

PENGATURAN SUDUT α DIGUNAKAN PADA Pengereman MOTOR INDUKSI 3 PHASA

Hatma Rudito¹⁾

Abstract: Braking in induction machine is very important, in this paper discuss problem how to brake machine so that get process good braking and not arouse destruction. In this paper also fundamental topic is dinamic braking use controlled converter 1 phasa and aplication in induction machine 3 phase. Base on data result have doing to get so much litle angle α process braking is quickly and in angle α so much big braking no happen. This braking doing on moment magnetic field in rotor stasionary.

Key words: Braking, Controlled Converter

I. PENDAHULUAN

Pengereman adalah suatu proses yang mendadak dan spontan untuk menghentikan laju putaran mesin induksi. Dalam hal ini kecepatan yang dihentikan adalah kecepatan putar medan stator dan medan rotor pada mesin induksi (listrik). Berdasarkan jenisnya pengereman dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

- a. Pengereman secara mekanik
- b. Pengereman secara dinamik

Pengerman secara dinamik adalah penghentian secara mendadak dengan memutuskan tegangan suplai pada motor induksi, sehingga keadaan medan maknit pada rotor adalah dalam kodisi stasioner (diam), sedangkan Pengereman secara mekanik adalah mesin dalam keadaan berputar diberikan beban statis dan diberikan torsi lawan yang besarnya sama dengan torsi motor, sehingga motor induksi berhenti. Dalam keadaan ini tegangan suplai pada stator tetap ada dan medan maknit pada rotor tidak sationer secara natural melainkan dipaksa untuk stasioner, sehingga akan terjadi rugi-rugi gesek yang sangat besar dan akan menimbulkan panas. Kondisi ini tidak boleh dibiarkan telalu lama, karena akan berakibat over thermal dan motor induksi ini akan rusak.

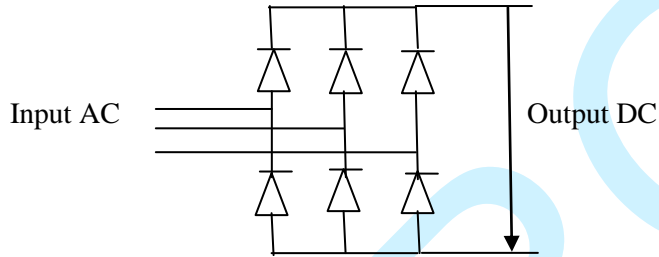
Konverter adalah suatu alat yang dapat merubah energi listrik arus bolak balik menjadi energi listrik arus searah. Oleh karena itu konverter digunakan sebagai penyuplai tegangan dc pada sistem pengereman dinamik. Konverter pada umumnya dikategorikan menjadi dua kelompok yaitu konverter tak terkendali dan konverter terkendali. Bila komponen utama dari konverter itu adalah diode semikonduktor, maka konverter ini masuk pada kelompok konverter tak terkendali. Begitu pula bila

¹⁾ Staf Pengajar Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Ujung Pandang

konverter mempunyai komponen utama adalah thyristor atau SCR, maka konverter ini masuk kelompok konverter terkendali.

Disebut konverter terkendali karena pulsa keluaran dari konverter ini dapat dikendalikan dengan mengatur / merubah besaran sudut α atau dengan kata lain bahwa thyristor diberikan tegangan trigger yang bervariasi. Adapun daerah operasi dari sudut α yaitu dari 0^0 sampai dengan 180^0 listrik.

Seperti gambar berikut ini:

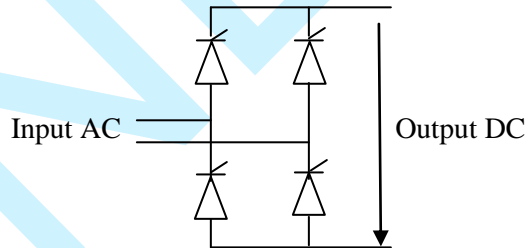


Gambar 1. Konverter 6 Pulsa Menggunakan Diode Semikonduktor

Besarnya tegangan DC yang diperoleh adalah:

$$V_{dc} = 1,654 V_m \quad \text{dan} \\ V_{rms} = 1,654 V_m$$

Pada Gambar.1. adalah jenis konverter yang tak terkendali karena sinyal keluarannya tidak dapat diatur / diubah. Hal ini disebabkan komponen diode semikonduktor seperti sebuah saklar, bila tegangan anode pada diode ini lebih positif dibandingkan dengan tegangan pada katode.



