuk arus dan tegangan dapat dilihat pada gambar untuk arus yang tetap mengalir pada induktor L. Bergantung pada frekuensi pensaklaran, induktansi

filter, dan kapasitansi, arus induktor dapat menjadi tidak kontinyu.

**Ac Controller**

AC Controller merupakan rangkaian switching mosfet yang digunakan untuk mencacah gelombang input yaitu tegangan jala – jala. Di dalam AC Controller terdapat kombinasi mosfet, dalam pembuatan AC Controller tiap satu mosfet pada gambar akan dipararel menjadi dua, hal ini disebabkan karena mutu dari mosfet tidak sesuai dengan yang diharapkan. Konfigurasi yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 4 :

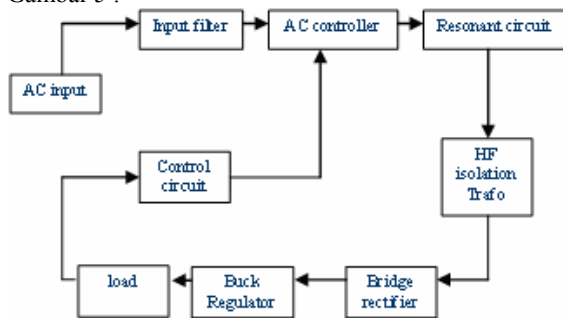


Gambar 4. Rangkaian mosfet untuk AC controller

**PERANCANGAN SISTEM**

**Blok Diagram Sistem**

Blok Diagram ac to dc converter ditunjukkan pada Gambar 5 :



Gambar 5 Blok diagram ac to dc converter

Dari blok diagram di atas dapat kita lihat gambaran secara umum dari rangkaian AC to DC converter resonansi seri dengan isolasi terhadap frekuensi tinggi. Dalam system ini terdapat komponen – komponen yang digunakan pada system yaitu filter pasif, ac controller, resonant circuit, high frequency transformer, dan buck regulator. Pada system tegangan input ac difilter oleh filter pasif LC, setelah difilter tegangan

diproses oleh ac controller yang berupa kombinasi dari dua pasang mosfet yang di switch secara bergantian hal ini digunakan untuk mencacah gelombang sinus, setelah itu dimasukkan rangkaian resonansi untuk mengembalikan gelombang hasil cacahan menjadi sinus biasa kembali, lalu tegangan dimasukkan HF trafo, lalu disearahkan dan diproses dengan buck regulator untuk mendapatkan tegangan DC yang teregulasi.

**PENGUJIAN DAN ANALISIS**

**Pengujian Rangkaian Filter Pasif**

Rangkaian low pass filter ini digunakan untuk menjaga agar tegangan jala - jala yang mengalir tetap pada frekuensi 50 Hz sehingga tidak terganggu oleh proses switching mosfet yang beroperasi pada frekuensi 10 KHz. Berikut adalah hasil tabel yang didapat saat pengujian filter :

Tabel 1. Pengukuran Rangkaian Filter

Vinput (Volt)	Frekuensi (Hz)	Voutput(Vr)	I out (V/R)
1	5	1	1
1	6	1	1
1	10	1	1
1	20	1	1
1	40	0.3	0.3
1	50	0.2	0.2
1	80	0.2	0.2
1	100	0	0

parameter yang dipakai : Vin = 1 volt (dijaga konstan)

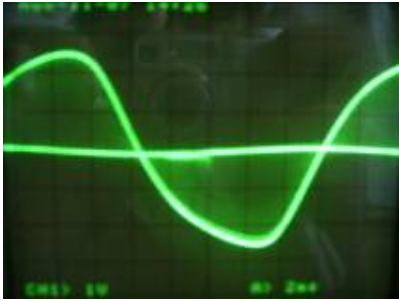
Dengan melihat hasil tabel diatas dapat dihasilkan kurva karakteristik dari low pass filter, hasilnya jika frekuensi masih sesuai dengan rancangan perhitungan maka akan dilewatkan dan jika frekuensi semakin besar atau melebihi dari perhitungan maka frekuensi tersebut akan di stop atau dihentikan melewati system. Bentuk gelombang output pada rancangan filter dapat dilihat pada Gambar 3.1 :



