

PENGGUNAAN FILTER KAPASITIF PADA RECTIFIER SATU PHASA DAN TIGA PHASA MENGGUNAKAN POWER SIMULATOR (PSIM)

Atmam

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Lancang Kuning
Jl. Yos Sudarso km. 8 Rumbai, Pekanbaru, Telp. (0761) 52324
Email: atmam@unilak.ac.id

ABSTRAK

Catu daya dengan tegangan arus searah ini dihasilkan dari *pengubahan* tegangan AC (*Alternating Current*) menjadi tegangan DC (*Direct Current*) yang biasa disebut dengan penyearah atau *rectifier*. Tegangan *output* awal dari sebuah *rectifier* belum merupakan tegangan DC murni dengan bentuk gelombang berupa garis lurus melainkan memiliki riak atau *ripple* yang akan berpengaruh terhadap peralatan elektronika serta dapat menimbulkan kerusakan pada peralatan elektronika tersebut. Tegangan *output rectifier* yang memiliki riak atau *ripple* perlu direduksi agar tidak mengganggu kerja peralatan elektronika yang tersambung dengan sumber tegangan DC tersebut. Salah satu cara yang dapat dilakukan adalah dengan memberikan filter diantaranya adalah filter kapasitif berupa pemasangan kapasitor pada sisi *output* dari *rectifier* satu phasa maupun *rectifier* tiga phasa. Dari Hasil penelitian ini diperoleh tegangan *ripple* untuk pemasangan filter kapasitif *rectifier* satu phasa dan tiga phasa sebesar $100\mu\text{F}/25\text{V}$ maka terlihat bahwa tegangan *ripple rectifier* tiga phasa lebih kecil yaitu $0,6241 V_{pp}$ dibandingkan dengan tegangan *ripple rectifier* satu phasa sebesar $3,0843 V_{pp}$. Tegangan *ripple rectifier* satu phasa dengan filter kapasitif sebesar $1000\mu\text{F}/25\text{V}$ adalah $0,3123 V_{pp}$ dan tegangan *ripple rectifier* tiga phasa filter kapasitif sebesar $1000\mu\text{F}/25\text{V}$ adalah $0,0701 V_{pp}$ sehingga tegangan *ripple rectifier* tiga phasa lebih kecil bila dibandingkan dengan tegangan *ripple rectifier* satu phasa.

Kata Kunci: *Rectifier, ripple, kapasitor*

ABSTRACT

Power supply with direct current voltage is generated from the conversion of AC voltage (*Alternating Current*) to DC voltage (*Direct Current*) commonly called a *rectifier* or *rectifier*. The initial output voltage of a *rectifier* is not a pure DC voltage with a straight line form of wave but has a ripple or ripple that will affect the electronic equipment and can cause damage to the electronic equipment. The output voltage of the *rectifier* having the ripple or ripple needs to be reduced so as not to interfere with the work of the electronic equipment connected to the DC voltage source. One way that can be done is to provide filters such as capacitive filters in the form of capacitor mounting on the output side of the single phase *rectifier* or three phase *rectifier*. From the result of this research, we get ripple voltage for the installation of single phase and three phase *rectifier* capacitive filter of $100\mu\text{F} / 25\text{V}$ it is seen that the voltage of three phase *ripple rectifier* is smaller that is $0,6241 V_{pp}$ compared to single phase *ripple rectifier* voltage of $3,0843 V_{pp}$. Ripple voltage Single phase *ripple rectifier* with $1000\mu\text{F} / 25\text{V}$ capacitive filter is $0.3123 V_{pp}$ and voltage ripple three phase *rectifier* of $1000\mu\text{F} / 25\text{V}$ is $0.0701 V_{pp}$ so that the ripple voltage three phase *rectifier* is smaller when compared to a single phase *rectifier*.

Keywords: *Rectifier, ripple, capacitor*

1. PENDAHULUAN

Saat ini perkembangan peralatan elektronik cukup pesat, baik untuk kebutuhan rumah tangga, perkantoran maupun industri. Umumnya peralatan ini membutuhkan catu daya sumber tegangan arus searah sebagai suplai peralatan elektronika tersebut dengan kualitas yang baik. Catu daya dengan tegangan arus

searah ini dihasilkan dari *pengubahan* tegangan AC (*Alternating Current*) menjadi tegangan DC (*Direct Current*) yang biasa disebut dengan penyearah atau *rectifier*.

Rectifier atau penyearah apabila dilihat dari sumber tegangan *input* yang diberikan maka *rectifier* secara umum dapat dibagi menjadi dua yaitu *rectifier* satu phasa dan *rectifier* tiga phasa. Kinerja dari

sebuah penyearah dapat dinyatakan dalam parameter-parameter unjuk kerja. Salah satu parameter dari *rectifier* itu adalah tegangan *output*-nya. Tegangan *output* awal dari sebuah *rectifier* belumlah merupakan tegangan DC murni dimana secara bentuk gelombang berupa garis lurus melainkan memiliki riak atau *ripple* yang akan berpengaruh terhadap peralatan elektronika serta dapat menimbulkan kerusakan pada peralatan elektronika tersebut.