Gambar 2. Konverter Gelombang Penuh Menggunakan Thyristor

Besarnya tegangan DC yang diperoleh adalah:

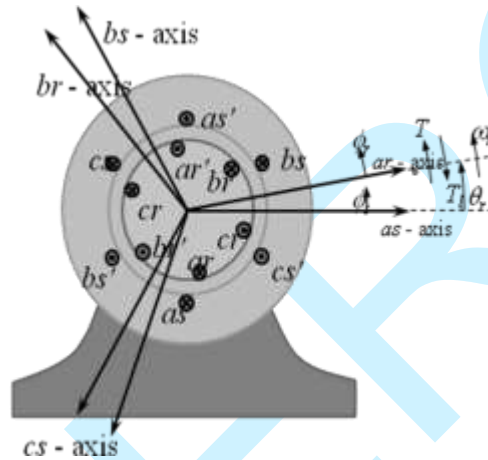
$$V_{dc} = 0,318 V_m (1 + \cos \alpha)$$

Pada Gambar.2. adalah jenis konverter terkendali halini karena sinyal keluarannya dapat diubah-ubah sesuai dengan pengaturan besar arus yang diberikan pada gerbang thyristor.

Mesin Induksi atau mesin listrik ac adalah suatu pesawat yang merubah energi listrik menjadi energi mekanik. Berdasarkan suplai daya listriknya terbagi menjadi dua yaitu Mesin Induksi 1 fasa dan Mesin Induksi 3 fasa.

Konstruksi mesin induksi pada umumnya adalah sebagai berikut:

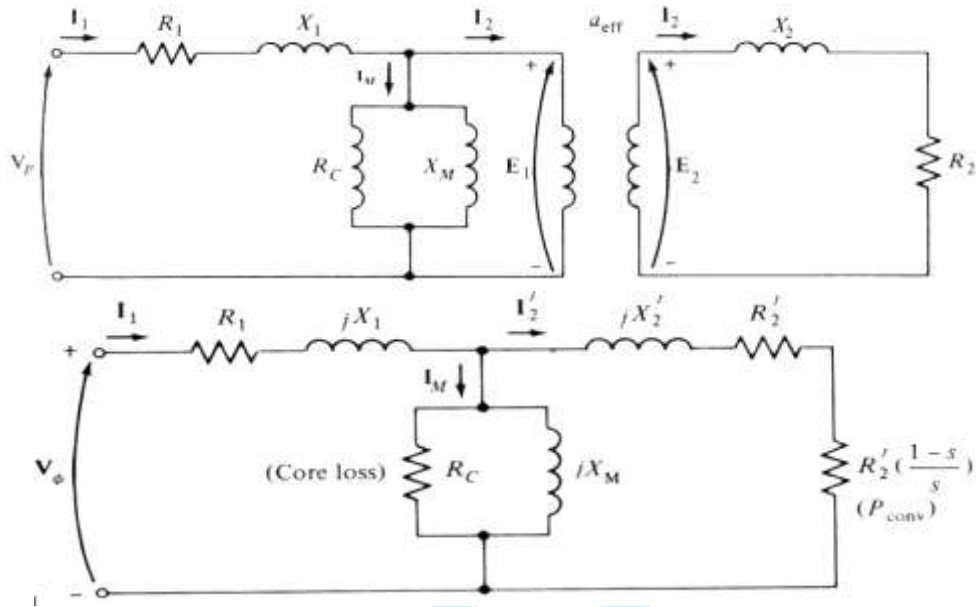
- a. Stator; adalah bagian mesin listrik yang diam atau statis
- b. Rotor; adalah bagian mesin listrik yang bergerak atau berputar
- c. Celah udara; adalah tempat diantara Stator dan Rotor.



