

DISAIN REGULATOR TEGANGAN SEBAGAI PENGATUR TEGANGAN BOLAK-BALIK (Aplikasi pada Pengasutan Motor Induksi)

Aswardi¹, Sukardi²

*(1)(2) Dosen Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang
Jln. Prof. Hamka - Air Tawar Padang 25131 phone (0751 55644), Sumatera Barat
e-mail :asward@ft-unp.ac.id*

ABSTRAK

Penelitian ini menggambarkan tentang perancangan, pembuatan regulator tegangan bolak balik 3 fasa dengan menggunakan teknologi semi konduktor. Pembuatan peralatan ini terdiri dari pembuatan rangkaian penggerak (driver circuit) dan rangkaian daya (power circuit) regulator tegangan sistem 3 fasa dengan pengendalian 2 arah. Pengujian yang dilakukan di laboratorium juga mencakup kedua jenis rangkaian. Khusus untuk rangkaian daya dilakukan pengujian dengan beban resistif dan beban motor induksi 3 fasa. Hasil pengujian peralatan ini menunjukkan bahwa untuk beban resistif, pembebanan rangkaian regulator dapat dilakukan sampai dengan kapasitas sebesar 60 persen, sedangkan untuk beban motor dapat dilakukan sampai kapasitas beban sebesar 50 persen. Khusus untuk pembebanan jenis resistif linearitas pengaturan tegangan keluaran regulator dapat diperoleh dengan baik, oleh karena prinsip pengaturan pada komponen pensakelaran menggunakan fasa arus sebagai basis. Prinsip ini tidak dapat diterapkan sepenuhnya pada pembebanan motor induksi 3 fasa, oleh karena pada pengoperasian motor induksi selalu saja arus tidak sefasa dengan tegangan, sehingga pengaturan kerja komponen pensakelaran tidak dapat dilakukan secara optimal.

Key Word: komponen pensakelaran, rangkaian penggerak, rangkaian daya.

1. PENDAHULUAN

Regulator tiga fasa dapat digunakan sebagai pengontrolan motor induksi, atau beban yang lainnya yang bisa digolongkan beban induktif tiga fasa. Regulator tiga fasa ini mempunyai keluaran yang dapat diatur sedemikian rupa, dengan kata lain dapat diatur tegangan keluaran ke bebannya. Misalnya beban motor induksi tiga fasa. Secara teoritis motor induksi tiga fasa mempunyai arus start yang besar pada saat startnya. Arus start motor dapat mencapai 5 sampai 7 dari arus nominal.

Pengendalian tegangan masukan motor dapat dilakukan dengan menggunakan kendali konvensional seperti penggunaan tahanan depan, regulator tegangan, sakelar asut Y-D. Namun kendali konvensional tersebut memiliki keterbatasan, antara lain akurasi yang relatif rendah, timbulnya kerugian daya yang cukup besar pada komponen pengatur, dan tidak dimungkinkan untuk dijadikan kendali tertutup untuk diintegrasikan pada suatu sistem pengendalian proses.

Untuk mengatasi keterbatasan tersebut dapat dilakukan dengan menggunakan

pengendalian dengan komponen elektronika daya. Dimana rangkaian tersebut dapat mengendalikan tegangan masukan motor dengan memanfaatkan teknik pensakelaran (*switching technique*) dan pengendalian sudut perlambatan penyalan (*delay trigerring*) dari komponen pensakelaran. Peralatan tersebut disebut dengan regulator tegangan. Penggunaan komponen elektronika daya sebagai komponen switching dapat memperkecil rugi daya pada komponen pengatur tegangan, karena tahanan *junction* dari komponen switching relatif sangat kecil. Penggunaan komponen semi konduktor sebagai komponen switching juga dapat menghasilkan akurasi pengaturan yang lebih baik, karena pengaturan kerja komponen switching hanya dilakukan melalui pengaturan arus *gate* yang relatif kecil. Disamping itu sistem ini memungkinkan untuk dikembangkan menjadi sistem pengendalian tertutup, bahkan dimungkinkan untuk diintegrasikan ke dalam sistem kendali proses.

Analogi dengan hal di atas, Laboratorium Konversi Energi Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang pada saat ini juga mengalami keadaan yang sama. Pelaksanaan praktikum

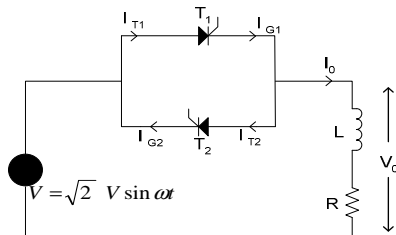
Elektronika Daya hampir tidak dapat berjalan dengan sempurna, bahkan dalam hal frekuensi pelaksanaan praktikum sangat sukar untuk dipenuhi (16 kali masuk) disebabkan keterbatasan jumlah peralatan praktikum. Sehingga upaya pencapaian tujuan perkuliahan akan sangat sukar untuk dipenuhi, dan ini akan sangat memberikan dampak buruk terhadap pencapaian tujuan pengajaran.