Tegangan *output rectifier* yang memiliki riak atau *ripple* perlu direduksi agar tidak mengganggu kerja peralatan elektronika yang tersambung dengan sumber tegangan DC tersebut. Salah satu cara yang dapat dilakukan adalah dengan memberikan filter yang diantaranya adalah filter kapasitif berupa pemasangan kapasitor pada sisi *output* dari *rectifier* satu fasa maupun *rectifier* tiga fasa.

Dari uraian di atas, maka untuk melihat tegangan *output* berupa tegangan DC yang dihasilkan oleh *rectifier* satu fasa dan tiga fasa dengan pemasangan filter kapasitif berupa kapasitor pada sisi *output* maka perlu dilakukan penelitian. Pada penelitian ini, dilakukan pemasangan kapasitor sebagai filter kapasitif dengan besaran kapasitor yang berubah untuk tiap-tiap *rectifier* baik untuk *rectifier* satu fasa maupun tiga fasa dengan nilai tegangan *output* dari *rectifier* adalah sama dan menggunakan *Power Simulator* (PSIM).

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Metode pengumpulan data

Metode yang digunakan pada proses pengumpulan data yaitu metode *eksperiment* dari objek penyearah atau *rectifier* satu fasa dan tiga fasa dengan memberikan filter kapasitif berupa kapasitor.

2. Metode Pengolahan data

Metoda pengolahan data adalah dari pengumpulan data melalui percobaan dan pengukuran penyearah atau *rectifier* tanpa filter dan dengan memberi filter kapasitor berupa kapasitor dengan beban resistif secara simulasi menggunakan *software* PSIM.

3. Analisis data

Dari data yang telah diolah maka selanjutnya dilakukan analisa data untuk mendapat tegangan rata-rata dan rms dari *rectifier* satu fasa dan *rectifier* tiga fasa serta mendapatkan tegangan *ripple* dari *rectifier* satu fasa dan *rectifier* tiga fasa setelah dipasang filter kapasitif.

Tegangan yang dihasilkan oleh sebuah penyearah gelombang penuh masih berbentuk pulsa,

searah, dengan nilai sesaat yang berbeda, selalu positif, dan mengandung nilai nol [1]. Hal tersebut menurut [2] disebabkan bahwa masih ada riak gelombang yang dihasilkan oleh filter. Salah satu komponen utama catu daya DC adalah filter, yang terdiri dari induktor dan kapasitor, yang berfungsi memperlancar arus riak sehingga bisa diperoleh sinyal DC murni yang stabil. Pada kisaran tertentu, semakin besar nilai kapasitansi, semakin kecil faktor riak dan sinyal *output* lebih stabil.

Anto [3] telah melakukan penelitian dengan menampilkan analisis faktor riak tegangan keluaran berbagai penyearah banyak-pulsa susunan paralel yang tidak dilengkapi dengan filter perata tegangan. Bentuk tegangan keluaran berbagai penyearah banyak-pulsa susunan paralel dibangkitkan menggunakan perangkat MATLAB, kemudian dengan menggunakan teknik pengolahan sinyal diskrit, faktor riak tegangan keluaran berbagai penyearah banyak-pulsa susunan paralel dihitung dan hasilnya ditampilkan dalam bentuk tabel. Analisis dilakukan dengan menganggap konverter ac-dc pada kondisi ideal mencatu beban resistif.

Kurniati A [4] telah melakukan penelitian ini untuk mengetahui kinerja penyearah terkendali satu fasa dengan melakukan perbandingan penggunaan filter pasif dan filter aktif yang dibebani tahanan (resistor) sebesar 20 Ohm. Nilai Total Distorsi Harmonik (THD) dan faktor kerja (PF) yang menunjukkan kinerja penyearah diukur secara langsung di dalam simulasi rangkaian dengan menggunakan PSPICE versi 7.1 dan menunjukkan bahwa dari hasil analisis dari kedua filter tersebut menunjukkan bahwa kinerja filter aktif lebih baik dibanding dengan filter pasif.

Sujito [5] juga melakukan penelitian untuk mengetahui watak arus dan tegangan harmonik, menganalisa THD tegangan dan arus, dan menentukan parameter tapis pasif pelewat rendah yang digunakan untuk mengurangi arus dan tegangan harmonik pada *rectifier*. Hasil penelitian memperlihatkan bahwa pada kondisi tegangan keluaran berubah tanpa beban, tegangan harmonik tertinggi pada orde ke-3 sedangkan arus harmonik tertinggi pada orde ke-5.

Penggunaan aplikasi komputer untuk mensimulasikan rangkaian elektronika telah banyak dilakukan, salah satunya adalah *Power Simulator* (PSIM) yang dikembangkan oleh perusahaan *Power Sim Inc* [6]. PSIM merupakan Perangkat lunak yang dapat digunakan untuk mensimulasikan rangkaian *power electrical*, juga bisa digunakan untuk mengetahui dan mempelajari sistem kerja dari rangkaian yang dirancang [7]. Untuk mensimulasikan rangkaian penyearah dapat menggunakan perangkat lunak *Power electronic simulator* (PSIM®) dengan memasukkan parameter-parameter dari rangkaian [8].

Penyearah atau Rectifier

Penyearah atau *rectifier* adalah suatu rangkaian elektronika daya yang dapat mengubah sumber tegangan bolak-balik (AC) menjadi sumber tegangan searah (DC) yang tetap. Sumber tegangan AC yang digunakan dapat berupa sumber AC satu fasa maupun tiga fasa.