Gambar 3. Struktur Mesin Induksi 3 Fasa



Gambar 4. Motor Induksi 3 Fasa



Gambar 5. Rangkaian Ekuivalen Motor Induksi

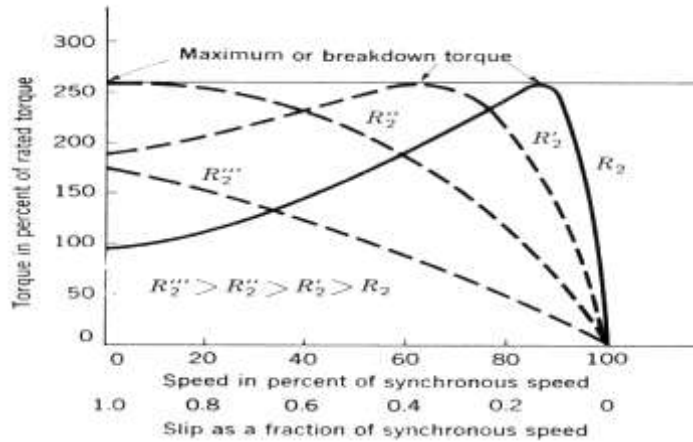
$$\begin{aligned}
 P_{\text{stator } R_1 \text{ loss}} &= 3I_1^2 R_1 \\
 P_i &= 3 \operatorname{Re} V_1 I_1^* \\
 P_{AG} &= 3P_i - 3I_1^2 R_1 + P_c = 3|I_2|^2 \frac{R_2'}{s} \\
 P_{em} &= 3I_2^2 \frac{R_2'}{s} - 3I_2^2 R_2' = 3I_2^2 \left(\frac{R_2'}{s} - R_2' \right)
 \end{aligned}$$

Kecepatan putar medan maknit pada rotor adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \omega_r &= \frac{P}{2} \omega_{r(\text{mech})} = \frac{P}{2} \omega_{\text{syn}} - \omega_m \\
 \omega_r &= 2\pi f_r
 \end{aligned}$$

Pengaturan kecepatan pada motor induksi adalah sebagai berikut:

$$n = \frac{120 f}{2p}$$



Gambar 6. Karakteristik Mesin Induksi

II. METODOLOGI PENELITIAN

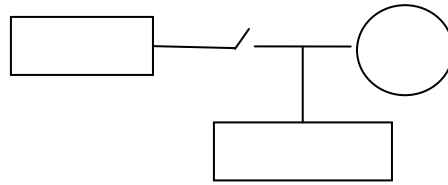
Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Listrik Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Adapun alat-alat yang digunakan adalah sebagai berikut:

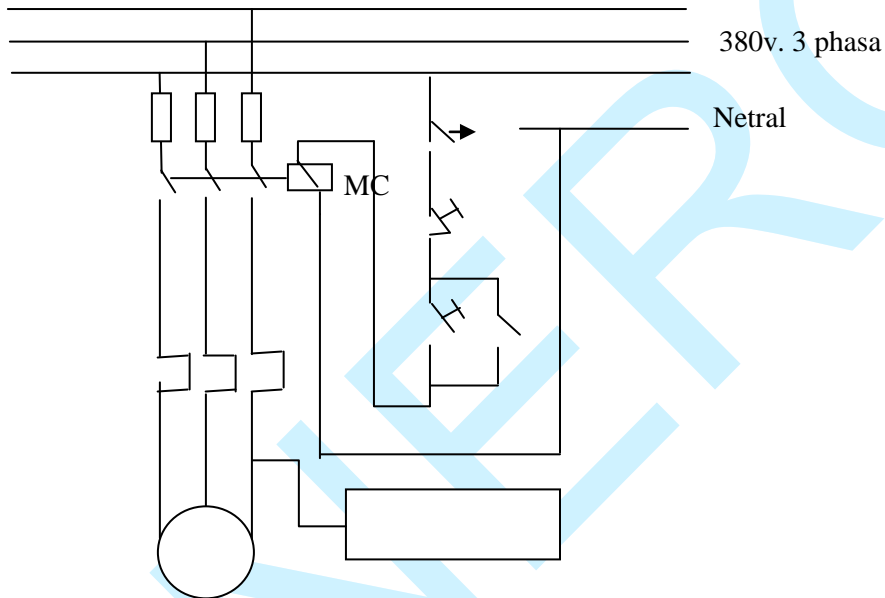
1. Diode semikonduktor
2. Oscilloscope
3. Multimeter
4. Resistor 100 ohm
5. Kabel secukupnya
6. Mesin Induksi 3 phasa, 1HP, 50hz, 380v, 1500rpm

