

JOB SHEET MESIN LISTRIK 2

Percobaan Medan Putar dan Arah Putaran



UNIVERSITAS NEGERI MALANG

FAKULTAS TEKNIK

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

JOB SHEET PRAKTIKUM MESIN LISTRIK 2

Materi : Motor Induksi 3 Fasa

Judul Percobaan : Percobaan Medan Putar dan Arah Putaran

Waktu : 2 x 45 menit

A. Tujuan:

1. Dapat menjelaskan prinsip kerja motor induksi tiga fasa dan parameter-parameternya.
2. Memahami medan putar stator motor induksi.
3. Memahami prinsip dasar pengaturan kecepatan motor induksi motor sangkar dan arus lilitan.
4. Memahami cara membalik arah putaran motor induksi.

B. Dasar teori :

Motor induksi tiga fasa banyak digunakan oleh dunia industri karena memiliki beberapa keuntungan. Keuntungan yang dapat diperoleh dalam pengendalian motor-motor induksi tiga fasa yaitu, struktur motor induksi tiga fasa lebih ringan (20% hingga 40%) dibandingkan motor arus searah (DC) untuk daya yang sama, harga satuan relatif lebih murah, dan perawatan motor induksi tiga fasa lebih hemat.

Pada motor induksi arus rotor bukan diperoleh dari sumber tertentu, tetapi merupakan arus yang terinduksi sebagai akibat perbedaan relatif antara putaran rotor dengan medan putar yang dihasilkan oleh stator.

Apabila sumber tegangan 3 fase dipasang pada kumparan stator, akan timbul medan putar dengan kecepatan $n_s = 120 f/P$, sehingga medan putar stator tersebut akan memotong batang konduktor pada rotor. Akibatnya pada batang konduktor dari rotor akan timbul GGL induksi. Bila $n_r = n_s$, GGL induksi tidak akan timbul dan arus tidak mengalir pada batang konduktor (rotor), dengan demikian tidak dihasilkan kopel. Dilihat dari cara kerjanya, motor induksi disebut juga sebagai motor tak serempak atau asinkron.

Motor induksi jenis ini mempunyai rotor dengan kumparan yang terdiri atas beberapa batang konduktor yang disusun sedemikian rupa sehingga menyerupai sangkar tupai.

Jika ingin membalik putaran motor balik pada R-S-T nya dengan cara menukar salah satu fasa, misal : R-S-T menjadi S-R-T.

Prinsip kerja motor induksi tiga fasa meliputi:

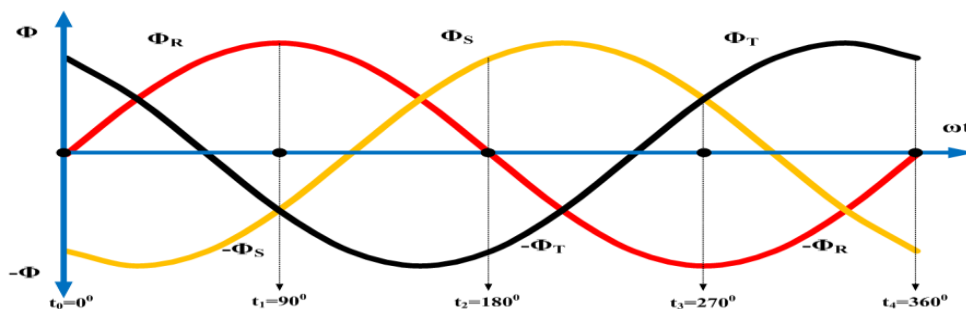
1. Sumber arus bolak-balik 3 fasa dihubungkan dengan belitan stator motor induksi tiga fasa yang terhubung bintang atau delta , maka pada kumparan akan timbul arus listrik yang menyebabkan terjadinya medan putar pada stator dengan persamaan:

$$n_s = \frac{60 \times f}{p}$$

keterangan:

- n_s = kecepatan putar medan stator atau kecepatan sinkron (ppm/putaran per menit)
 f = frekuensi (Hz)
 p = jumlah pasang kutub

Arus pada belitan tiga fasa tersebut berbentuk sinusoidal tiga fasa yang berbeda 120° listrik dengan fasa lainnya sehingga fluksi yang timbul juga mempunyai selisih 120° listrik dengan fluksi yang lainnya. Gambar 1. menunjukkan bentuk fluksi pada belitan motor induksi tiga fasa.