Agar upaya pencapaian tujuan pengajaran mata kuliah tersebut dapat terlaksana seperti yang diharapkan, diperlukan upaya yang sungguh-sungguh dalam segala aspek, salah satunya adalah upaya untuk melengkapkan peralatan praktikum, baik dalam hal kuantitas, maupun kualitas. Paling tidak dari segi jumlah peralatan perlu mendapatkan perhatian yang sungguh-sungguh. Penelitian yang dilakukan ini merupakan salah satu upaya untuk melengkapi peralatan praktikum elektronika daya, terutama peralatan pengatur tegangan bolak-balik yang dapat dikemas dalam bentuk modul-modul praktikum yang lengkap dengan komponen penunjangnya. Aplikasi pengendalian tegangan tersebut dapat berupa pengaturan tegangan untuk pengasutan motor (*starting motor*), atau pengendalian kecepatan motor pada saat berbeban (*running*). Jadi peralatan regulator tegangan ac tiga fasa ini dapat digunakan untuk mengasut motor induksi 3 fasa pada waktu *start-up* dan mengatur kecepatan putaran motor pada waktu jalan (*running*) dengan cara mengatur sudut penyalan dari Triac yang digunakan sebagai rangkaian daya.

2. KAJIAN TEORITIS

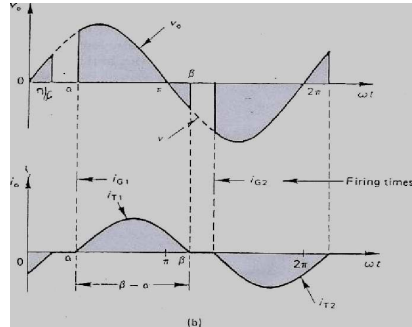
2.1. Regulator Tegangan

Regulator tegangan AC menggunakan konverter tegangan bolak-balik dengan 2 buah thyristor sebagai komponen pensakelaran. Thyristor pada regulator tegangan AC akan menyuplai arus kebeban R dan L Regulator tegangan AC satu fasa disuplai dengan tegangan input bolak-balik yang konstan.



Gambar 1. Dasar Rangkaian Regulator Tegangan Fasa Tunggal

Pengaturan tegangan keluaran ini diperoleh dengan penggabungan kerja pensakelaran dua buah komponen semikonduktor sehingga pada sisi beban diperoleh tegangan bolak-balik yang teregulasi..



Gambar 2. Gelombang Keluaran Regulator Fasa Tunggal

Pengaturan arus gerbang pada thyristor akan menghasilkan variasi sudut penyalan sehingga arus *gate* pada thyristor dapat dirumuskan sebagai berikut

$$I_r = \frac{\sqrt{2V}}{Z} [\sin(\omega t - \phi) - \sin(\alpha - \phi) \exp\{(\alpha - \omega t) / \tan \phi\}] \quad (1)$$

$$Z \leq \omega t \leq \phi + \pi$$

$$Z = \sqrt{R^2 + (\omega L)^2} \quad \dots\dots\dots(2)$$

$$\theta = \tan^{-1}(\omega L / R) \quad \dots\dots\dots(3)$$

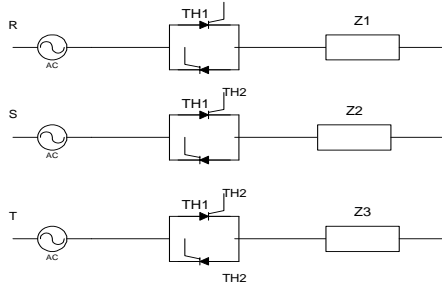
Dari gambar di atas dapat diketahui tegangan output dengan menggunakan rumus:

$$V_r = \sqrt{\frac{1}{\pi} \int_{\alpha}^{\beta} (\sqrt{2}V \sin \omega t)^2 d \omega t}$$

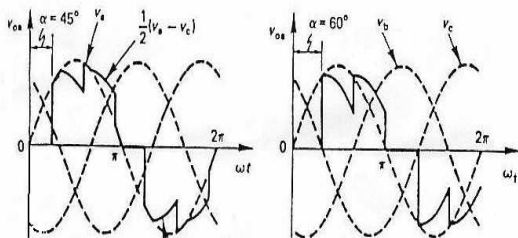
$$= V \sqrt{\frac{1}{\pi} \left(\beta - \alpha + \frac{\sin 2\alpha}{2} - \frac{\sin 2\beta}{2} \right)} \quad (V) \quad \dots\dots(4)$$

Persamaan di atas menunjukkan bahwa tegangan keluaran pengendali tegangan adalah fungsi dari sudut perlambatan penyalan (α , β).