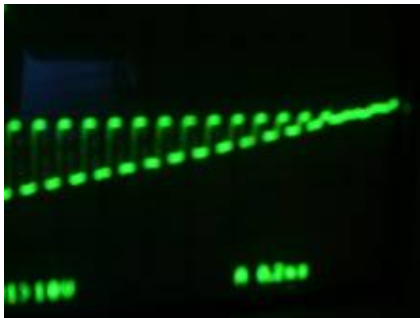
Gambar 6 Output Rancangan Filter

**Pengujian Rangkaian AC Controller**

Rangkaian ac controller menyebabkan gelombang sinus akan dicacah sebesar pengaturan frekuensi pada kontrol pwm. Bentuk output dari rancangan ac controller dapat dilihat pada Gambar 3.2 dan 3.3 :



Gambar 7 Output dari rangkaian ac controller



Gambar 8 Bentuk Switching dari rangkaian ac controller

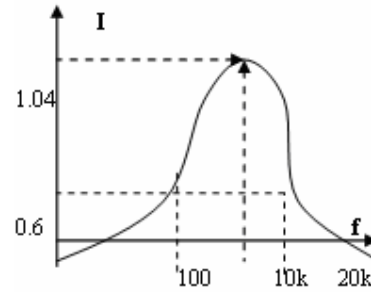
**Pengujian Rangkaian Resonansi Seri**

Rangkaian ini digunakan untuk mengembalikan hasil sinyal gelombang sinus yang dicacah menjadi sinus biasa seperti saat input tegangan AC. Berikut adalah hasil tabel yang didapat saat pengujian resonansi seri : parameter yang dipakai :  $V_{in} = 5$  volt (dijaga konstan)

Tabel 2. Pengukuran Rangkaian Resonansi Seri

$V_{input}$ (Volt)	Frekuensi (Hz)	$V_{output}(V_r)$	$I_{out}$ (V/R)
5	30	3.3	0.6
5	40	3.8	0.76
5	60	3.8	0.76
5	80	4.6	0.92
5	100	4.8	0.96
5	200	5	1
5	400	5	1
5	2000	5.2	1.04
5	6000	5.2	1.04
5	10000	5.3	1.06
5	14000	5	1
5	20000	4.8	0.96
5	60000	3.3	0.6

Dengan melihat hasil tabel diatas dapat digambarkan kurva karakteristik dari resonansi seri yang dapat dilihat pada Gambar 9 :



Gambar 9 Kurva resonansi seri

Bentuk gelombang output hasil rancangan rangkaian resonansi seri dapat dilihat pada Gambar 10:

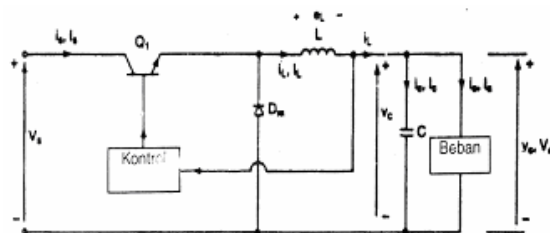


Gambar 10 .Gelombang output resonansi seri

Dari hasil Gambar 3.5 diatas gelombang output masih belum sesuai dengan yang diharapkan yaitu dapat mengembalikan hasil gelombang cacahan dari output mosfet menjadi sinus murni. Hal ini disebabkan karena kurang sempurna dalam pembuatan induktor pada komponen resonansi.