1. Penyearah satu fasa

Penyearah atau *rectifier* satu fasa dari terdiri dari penyearah setengah gelombang dan penyearah gelombang penuh.

a) Penyearah setengah gelombang satu fasa

Penyearah setengah gelombang satu fasa merupakan jenis yang sederhana tetapi tidak biasa digunakan pada aplikasi industri. Namun demikian, penyearah ini berguna untuk memahami prinsip dari operasi penyearah. Bentuk diagram atau rangkaian penyearah setengah gelombang satu fasa seperti pada gambar 1 [9].

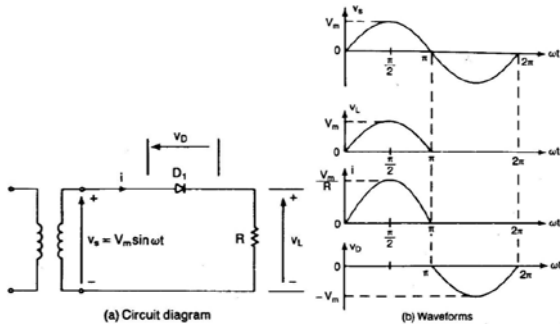
Tegangan keluaran V_{dc} rata-rata dari penyearah setengah gelombang satu fasa pada Gambar 1. ditulis dengan persamaan [10]:

$$V_o = V_{dc-ave} = \frac{1}{2\pi} \int_0^T V_m \sin(\omega t) d(\omega t) = \frac{V_m}{\pi} \quad (1)$$

Keterangan:

$V_o = V_{dc-ave}$ = tegangan DC rata-rata

V_m = tegangan maksimum



Gambar 1. Penyearah setengah gelombang satu fasa

Nilai arus dari Gambar 1 adalah [10] :

$$I_o = \frac{V_o}{R} = \frac{V_m}{\pi \times R} \quad (2)$$

Keterangan:

I_o = arus DC rata-rata

R = tahanan

V_m = tegangan maksimum

Tegangan dan arus keluaran rms dari *rectifier* setengah gelombang satu fasa ditulis dengan menggunakan persamaan [10] :

$$V_{rms} = \sqrt{\frac{1}{2\pi} \int_0^T [V_m \sin(\omega t)]^2 d(\omega t)} = \frac{V_m}{2} \quad (3)$$

$$I_{rms} = \frac{V_m}{2R}$$

Keterangan:

V_{rms} = tegangan DC efektif atau rms

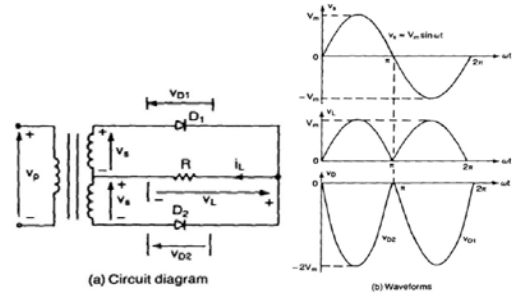
V_m = tegangan maksimum

I_{rms} = arus DC rms

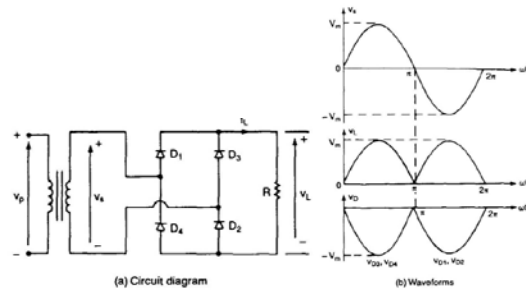
R = tahanan

b) Penyearah gelombang penuh satu fasa

Penyearah gelombang penuh dengan trafo tap dan penyearah sistem jembatan ditunjukkan pada gambar 2 dan 3 [9].



Gambar 2. Penyearah gelombang penuh satu fasa dengan trafo tap



Gambar 3. Penyearah gelombang penuh satu fasa jembatan

Tegangan pada beban resistif untuk penyearah jembatan pada gambar 3 dinyatakan sebagai [10]:

$$v_o(\omega t) = \begin{cases} V_m \sin \omega t & \text{for } 0 \leq \omega t \leq \pi \\ -V_m \sin \omega t & \text{for } \pi \leq \omega t \leq 2\pi \end{cases} \quad (4)$$

Tegangan keluaran V_{dc} dan arus I_{dc} rata-rata dari penyearah gelombang penuh satu fasa adalah sebagai berikut [10]:

$$V_o = \frac{1}{\pi} \int_0^{\pi} V_m \sin(\omega t) d\omega t$$

$$= \frac{2V_m}{\pi} \quad (5)$$

$$I_o = \frac{V_o}{R} = \frac{2V_m}{\pi \times R}$$

Tegangan dan arus keluaran rms dari *rectifier* gelombang penuh satu fasa ditulis dengan menggunakan persamaan [9] :

$$V_{dc-rms} = \left[\frac{2}{T} \int_0^{T/2} (V_m \sin(\omega t))^2 dt \right]^{1/2}$$