Sekema rangkaian daya Regulator 3 fase terkendali penuh diperlihatkan pada gambar



Gambar 3. Rangkaian Daya RegulatorTegangan 3 Fasa Terkendali Penuh



Gambar 4. Bentuk Gelombang Tegangan Line ke Beban untuk 2 sudut perlambatan Penyalaan (Wiliam, B.W. 1992: 303)

Besarnya tegangan keluaran Untuk sudut $0 \leq \alpha \leq \pi/3$ dapat ditentukan dengan menggunakan rumus:
 $I_{rms} =$

$$\frac{V}{R} \sqrt{\frac{1}{\pi} \left\{ \int_{\alpha}^{\pi/3} \frac{\sin^2 \phi}{3} d\phi + \int_{\pi/2}^{\pi/2+\alpha} \frac{\sin^2 \phi}{4} d\phi + \int_{\pi/3+\alpha}^{2\pi/3} \frac{\sin^2 \phi}{3} d\phi + \int_{\pi/2}^{2\pi/3} \frac{\sin^2 \phi}{3} d\phi + \int_{\pi/2}^{\pi/2+\alpha} \frac{\sin^2 \phi}{4} d\phi + \int_{2\pi/3+\alpha}^{\pi} \frac{\sin^2 \phi}{3} d\phi \right\}}$$

$$= \frac{V}{R} \sqrt{\frac{1}{\pi} \left\{ \frac{\pi}{6} - \frac{\alpha}{4} + \frac{\sin 2\alpha}{8} \right\}} \quad (A) \dots\dots\dots(5)$$

Selanjutnya untuk sudut $\pi/3 \leq \alpha \leq \pi/2$

$$I_{rms} = \frac{V}{R} \sqrt{\frac{1}{\pi} \left\{ \int_{\pi/2-\pi/3+\alpha}^{5\pi/6-\pi/3+\alpha} \frac{\sin^2 \phi}{4} d\phi + \int_{\pi/2-\pi/3+\alpha}^{5\pi/6-\pi/3+\alpha} \frac{\sin^2 \phi}{4} d\phi \right\}}$$

$$= \frac{V}{R} \sqrt{\frac{1}{\pi} \left\{ \frac{\pi}{12} + \frac{3}{16} \sin 2\alpha + \frac{\sqrt{3}}{16} \cos 2\alpha \right\}} \quad (A) \dots\dots\dots(6)$$

Untuk sudut $\pi/2 \leq \alpha \leq 5\pi/6$

$$I_{rms} = \frac{V}{R} \sqrt{\frac{1}{\pi} \left\{ \int_{\pi/2-\pi/3+\alpha}^{\pi} \frac{\sin^2 \phi}{4} d\phi + \int_{\pi/2-\pi/3+\alpha}^{\pi} \frac{\sin^2 \phi}{4} d\phi \right\}}$$

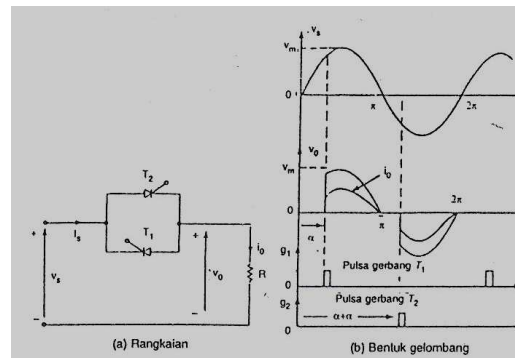
$$= \frac{V}{R} \sqrt{\frac{1}{\pi} \left\{ \frac{5\pi}{24} - \frac{\alpha}{4} + \frac{\sqrt{3}}{16} \cos 2\alpha + \frac{1}{16} \sin 2\alpha \right\}} \quad (A) \dots\dots(7)$$

Maka $V_{rms} = \sqrt{3} I_{rms} R$ dan $V = \sqrt{2} V_L$

Berdasarkan persamaan (6) dan (7) di atas dapat disimpulkan bahwa tegangan keluaran regulator tidak hanya tergantung dari sudut perlambatan penyalaan α , juga dipengaruhi oleh daerah kerja pengoperasian, oleh karena untuk range sudut α tertentu berlaku persamaan tersendiri.

2.2. Pembebanan Regulator Tegangan

Masalah arus masukan DC dapat dicegah dengan menggunakan kontrol dua arah (gelombang penuh), dan pengontrol gelombang penuh satu fasa dengan beban resistif.