**Pengujian Buck Regulator**

Pada pengujian ini dilakukan dengan cara memberikan supply sebesar 311 Vdc atau  $220\sqrt{2}$  sebagai source dari tegangan yang akan di regulasi. Setelah input PWM diberikan maka duty cycle rangkaian PWM disesuaikan dengan perubahan magnitud output dari Buck Regulator. Bentuk diagram dapat dilihat pada Gambar 11



Gambar 11 Rangkaian Buck Regulator

Bila perubahan dari Duty cycle sebesar 50% dengan tegangan input ac pada buck regilator 50 V maka output penyearah dan kapasitor = 70.7 Volt dc, output

buck regulator = 35.4 volt dc. Saat dipasang pada system keseluruhan, tegangan input ac diberikan sebesar 50 volt maka output dc dari buck regulator sebesar 16.5 volt dengan duty cycle 50 %. Bentuk gelombang output dc dari buck regulator dapat dilihat pada Gambar 12:



Gambar 12 DC output dari Chopper Buck

Tabel 3 Pengujian Pada Buck Regulator Dengan Tegangan AC dipasang pada system.

Duty Cycle	Vin = 20	Vin = 30	Vin = 40	Vin = 50
0 %	0.06	0.06	0.06	0.06
10%	0.47	1.25	3	7.7
20%	0.44	1.4	4.2	9.7
30%	0.38	1.1	6.2	12
40%	0.32	1.5	6.5	15
50%	0.24	1.25	7.2	16.5
60%	0.28	0.8	8.2	18
70%	0.3	1.25	8.5	20
80%	0.32	1.25	8.2	20.5
90%	0.32	1.25	8.2	22
100%	0.35	1.25	8.5	22

Dari tegangan output dc yang dapat dilihat pada Tabel 7. saat system diberi tegangan input ac 20 sampai 30 Volt terjadi perubahan acak pada output dc buck regulator, hal tersebut disebabkan karena motor masih belum berputar, akan tetapi setelah diberikan tegangan sebesar 40 sampai 50 Volt terjadi perubahan tegangan dan naik secara bertahap sesuai pengaturan duty cycle, hal ini terjadi karena motor sudah dalam kondisi berputar dan tegangan input motor sesuai dengan output buck regulator.

### Hf Transformer

High Frekuensi Transformer berfungsi untuk pemisah tegangan secara induksi hal ini yang berfungsi sebagai isolasi terhadap frekuensi tinggi. perbandingan yang digunakan menggunakan perbandingan 1:1. Bentuk rancangan dari HF Transformer dapat dilihat pada Gambar 13 :



Gambar 13 Bentuk Rancangan HF Taransformer

Dari hasil pembuatan HF Trafo tegangan yang dikeluarkan dari resonansi menghasilkan tegangan output yang kecil, hal ini karena kurang presisi dalam pembuatan lilitan trafo sehingga arus yang lewat pada kumparan trafo tidak sama dan mempengaruhi kinerja trafo itu sendiri. Bentuk tegangan output dari trafo dapat dilihat pada Gambar 14 :



Gambar 14 Bentuk setelah Trafo

Dari Gambar diatas diperoleh hasil bahwa output yang diharapkan masih belum sempurna karena gelombang masih cacat. Hal ini akan mempengaruhi system dan mengakibatkan system kurang mampu meredam harmonisa dengan baik.

### KESIMPULAN

1. Hasil output gelombang dari rangkaian converter menghasilkan tegangan dc dan dapat diregulasi dengan baik mulai dari duty cycle rendah sampai tegangan output yang diinginkan.
2. System hanya mampu dijalankan pada tegangan maksimal 50 volt ac, hal ini disebabkan karena keterbatasan kemampuan dari mosfet yang ada. Kualitas dari mosfet sangat menentukan pada tegangan kerja system.

**Prosiding Seminar Nasional Teknoin 2008**  
**Bidang Teknik Elektro**

**DAFTAR PUSTAKA**

- [1] Muhammad H Rasyid, *Power Electronics*, PT Prenhalinndo, Jakarta, 1997
- [2] Widodo sulistyono, prasad enjeti, *AC to DC Rectifier*, IEEE Power Electronics, 1995
- [3] walter Schmidt, *chopper, design buck regulator*
- [4] [www.walter-schmidt.com/calculation](http://www.walter-schmidt.com/calculation)
- [5] Nila riswawati, *ac to dc conveter*, proyek akhir PENS-ITS 2005