Pada penelitian ini pertama-tama membuat rangkaian konverter 1 phasa menggunakan komponen utama thyristor kemudian dilakukan pengujian konverter 1 phasa ini sebelum dipasangkan pada mesin listrik 1 phasa dengan memberikan beban Resistor sebesar 100 ohm, kemudian hasil pulsa keluarannya diamati, setelah sesuai dengan yang diharapkan kemudian beban resistor diganti dengan mesin listrik 3 phasa. Kemudian konverter beban resistive 100 ohm dan dihubungkan pada mesin listrik 3 phasa atau mesin induksi 3 phasa. Pada awalnya mesin dalam keadaan beroperasi dengan sumber tegangan 380 v. Setelah beberapa saat kemudian tegangan suplai dilepas atau mesin dimatikan, sehingga masih ada energi putaran pada motor. Kemudian tegangan dc dari konverter diinjeksikan pada salah satu phasa tegangan input motor kemudian diamati, hasil pengamatan akan dianalisis.

Kegiatan ini diulang lagi tetapi konverter yang digunakan adalah konverter gelombang penuh yang menggunakan komponen utamanya adalah Thyristor.



Gambar 7. Blok Diagram Sistem Pengereman



Gambar 8. Diagram Pengawatan Sistem Pengereman

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Hasil Pengujian Lama Waktu Berhenti Motor Induksi Tiga Fasa dengan Pengereman Dinamis, dimana Konverter diberi Beban $R = 100\Omega$

α	TEGANGAN (Volt)		KEC. MOTOR (rpm)	WAKTU PENEREMAN (detik)	KETERANGAN
	SEBELUM DI REM	SESUDAH DI REM			
0°	210	155	1499	6	Berhenti
30°	205	155		6.5	Berhenti
45°	200	150		7	Berhenti
60°	190	140		8	Berhenti

90°	180	135		9	Berhenti
120°	160	125		10	Berhenti
135°	155	120		10.5	Berhenti
150°	150	120		11	Berhenti
180°	0	0		-	Tidak berhenti

Tabel 2. Hasil Pengujian Lama Waktu Berhenti Motor Induksi Tiga Fasa dengan Pengereman Dinamis, dimana Konverter tidak diberi beban R ($R = 0\Omega$)

α	TEGANGAN (Volt)		KEC. MOTOR (rpm)	WAKTU PENEREMAN (detik)	KETERANGAN
	SEBELUM DI REM	SESUDAH DI REM			
0°	225	165	1499	6	Berhenti
30°	225	165		7	Berhenti
45°	220	160		8	Berhenti
60°	215	155		9	Berhenti
90°	200	149		10	Berhenti
120°	180	130		14	Berhenti
135°	170	125		14.5	Berhenti
180°	0	0		-	Tidak berhenti

Pada penghentian motor tanpa pengereman dinamis, dimana putaran rotor dibiarkan berhenti dengan sendirinya, waktu yang didapatkan adalah 50 detik.

Pada penghentian motor dengan pengereman dinamis, didapatkan waktu berhenti motor yang relatif cepat. Pada penghentian motor dengan pengereman dinamis, terdapat dua pengujian yang dilakukan yaitu pada saat konverter menggunakan beban $R = 100 \Omega$ dan pada saat konverter tidak menggunakan beban R ($R = 0$).

Pada saat menggunakan $R = 100 \Omega$, dimana $\alpha = 0^\circ$, didapatkan besarnya tegangan yaitu 210 V (sebelum motor di rem). Dengan kata lain besarnya tegangan tersebut merupakan tegangan awal konverter saat motor berputar. Setelah dilakukan pengereman, maka besarnya tegangan pada konverter yang dihasilkan berubah yaitu 155 V dan waktu berhenti motor yang didapatkan adalah 6 detik.