Gambar 5. Rangkaian Regulator Tegangan Beban Resistif

Selama tegangan masukan setengah siklus positif, daya yang mengalir dikontrol oleh beberapa sudut tunda dari thyristor T_1 , dan thyristor T_2 mengontrol daya selama tegangan masukan setengah siklus negatif. Pulsa yang dihasilkan pada T_1 dan T_2 terpisah 180° . Bentuk gelombang untuk tegangan masukan, tegangan keluaran, dan sinyal gerbang untuk T_1 dan T_2 ditunjukkan pada gambar 5.

Jika $V_s = \sqrt{2} V_s \sin wt$ adalah tegangan masukan, dan sudut tunda thyristor T_1 dan T_2 sama ($\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3$), tegangan keluaran rms dapat ditentukan melalui.

$$V_o = \left[\frac{2}{2\pi} \int_{\alpha}^{\beta} 2V^2 \sin^2 wtd (wt) \right]^{1/2}$$

$$= \left[\frac{4V^2}{4\pi} \int_{\alpha}^{\beta} (1 - \cos wt) d(wt) \right]^{1/2}$$

$$= V_s \left[\frac{1}{\pi} \left(\pi - \alpha + \frac{\sin 2\alpha}{2} \right) \right] \dots\dots\dots(8)$$

Dengan variasi sudut α dari 0 sampai α , V_o dapat divariasikan dari V_s sampai 0.

Selanjutnya Pengontrolan beban penuh dengan sebuah beban RL ditunjukkan oleh gambar 5. kita asumsikan thyristor T1 dinalakan pada waktu setengah siklus positif dan membawa arus beban. Karena induktif pada rangkain, arus thyristor T1 tidak akan jatuh menuju nol pada $\omega t = \pi$, ketika tegangan masukan mulai menjadi negatif. Thyristor T1 akan terus terhubung sampai arus i_1 jatuh menjadi nol pada $\omega t = \beta$. Sudut konduksi thyristor t1 adalah $\delta = \beta - \alpha$ dan tergantung pada sudut tunda α dan sudut factor daya beban 0. bentuk gelombang untuk arus thyristor, pulsa-pulsa gerbang, dan tegangan masukan ditunjukkan pada gambar 5b.

Bila $V_s = \sqrt{2}V \sin \omega t$ adalah tegangan masukan yang tiba-tiba dan sudut tunda thyristor T1 adalah α . Arus thyristor i_1 dapat ditentukan melalui:

$$L \frac{di}{dt} + Ri = \sqrt{2}V_s \sin \omega t$$

Penyelesai persamaan adalah dalam bentuk

$$i_1 = \frac{\sqrt{2}V_s}{z} \sin(\omega t - \theta) + A_1 e^{-(R/L)t} \dots\dots\dots(9)$$

Dengan beban impedansi

$$Z = \left(R^2 + (\omega L)^2 \right)^{1/2} \dots\dots\dots(10)$$

$$\text{dan sudut beban } \theta = \tan^{-1}(\omega L/R) \dots\dots(11)$$

Konstanta A dapat ditentukan dari kondisi mula, pada $\omega t = \alpha, i_1 = 0$ sehingga dapat

diperoleh

$$A_1 = -\frac{\sqrt{2}V_s}{z} \sin(\alpha - \theta) e^{(R/L)(\alpha/\theta)} \dots\dots\dots(12)$$

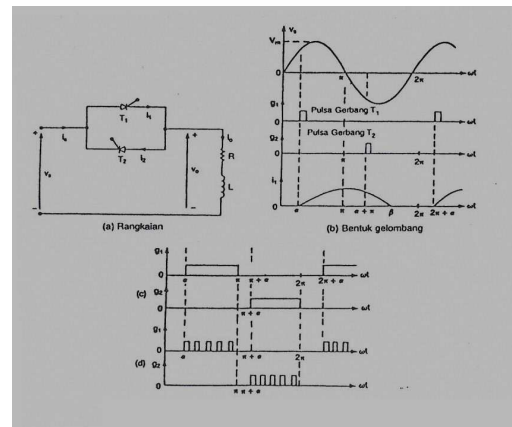
$$i_1 = \frac{\sqrt{2}V_s}{z} \left[\sin(\alpha t - \theta) - \sin(\alpha - \beta) e^{(R/L)(\alpha t - \beta)} \right]$$

sudut β pada saat arus i_1 jatuh menjadi 0 dan thyristor menjadi off, dapat ditentukan dari kondisi $i_1(\omega t = \beta) = 0$ pada persamaan dan diberikan dengan hubungan

$$\sin(\beta - \theta) = \sin(\alpha - \theta) e^{(R/L)(\alpha/\alpha-1)} \dots\dots\dots(13)$$