$$= \frac{V_m}{\sqrt{2}} = 0,707 \times V_m \quad (6)$$

$$I_{dc-rms} = \frac{V_{rms}}{R} = \frac{0,707 \times V_m}{R}$$

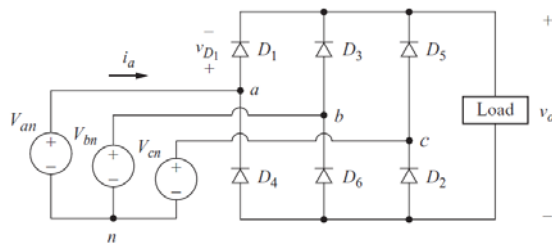
$$V_{dc-rms} = \left[\frac{2}{2\pi/6} \int_0^{\pi/6} 3V_m^2 \cos^2 \omega t d(\omega t) \right]^{1/2}$$

$$= \left(\frac{3}{2} + \frac{9\sqrt{3}}{4\pi} \right)^{1/2} \times V_m = 1,6554 \times V_m \quad (8)$$

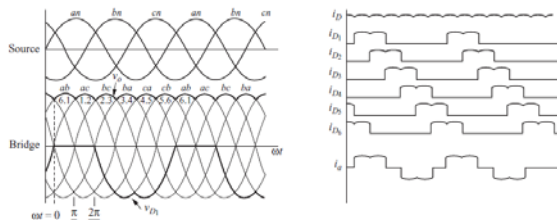
$$I_{dc-rms} = \frac{V_{dc-rms}}{R}$$

2. Penyearah tiga fasa

Penyearah tiga fasa umumnya digunakan di industri untuk menghasilkan tegangan dan arus dc untuk beban besar. Penyearah sistem jembatan tiga fasa ditunjukkan pada Gambar 4 Sumber tegangan tiga fasa seimbang dan memiliki urutan fasa a-b-c. Tegangan sumber dan dioda diasumsikan ideal dalam analisis awal rangkaian [10].



(a)



(b)

(c)

Gambar 4. Rangkaian dan bentuk gelombang (a) Penyearah tiga fasa sistem jembatan (b) Tegangan sumber dan output (c) Arus dengan beban resistif

Persamaan tegangan keluaran rata-rata ditentukan dengan [9] :

$$V_{dc-ave} = \frac{2}{2\pi/6} \int_0^{\pi/6} \sqrt{3} \times V_m \cos \omega t d(\omega t)$$

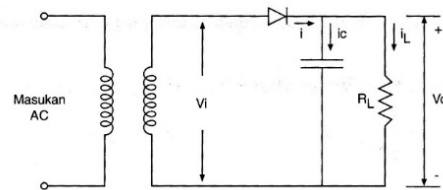
$$= \frac{3\sqrt{3}}{\pi} \times V_m \quad (7)$$

$$= 1,654 \times V_m$$

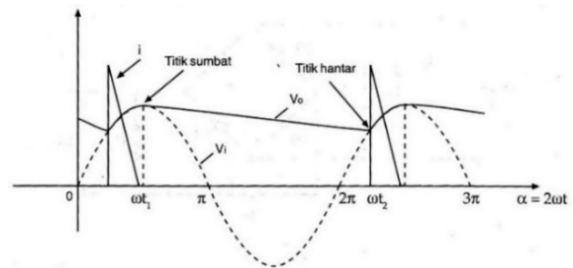
Tegangan keluaran dan arus rms ditulis dengan persamaan [9] :

Filter Kapasitif atau Kapasitansi

Filter atau penapisan kapasitif dilakukan dengan menghubungkan kapasitor pada beban seperti pada gambar 5 Kapasitor memperlama arus yang mengalir ke beban sehingga mengurangi riak pada tegangan. Bentuk gelombang dengan filter kapasitor seperti pada gambar 6 [11].



Gambar 5. Penyearah setengah gelombang dengan tapis kapasitor



Gambar 6. Bentuk gelombang tegangan keluaran dan arus

Persamaan untuk menghitung ripple puncak ke puncak beberapa kapasitor masukan untuk penyearah setengah gelombang sebagai berikut [1]:

$$V_R = \frac{I}{fC} \quad (9)$$

Keterangan:

V_R = Tegangan ripple puncak ke puncak

I = Arus beban dc

f = Frekuensi ripple

C = Kapasitansi

Untuk penyearah gelombang penuh ditulis dengan menggunakan persamaan [1] :

$$V_R = \frac{I}{2fC} \quad (10)$$

Power Simulator (PSIM)

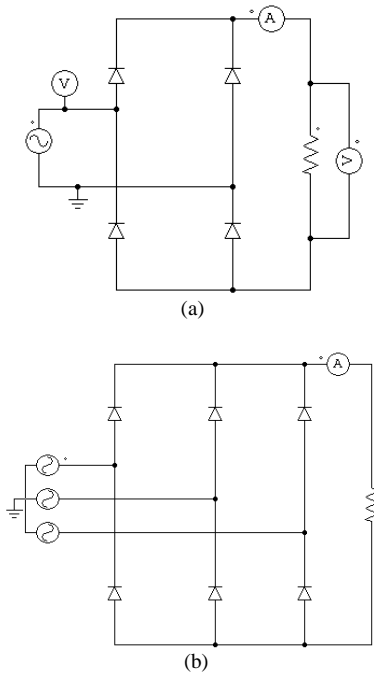
PSIM merupakan salah satu *software* yang berguna untuk mensimulasikan berbagai karakteristik elektronika dan sistem tenaga listrik yang berjalan pada sistem operasi MS Windows XP dan selanjutnya. Untuk menjalankan *software* PSIM, pertama sekali harus dilakukan proses instalasi *software* ini dari master programnya. Untuk proses instalasi hampir sama dengan instalasi *software-software* berbasis MS Windows pada umumnya [6].