Pada saat $\alpha = 150^\circ$, didapatkan besar tegangan yaitu 150 V. Tegangan yang didapatkan pada konverter adalah 120 V saat terjadi pengereman dan waktu berhenti motor adalah 11 detik.

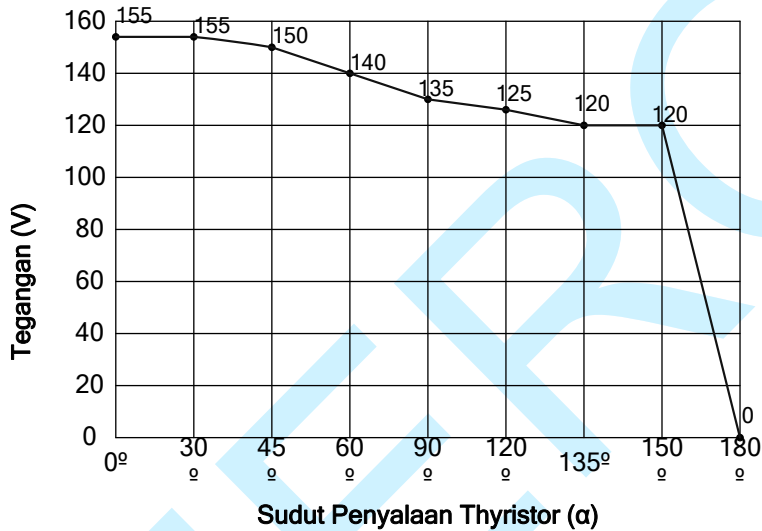
Pada saat $\alpha = 180^\circ$, tegangan pada konverter yang didapatkan pada saat motor masih berputar dan pada saat motor di rem sama yaitu 0 V, dan motor tidak berhenti ketika dilakukan pengereman.

Pada saat konverter tidak menggunakan beban R ($R = 0$), dimana $\alpha = 0^\circ$, didapatkan besar tegangan pada konverter yaitu 225 V (sebelum motor di rem). Setelah dilakukan pengereman, tegangan yang dihasilkan pada konverter yaitu 165 V dan waktu berhenti motor adalah 6 detik.

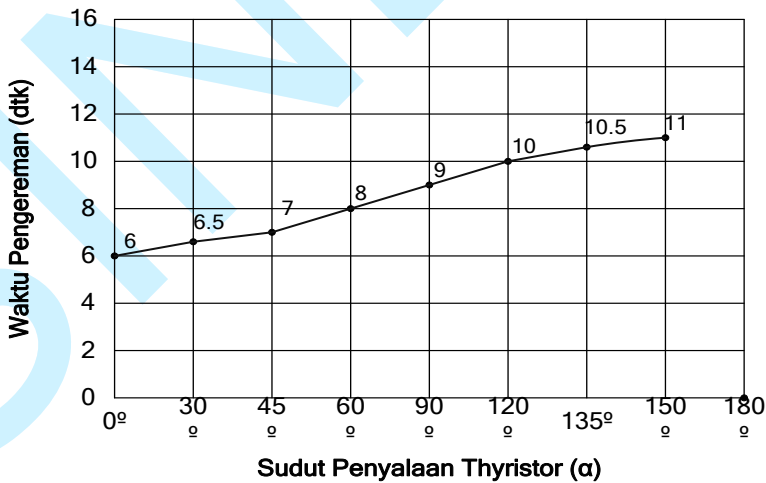
Pada saat $\alpha = 135^\circ$, didapatkan besar tegangan pada konverter 170 V. Tegangan yang didapatkan pada konverter setelah motor di rem adalah 125 V dan waktu berhenti motor 14,5 detik.

Pada saat $\alpha = 180^\circ$, tegangan konverter yang didapatkan pada saat motor berputar dan pada saat motor di rem adalah 0 V. Dan motor tidak berhenti pada saat dilakukan pengereman.