Selanjutnya untuk beban dominan induktif, persamaan tegangan keluaran regulator tegangan ditentukan dengan persamaan berikut:

Sudut yang disebut *extinction angle*, dapat ditentukan dari persamaan transcendental dan akan memerlukan penyelesaian dengan metode iterasi. Bila β diketahui, sudut δ thyristor T1 dapat ditentukan melalui $\delta = \beta - \alpha$



Gambar 6. Rangkaian Regulator Tegangan Beban Resistif

Tegangan keluaran dan arus fasa aalah:

$$V_o = \left[\frac{2}{\pi} \int_{\alpha}^{\beta} 2v_s^2 \sin^2 \alpha d(\alpha) \right]^{1/2}$$

$$V_o = \left[\frac{4V_s^2}{4\pi} \int_{\alpha}^{\beta} (1 - \cos 2\alpha) d(\alpha) \right]^{1/2} \dots\dots\dots(13)$$

$$V_o = \left[\frac{1}{\pi} \left(\beta - \alpha + \frac{\sin 2\alpha}{2} - \frac{\sin 2\beta}{2} \right) \right]^{1/2}$$

Arus rms thyristor dapat ditentukan melalui persamaan sebagai berikut:

$$IR = \left[\frac{1}{2\pi} \int_{\alpha}^{\beta} i^2 d(wt) \right]^{1/2}$$

$$= \frac{V_s}{Z} \left[\frac{1}{\pi} \int_{\alpha}^{\beta} \sin^2(wt - \theta) - \sin(\alpha - \theta) e^{(R/L)(\alpha/\alpha-1)} \right]^{1/2} \dots(14)$$

Tegangan keluaran rms dapat ditentukan melalui persamaan sebagai berikut;

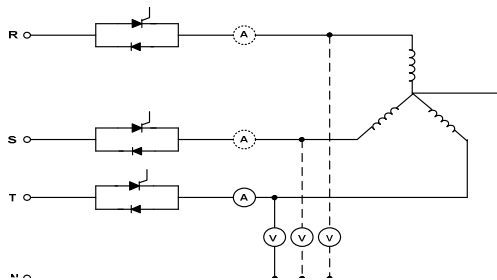
$$I_0 = (I^2_R + I^2_R) \frac{1}{2} = \sqrt{2} I_x R$$

Nilai rata-rata arus thyristor dapat pula ditentukan melalui persamaan sebagai

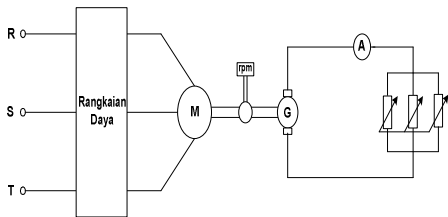
$$I_a = \frac{1}{2\pi} \int_{\alpha}^{\beta} I_i d(\omega t) \dots\dots\dots (15)$$

3. HASIL PENELITIAN

3.1 Pengujian Regulator 3 Fasa Dengan Beban Resistif



Gambar. 7 Skema Rangkaian pengujian Beban Resistif



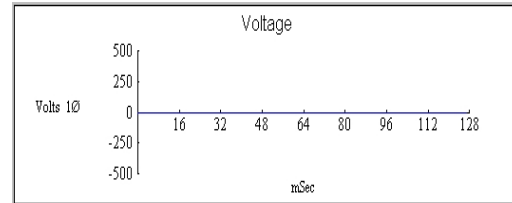
Gambar. 8 Skema Rangkaian pengujian Beban Motor Induksi 3 Fasa

Tabel 1. Hasil Pengujian Beban Resistif

Fasa	Posisi Potensio	Tegangan (V)	Tahanan (Ohm)					
			280	215	147	108	84	70
			Arus (A)	Arus (A)	Arus (A)	Arus (A)	Arus (A)	Arus (A)
R	Minimal	1	0,02	0,02	0,03	0,03	0,08	0,23
	1/4	90	0,31	0,41	0,61	0,84	1,08	1,24
	1/2	120	0,40	0,53	0,79	1,08	1,40	1,69
	5/8	150	0,50	0,66	1,00	1,34	1,76	2,13
	3/4	180	0,60	0,79	1,21	1,62	2,12	2,55
	7/8	210	0,70	0,93	1,42	1,92	2,53	3,03
	Maximal	220	0,71	0,97	1,46	1,98	2,60	3,11
S	Minimal	1	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03
	1/4	90	0,31	0,37	0,55	0,74	0,90	1,09
	1/2	120	0,41	0,49	0,74	0,98	1,20	1,46
	5/8	150	0,51	0,62	0,93	1,24	1,49	1,82
	3/4	180	0,62	0,74	1,13	1,49	1,82	2,18
	7/8	210	0,71	0,86	1,30	1,74	2,09	2,54
	Maximal	220	0,80	0,97	1,48	1,95	2,33	2,80
T	Minimal	1	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
	1/4	90	0,31	0,41	0,61	0,82	0,98	1,17
	1/2	120	0,39	0,50	0,74	1,01	1,22	1,47
	5/8	150	0,49	0,62	0,94	1,27	1,55	1,86
	3/4	180	0,59	0,76	1,13	1,54	1,86	2,24
	7/8	210	0,69	0,89	1,32	1,81	2,17	2,64
	Maximal	220	0,75	0,96	1,42	1,94	2,32	2,85