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Objek yang digunakan adalah komponen elektronik yang dibutuhkan dalam desain. Adapun parameter komponen dan peralatan yang digunakan dalam pengujian ini adalah:

1. Resistor 1 k Ohm
2. Dioda IN 4007
3. Kapasitor : 100 μ F/25V, 1000 μ F/25V
4. Oscilloscope (Owon VDS3102)
5. Multimeter (Constant 89)
6. Project Board
7. Aplikasi program/perangkat lunak PSIM Version 9.0.2.100.

Pada penelitian ini, pengujian dilakukan dengan menggunakan PSIM Version 9.0.2.100. Rangkaian *rectifier* satu fase dan tiga fase seperti pada gambar 7 yang akan disimulasikan dengan menggunakan aplikasi PSIM Version 9.0.2.100.



Gambar 7. Rangkaian (a) *rectifier* satu fase (b) *rectifier* tiga fase

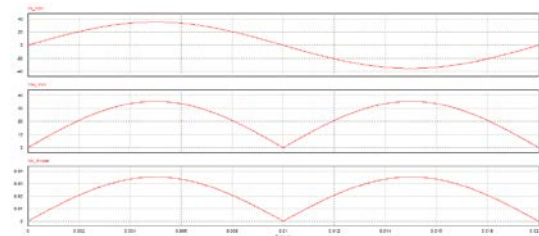
1. *Rectifier* 1 fase dan *rectifier* 3 fase menggunakan PSIM

a) *Rectifier* satu fase dan tiga fase beban resistor

Rectifier satu fase disimulasikan menggunakan PSIM dengan tegangan sumber (AC) 25 Volt sedangkan untuk *rectifier* tiga fase ditentukan nilai tegangan sumbernya (AC) yang diperoleh dari tegangan output (DC) *rectifier* satu fase dengan beban resistor.

1. *Rectifier* 1 (satu) fase dengan tegangan sumber (AC) 25 Volt

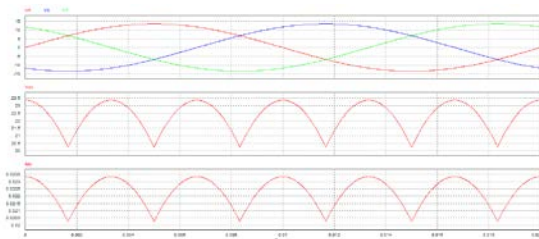
Bentuk gelombang *input* dan *output* dari *rectifier* satu fase dengan beban resistor seperti pada gambar 8.



Gambar 8. Gelombang tegangan input (ac), tegangan dan arus output dc *rectifier* satu fase

2. *Rectifier* 3 (tiga) fase dengan tegangan sumber (AC) 16,5183 Volt.

Bentuk gelombang *input* dan *output* dari *rectifier* satu fase dengan beban resistor seperti pada gambar 9.

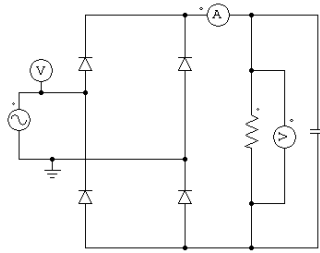


Gambar 9. Gelombang *rectifier* 3 fase

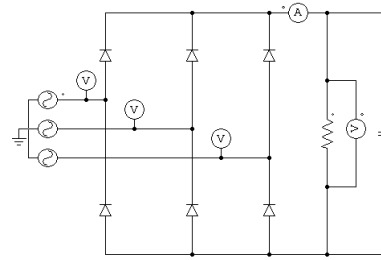
b) *Rectifier* satu fase dan tiga fase dengan filter kapasitif

1. *Rectifier* 1 (satu) fase dengan filter kapasitor 100 μ F/25V dengan sumber tegangan input 25 Volt

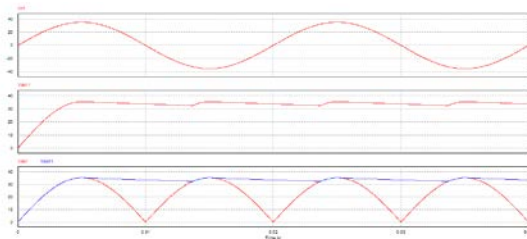
Rangkaian dan gelombang *rectifier* 1 fase gelombang penuh filter kapasitif dengan kapasitor 100 μ F/25V seperti pada gambar 10 dan 11



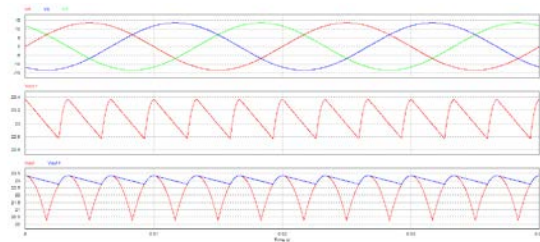
Gambar 10. Rangkaian *rectifier* 1 fasa gelombang penuh filter kapasitif 100µF/25V