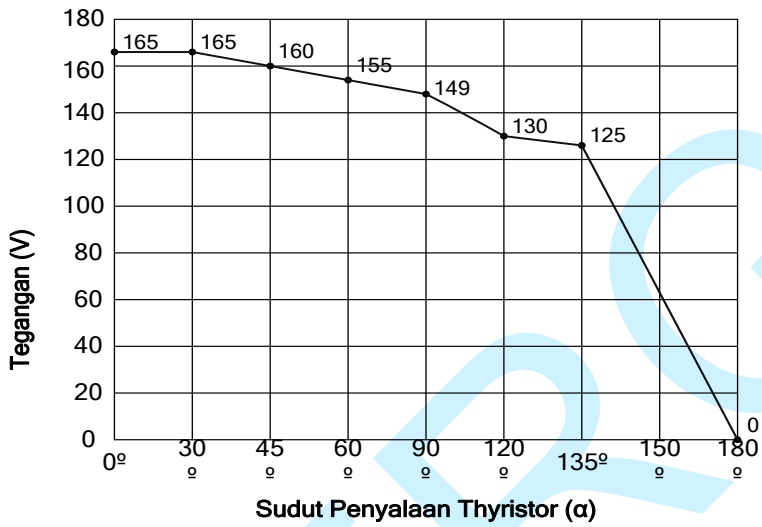
Dari data-data dan pembahasan di atas, dapat disimpulkan bahwa jika sudut penyalan thyristor (α) kecil, maka tegangan dc yang dihasilkan konverter besar dan waktu berhenti motor semakin cepat. Jadi sudut penyalan thyristor (α) dan waktu berhenti motor berbanding terbalik.



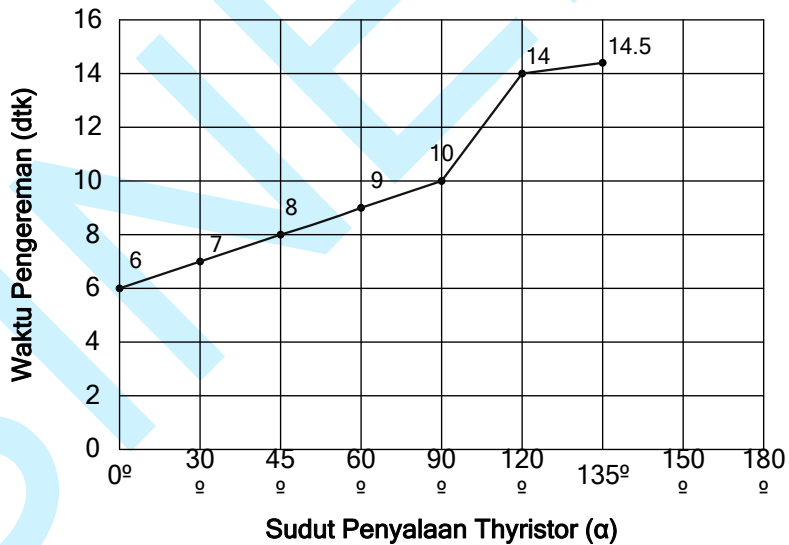
Gambar 9. Pengereman Dinamik Tegangan vs Sudut α (Konverter diberi beban $R = 100 \Omega$)



Gambar 10. Pengereman Dinamik Waktu Pengereman vs Sudut α (Konverter diberi beban $R = 100 \Omega$)



Gambar 11. Pengereman Dinamik Waktu Pengereman vs Sudut α (Konverter dengan beban $R = 0 \Omega$)



Gambar 12. Pengereman Dinamik Waktu Pengereman vs Sudut α (Konverter dengan beban $R = 0 \Omega$)

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

KESIMPULAN

Dari data pengamatan bahwa pengereman dinamik akan efektif jika keluaran dari konverter diberikan beban resistive 100 ohm, karena dengan beban ini proses stasioner medan magnet pada rotor lebih cepat. Perubahan sudut α adalah untuk mengatur besaran arus dc yang diinjeksikan pada motor ac.

SARAN

Perlu dilakukan percobaan bila konverter yang digunakan adalah jenis semi terkendali

V. DAFTAR PUSTAKA

A.E. Fitzgerald, 1999, *Electrical Machinery*, Prentice Hall International Editions.

Mohan Undeland and Robbin, 1999, *Power Electronics*, John Wiley & Sons, USA.

Muhammad H Rashid, 1998, *Power Electronics*, Prentice Hall International Editions.

P.C Sen, 1999, *Principles of Electric Machines and Power Electronics*, John Wiley & Sons, USA.