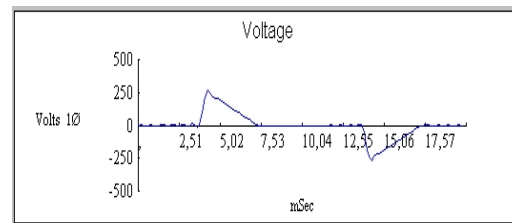
Bentuk Gelombang Tegangan Keluaran Fasa R

Posisi potensio minimal



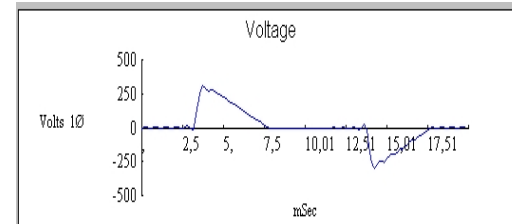
(a)

Posisi potensio 1/4



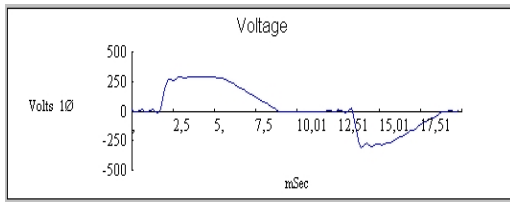
(b)

Posisi potensio 1/2



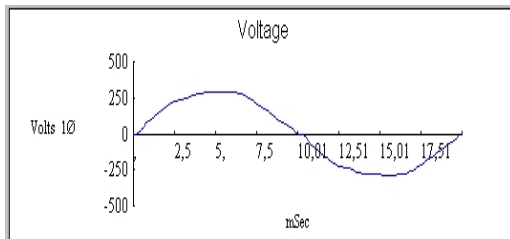
(c)

Posisi potensio 3/4



(d)

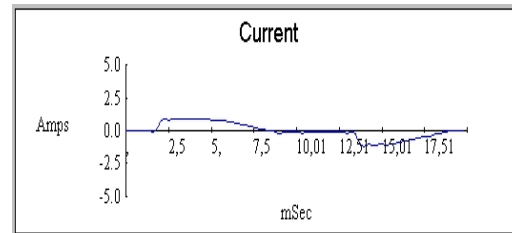
Posisi potensio maksimal



(e)

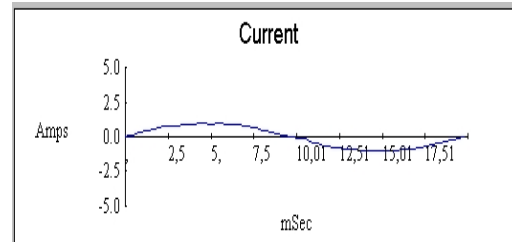
Gambar 9. Hasil Pengamatan Bentuk Gelombang Tegangan keluaran Regulator pada Beban Resistif

Posisi Potensio 3/4



(d)

Posisi Potensio Maksimal

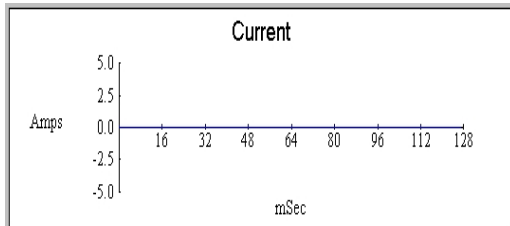


(e)

Gambar 10. Hasil Pengamatan Bentuk Gelombang Arus keluaran Regulator pada Beban Resistif