Gambar 13. Rangkaian *rectifier* 3 fasa gelombang penuh dengan filter kapasitif



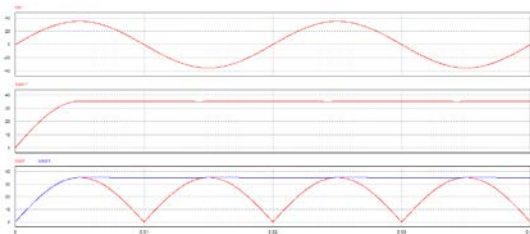
Gambar 11. Gelombang tegangan input (ac) dan tegangan output (dc) dengan *rectifier* 1 fasa dengan filter kapasitif 100µF/25V



Gambar 14. Gelombang tegangan input (ac) dan tegangan output (dc) dengan *rectifier* 3 fasa dengan filter kapasitif 100µF/25V

2. *Rectifier* 1 (satu) fasa dengan filter kapasitor 1000µF/25V dengan sumber tegangan input 25 Volt

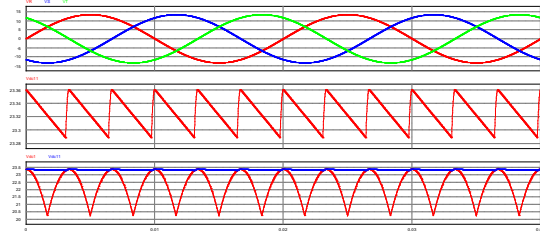
Bentuk gelombang *Rectifier* satu fasa gelombang penuh dengan filter kapasitif 1000µF/25V seperti pada gambar 12.



Gambar 12. Gelombang tegangan input (ac) dan tegangan output (dc) dengan *rectifier* satu fasa dengan filter kapasitif 1000µF/25V

4. *Rectifier* 3 (tiga) fasa menggunakan PSIM Version 9.0.2.100 dengan filter kapasitor 1000µF/25V dengan sumber tegangan input 25 Volt

Bentuk gelombang *Rectifier* 3 fasa gelombang penuh dengan filter kapasitif 1000µF/25V seperti pada gambar 15.



Gambar 15. Gelombang tegangan input (ac) dan tegangan output (dc) dengan *rectifier* 3 fasa dengan filter kapasitif 1000µF/25V

3. *Rectifier* 3 (tiga) fasa dengan filter kapasitor 100µF/25V

Bentuk rangkaian dan gelombang *Rectifier* 3 fasa gelombang penuh dengan filter kapasitif 100µF/25V seperti pada gambar 13 dan 14.

Pembahasan

1. Tegangan dan arus DC dari penyearah atau *rectifier* satu fasa

- a) Tegangan dan arus output (DC) rata-rata dari *rectifier* satu fasa dengan tegangan input 25 Volt sebagai berikut :
 Tegangan output DC rata-rata :

$$V_o = V_{dc-rata2} = \frac{1}{\pi} \int_0^{\pi} V_m \sin(\omega t) d\omega t$$

$$= \frac{2 \times (V_s \times \sqrt{2})}{\pi} = \frac{2 \times (25 \times \sqrt{2})}{\pi}$$

$$= 22,5079 \text{ Volt}$$

Arus output DC rata-rata :

$$I_o = I_{dc-rata2} = \frac{V_o}{R} = \frac{22,5079}{1000}$$

$$= 0,022 \text{ Amper}$$

- b) Tegangan dan arus output (DC) rms dari *rectifier* satu fasa dengan tegangan input 25 Volt sebagai berikut :

Tegangan output DC rms :

$$V_{dc-rms} = \left[\frac{2}{T} \int_0^{T/2} (V_m \sin(\omega t))^2 dt \right]^{1/2} = \frac{V_m}{\sqrt{2}}$$

$$= \frac{(V_s \times \sqrt{2})}{\sqrt{2}} = \frac{(25 \times \sqrt{2})}{\sqrt{2}} = 25 \text{ Volt}$$

Arus output DC rms :

$$I_{dc-rms} = \frac{V_{rms}}{R} = \frac{25}{1000} = 0,025 \text{ Amper}$$

2. Tegangan dan arus DC dari penyearah atau *rectifier* tiga fasa

Perhitungan tegangan dan arus DC dari penyearah atau *rectifier* tiga fasa :

$$V_{dc-ave} = \frac{2}{2\pi/6} \int_0^{\pi/6} \sqrt{3} \times V_m \cos \omega t d(\omega t) = \frac{3\sqrt{3}}{\pi} \times V_m = 1,654 \times V_m$$

Pada penelitian ini, untuk *output rectifier* tiga fasa adalah dibuat sama dengan *output* pada *rectifier* 1 fasa, maka:

- a) Untuk $V_{dc-ave} = 22,5079 \text{ Volt}$

$$V_{dc-ave} = \frac{2}{2\pi/6} \int_0^{\pi/6} \sqrt{3} \times V_m \cos \omega t d(\omega t)$$

$$= \frac{3\sqrt{3}}{\pi} \times V_m = 1,654 \times V_m$$

Maka diperoleh tegangan maksimum :

$$V_m = \frac{V_{dc-ave}}{1,654} = \frac{22,5079}{1,654} = 13,6081 \text{ Volt}$$

$$V_{LN-rms} = \frac{13,4872}{\sqrt{2}} = 9,5368 \text{ Volt}$$

Untuk simulasi *rectifier* tiga fasa dengan PSIM maka :

$$V_{LL-rms} = 9,5368 \times \sqrt{3} = 16,5183 \text{ Volt}$$

Tegangan V_{dc-rms} dari *rectifier* tiga fasa sebagai berikut :

$$V_{dc-rms} = \left[\frac{2}{2\pi/6} \int_0^{\pi/6} 3V_m^2 \cos^2 \omega t d(\omega t) \right]^{1/2}$$

$$= \left(\frac{3}{2} + \frac{9\sqrt{3}}{4\pi} \right)^{1/2} \times V_m = 1,6554 \times V_m$$

$$= 1,6554 \times 13,4872$$

$$= 22,3267 \text{ Volt}$$

Arus I_{dc-rms} dari *rectifier* tiga fasa sebagai berikut :

$$I_{dc-rms} = \frac{22,3267}{1000} = 0,022 \text{ Amper}$$

3. Penyearah atau *rectifier* satu fasa dengan filter kapasitif

Pada penelitian ini dilakukan beberapa besaran filter kapasitif untuk *rectifier* satu fasa, sehingga akan diperoleh tegangan *ripple* dan *ripple* faktor sebagai berikut :

- a) Filter kapasitif 100 μ F/25V

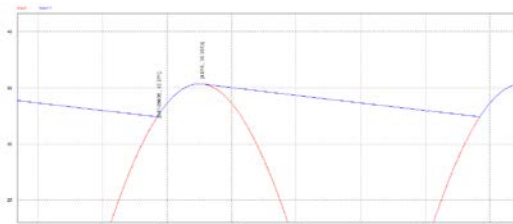
Tegangan *ripple* dari *rectifier* satu fasa adalah:

$$V_R = \frac{I}{2fC} = \frac{0,022}{2 \times 50 \times (100 \times 10^{-6})} = 3,536 V_{pp}$$

Ripple faktor dari *rectifier* satu fasa adalah :

$$rf = \frac{V_r}{V_{dc}} \times 100\% = 15,708 \%$$

Berikut adalah bentuk *tegangan ripple* dari *rectifier* satu fasa dengan menggunakan PSIM seperti gambar 16.



Gambar 16. Bentuk tegangan *ripple* *rectifier* satu fasa menggunakan filter kapasitif 100 μ F/25V

Dari gambar diperoleh bahwa untuk tegangan puncak positif (atas) dari *ripple* nilainya adalah 35,3553 Volt dan tegangan puncak negatif (bawah) adalah 32,271 Volt sehingga diperoleh tegangan *ripple* :

$$\text{Tegangan Ripple } (V_R) = 35,3553 - 32,271$$

$$= 3,0843 V_{pp}$$

Dari simulasi dengan menggunakan PSIM terlihat bahwa tegangan *ripple* mendekati sama bila dibandingkan dengan teori perhitungan yaitu sebesar 3,536 Volt.

b) Filter kapasitif 1000µF/25V

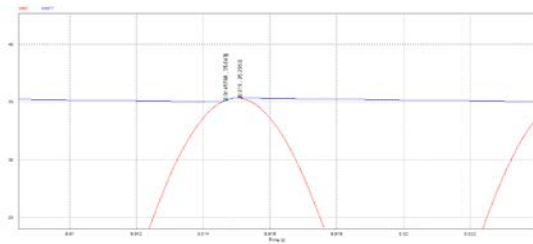
Tegangan *ripple* dari *rectifier* satu fase adalah:

$$V_R = \frac{I}{2fC} = 0,353 V_{pp}$$

Ripple faktor dari *rectifier* satu fase adalah :

$$rf = \frac{V_r}{V_{dc}} \times 100\% = 1,5708 \%$$

Berikut adalah bentuk *tegangan ripple* dari *rectifier* satu fase dengan menggunakan PSIM seperti gambar 17.

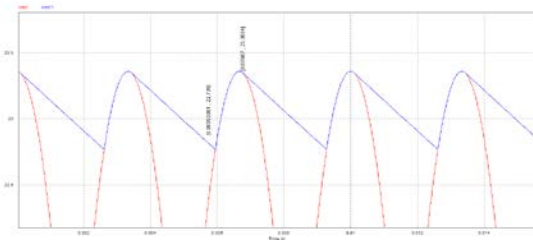


Gambar 17. Bentuk *tegangan ripple rectifier* satu fase menggunakan filter kapasitif 1000µF/25V

4. Rectifier tiga fase dengan filter kapasitif

a) Filter kapasitif 100µF/25V

Tegangan *ripple* dari *rectifier* tiga fase dengan menggunakan PSIM dimana tegangan input yang diberikan pada *rectifier* tiga fase, V_{LL-rms} sebesar 16,5183 Volt seperti gambar 18.