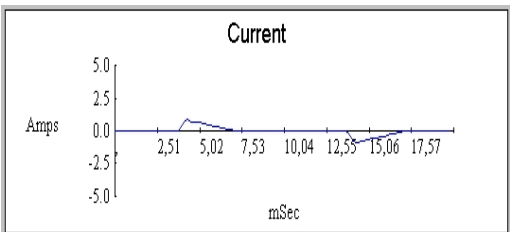
Bentuk Gelombang Arus Keluaran Fasa R

Posisi potensio minimal



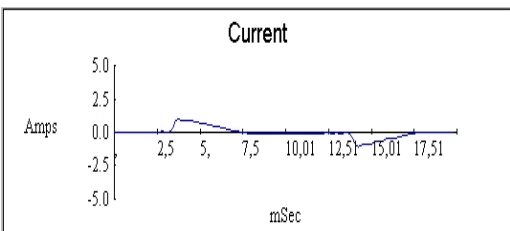
(a)

Posisi notensio 1/4



(b)

Posisi 1/2

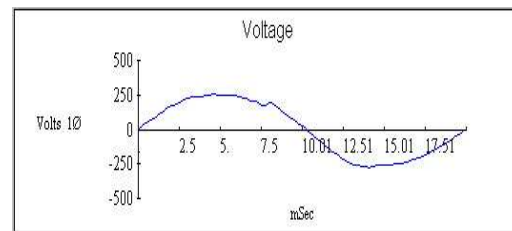


3.2 Pengujian Beban Motor Induksi 3 Fasa Hubungan Bintang (Y)

Tabel 2. Hasil pengamatan dengan beban motor induksi 3 fasa

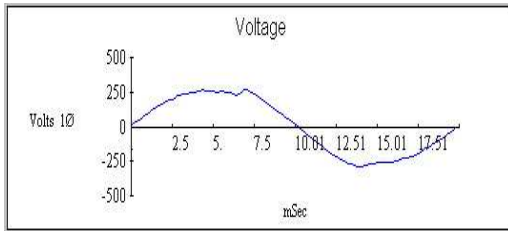
Fasa	Posisi Potensio	Tegangan (V)	Arus (A)
R	Minimal	176,5	0,19
	1/2	204,8	1,13
	Maksimal	230	2,49
S	Minimal	180,5	0,25
	1/2	206,6	1,15
	Maksimal	230	2,52
T	Minimal	176,5	0,21
	1/2	204,5	1,14
	Maksimal	230	2,50

Bentuk Gelombang Tegangan Keluaran Fasa R Posisi Potensio Minimal



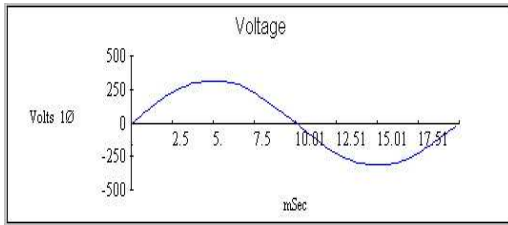
(a)

Pada Saat Posisi Potensio $\frac{1}{2}$



(b)

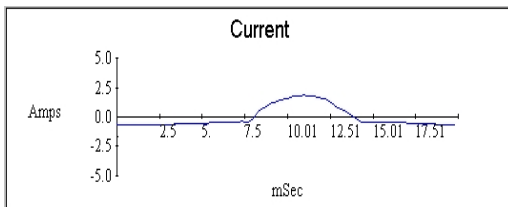
Posisi Potensio Maksimal



Gambar 11. Hasil Pengamatan Bentuk Gelombang Tegangan keluaran Regulator pada Beban Motor Induksi 3 Fasa

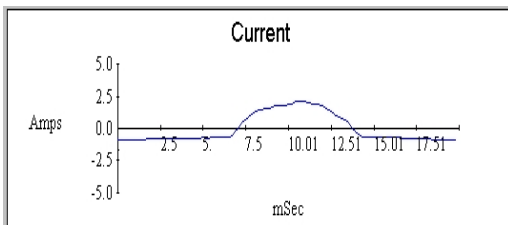
Bentuk Gelombang Arus Keluaran Fasa R

posisi potensio minimal



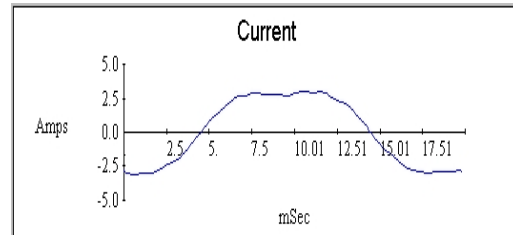
(a)

Pada saat posisi potensio $\frac{1}{2}$



(b)

posisi potensio maksimal



(c)

Gambar 12. Hasil Pengamatan Bentuk Gelombang Arus keluaran Regulator pada Beban Motor Induksi 3 Fasa

4. Pembahasan

Konsep pengaturan motor induksi dengan regulator tegangan adalah mengatur tegangan input yang masuk ke motor. Konsep pengaturan ini menggunakan komponen elektronik dan rangkaian daya yang mengeluarkan tegangan bolak-balik variabel. Tegangan bolak-balik variabel didapatkan dari pengaturan sudut penyalan pada gate thyristor.