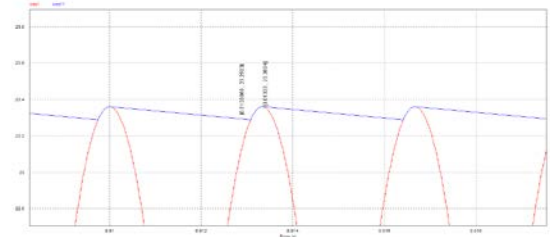
Gambar 18. Bentuk *tegangan ripple rectifier* tiga fase menggunakan filter kapasitif 100µF/25V

Dari gambar 18 diperoleh bahwa untuk tegangan puncak positif (atas) dari *ripple* nilainya adalah 23,3604 Volt dan tegangan puncak negatif (bawah) adalah 22,739 Volt sehingga diperoleh tegangan *ripple* :

$$\begin{aligned} \text{Tegangan Ripple } (V_R) &= 23,3604 - 22,739 \\ &= 0,6214 V_{pp} \end{aligned}$$

b) Filter kapasitif 1000µF/25V

Tegangan *ripple* dari *rectifier* tiga fase dengan menggunakan PSIM dimana tegangan input yang diberikan pada *rectifier* tiga fase, V_{LL-rms} sebesar 16,5183 Volt seperti gambar 19.



Gambar 19. Bentuk *tegangan ripple rectifier* tiga fase menggunakan filter kapasitif 1000µF/25V

Dari gambar 19 diperoleh bahwa untuk tegangan puncak positif (atas) dari *ripple* nilainya adalah 23,3604 Volt dan tegangan puncak negatif (bawah) adalah 23,2903 Volt sehingga diperoleh tegangan *ripple* :

$$\begin{aligned} \text{Tegangan Ripple } (V_R) &= 23,3604 - 23,2903 \\ &= 0,0701 V_{pp} \end{aligned}$$

Hasil dari tegangan *ripple* untuk *rectifier* satu fase dan tiga fase dengan filter kapasitif seperti pada tabel 2.

Tabel 2 Tegangan *ripple rectifier* satu fase dan tiga fase menggunakan filter kapasitif 100µF/25V dan 1000µF/25V

No	Jenis Rectifier	Tegangan <i>ripple</i> (V_R) (V_{pp})	
		Menggunakan Filter kapasitor (C)	
		100µF/25V	1000µF/25V
1	Rectifier gelombang penuh satu fase	3,0843	0,3123
2	Rectifier gelombang penuh tiga fase	0,6214	0,0701

4. KESIMPULAN

1. Untuk pemasangan filter kapasitif *rectifier* satu fase dan tiga fase sebesar 100µF/25V maka terlihat bahwa tegangan *ripple rectifier* tiga fase lebih kecil yaitu 0,6241 V_{pp} dibandingkan dengan tegangan *ripple rectifier* satu fase sebesar 3,0843 V_{pp} .
2. Tegangan *ripple rectifier* satu fase dengan pemasangan filter kapasitif sebesar 1000µF/25V adalah 0,3123 V_{pp} dan tegangan *ripple rectifier* tiga fase setelah pemasangan filter kapasitif sebesar 1000µF/25V adalah 0,0701 V_{pp} sehingga tegangan *ripple rectifier* tiga fase lebih kecil bila dibandingkan dengan tegangan *ripple rectifier* satu fase.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. P. Malvino, *Prinsip-Prinsip Elektronika*. Jakarta: Salemba Teknika Jakarta, 2003.

- [2] T. S. Sollu, *Analisis filter induktif dan kapasitif pada catu daya dc*, Majalah Ilmiah Mektek, pp. 97–106, 2010.
- [3] B. Anto, Analisis Riak Tegangan Keluaran Konverter AC-DC Berbasis Topologi Penyearah Banyak-Pulsa Susunan Paralel Budhi, *ELECTRICIAN*, vol. 4, no. 1, pp. 43–52, 2010.
- [4] S. Kurniati A, Filter Aktif Pada Penyearah Terkendali Satu Fasa, *J. Media Elektro J. Media Elektro*, ISSN 9772252- 669007, vol. Volume 1, no. Nomor 1, pp. 1–7, 2012.
- [5] Sujito, Studi Implementasi Filter Pasif Dalam Pengurangan Harmonik Arus Pada Pengendali,” *Tekno*, vol. 7, pp. 51–59, 2007.
- [6] M. Ali, *Modul Suplemen Kuliah Elektronika Daya Simulasi Rangkaian Elektronika Daya Dengan Psim*, 2011. [Online]. Available: <http://staffnew.uny.ac.id/upload/132256208/pe ndidikan/Tutorial+Simulasi+Rangkaian+Elektr onika+Daya+dengan+PSIM.pdf>.
- [7] D. Hadidjaja, O. Setyawati, and D. R. Santoso, Analisis Pengaturan Putaran Motor Satu Fasa dengan Parameter Frekuensi Menggunakan, *J. EECCIS*, vol. 9, no. 2, pp. 157–162, 2015.
- [8] I. Khalid, Simulasi penyearah modulasi lebar pulsa satu fasa jembatan penuh dengan kendali satu siklus pada kondisi tegangan masuk berubah-ubah, *SMARTek*, vol. 3, no. 1, pp. 37–45, 2005.
- [9] M. H. Rashid, *Elektronika Daya (Power Electronics: Circuits, Devices, And Application 2ND ED) Edisi Bahasa Indonesia, Jilid 1*, 1st ed. Jakarta: Prenhallindo, 1999.
- [10] Daniel W. Hart, *Power Electronics*. Americas, New York, NY 10020: McGraw-Hill, 2011.
- [11] T. S. Widodo, *Elektronika Dasar*, 1st ed. Jakarta Indonesia: Salemba Tenika Jakarta, 2002.