Dengan mengatur sudut penyalan thyristor maka sudut hantar tegangan terminal motor akan tertunda sesuai dengan besarnya sudut penyalan yang diberikan oleh thyristor. Dengan menunda sudut hantar thyristor maka tegangan terminal motor akan berkurang. Regulator ini diaplikasikan pada motor induksi 3 phasa yang digunakan untuk mengasut motor saat start-up dan mengatur kecepatan putar motor pada waktu jalan (running) dengan cara mengatur sudut penyalan thyristor yang digunakan sebagai rangkaian daya.

5. Penutup

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, pengujian, dan pembahasan alat pengendali tegangan bolak balik 3 fasa dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Tegangan output regulator berbanding lurus dengan besarnya arus penyalan pada *gate* (gerbang) komponen pensakelaran. tegangan masukan motor, sehingga apabila makin besar tegangan pada kaki *gate*, maka tegangan masukan motor akan semakin besar.
2. Pembebanan regulator tegangan 3 fasa dengan beban resistor menghasil tegangan keluaran yang linear fungsi besarnya tegangan *gate* komponen pensakelaran.

Efektifitas pengaturan pada beban resistor mendekati 100%, terutama dilihat dari sinyal tegangan keluaran diperoleh pada pembebanan resistor, oleh karena regulator ini menggunakan prinsip pengaturan arus yang se fase dengan tegangan keluaran regulator.

3. Khusus pada pembebanan dengan motor induksi diperoleh bahwa tegangan keluaran regulator tidak murni linear fungsi posisi potensio (identik dengan pengaturan tegangan gate-katoda). Hal ini disebabkan karena motor induksi merupakan beban jenis non linear, sehingga arus tidak sefase (tertinggal) dari tegangan. Sementara prinsip pengendalian regulator ini menggunakan prinsip pengaturan arus. Efektifitas pengaturan pada beban motor hanya sekitar 78.48%

5.2 Saran

Bebberapa saran yang diajukan sehubungan dengan hasil penelitian ini adalah:

1. Agar pengaturan tegangan keluaran regulator ac 3 fasa pada pembebanan motor lebih baik dan efektif, diperlukan strategi khusus untuk pengaturan arus penyalan komponen pensakelaran (*switching komponen*). Sehingga perubahan fase arus penyalan pada gate triacs tepat mengikuti perubahan fase arus masukan motor.
2. Untuk pembebanan dengan kapasitas mendekati kemampuan maksimum alat diperlukan perencanaan khusus untuk sistem pendinginan (*heat sink*) komponen pensake-laran, terutama untuk sistem pembebanan terus menerus. Pembebanan yang dianjurkan dalam penggunaan alat ini berkisar 80% dari kapasitas peralatan, hal ini bertujuan untuk mencegah agar tidak terjadi pemanasan lebih pada peralatan, terutama sekali komponen pensakelaran.
3. Perencanaan yang baik juga diperlukan untuk rangkaian proteksi komponen pensakelaran, sehingga akibat yang ditimbulkan akibat pensakelaran pada komponen daya dapat direduksi, dan ini akan berdampak terhadap usia peralatan secara keseluruhan

DAFTAR KEPUSTAKAAN

- Dubey K, Gopal, (1989). *Power Semiconductor Controlled Drive*. New Jersey, Printice Hall.
- Massara, E Robert, (2000) . *Active Filters*, CRC Press. LLC
- _____. (2006) *Thyristor Theory and Design Consideration*. (Handbook), <http://www.onsemi.com>, diakses 14 September 2006
- _____. (2006). *Triacs Data Sheet*, (<http://www.onsemi.com>), diakses 5 September 2006.
- _____. (2006). *Thyristors Used as Ac Static Switches and Relays*, (<http://www.teccor.com>) Application Notes, diakses 11 September 2006).
- _____. (2006) *Optically Isolated Phase Controlling Circuit Solution* (www.fairchildsemi.com).Application Note AN-3006, diakses 1 september 2006).
- _____. (2006). *RC Snubber Networks for Thyristor Power Control and Transient Suppression*. (www.fairchildsemi.com).Application Note AN-3006, diakses 1 september 2006)
- Williams B.W, (1992). *Power Electronics Devices, Drivers, Applications and Passives Components*, Hongkong; Machmillan Press. Ltd.
- Sen, P.C, (1977). *Principles of Electric Machines and Power Electronics*. USA; Jhon Wiley&Soons.