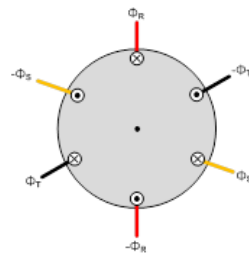


Gambar 1. Bentuk Gelombang Fluksi Belitan Stator Motor Induksi Tiga Fasa

Dari Gambar 1 mengenai bentuk fluksi belitan stator motor induksi tiga fasa dapat dituliskan dalam bentuk bilangan sinusoidal yaitu:

$$\begin{aligned}\Phi_R &= \Phi_{Rmax} \sin(\omega t + 0^\circ) \\ \Phi_S &= \Phi_{Smax} \sin(\omega t - 120^\circ) \\ \Phi_T &= \Phi_{Tmax} \sin(\omega t - 240^\circ)\end{aligned}$$

Sehingga letak kumparan motor dan fluksi (Φ) antar masing-masing fasa mempunyai selisih 120° listrik yang dapat dilihat pada Gambar 2 mengenai letak fluksi belitan pada motor induksi tiga fasa.



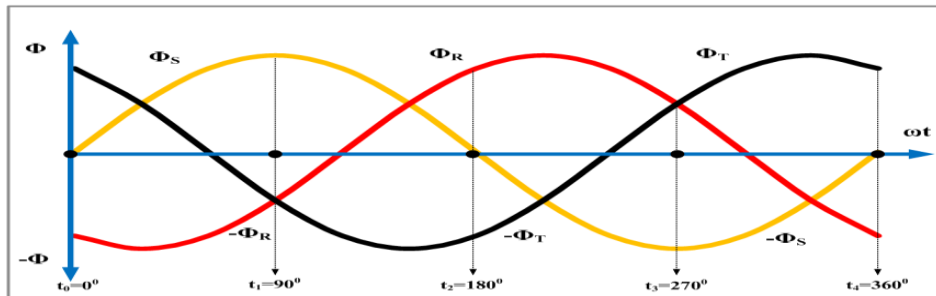
Gambar 2. Letak belitan stator

Beberapa contoh tabel yang menunjukkan arah perputaran medan putar stator motor induksi tiga fasa yang mengacu pada Gambar 1 dan 2, maka gambar arah putaran medannya dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Siklus Waktu Perputaran Medan Stator

Siklus Waktu			Gambar Letak Fluksi
Pada $t_0=0^\circ$			
$\Phi_R = \Phi_{Rmax} \sin(\omega t + 0^\circ)$	$\Phi_S = \Phi_{Smax} \sin(\omega t - 120^\circ)$	$\Phi_T = \Phi_{Tmax} \sin(\omega t - 240^\circ)$	
$\Phi_R = \Phi_{Rmax} \sin(0^\circ + 0^\circ)$	$\Phi_S = \Phi_{Smax} \sin(0^\circ - 120^\circ)$	$\Phi_T = \Phi_{Tmax} \sin(0^\circ - 240^\circ)$	
$\Phi_R = \Phi_{Rmax} \sin(0^\circ)$	$\Phi_S = \Phi_{Smax} \sin(-120^\circ)$	$\Phi_T = \Phi_{Tmax} \sin(-240^\circ)$	
$\Phi_R = 0$	$\Phi_S = -\Phi_{Smax} \frac{1}{2} \sqrt{3}$	$\Phi_T = \Phi_{Tmax} \frac{1}{2} \sqrt{3}$	
Pada $t_1=90^\circ$			
$\Phi_R = \Phi_{Rmax} \sin(\omega t + 0^\circ)$	$\Phi_S = \Phi_{Smax} \sin(\omega t - 120^\circ)$	$\Phi_T = \Phi_{Tmax} \sin(\omega t - 240^\circ)$	
$\Phi_R = \Phi_{Rmax} \sin(90^\circ + 0^\circ)$	$\Phi_S = \Phi_{Smax} \sin(90^\circ - 120^\circ)$	$\Phi_T = \Phi_{Tmax} \sin(90^\circ - 240^\circ)$	
$\Phi_R = \Phi_{Rmax} \sin(90^\circ)$	$\Phi_S = \Phi_{Smax} \sin(-30^\circ)$	$\Phi_T = \Phi_{Tmax} \sin(-150^\circ)$	
$\Phi_R = \Phi_{Rmax}$	$\Phi_S = -\Phi_{Smax} \frac{1}{2}$	$\Phi_T = -\Phi_{Tmax} \frac{1}{2}$	

Untuk membalik arah putaran medan stator dapat dilakukan dengan membalik salah satu fasanya seperti R-V, S-U, dan T –U dan letak belitan akan tetap seperti Gambar 2. Gambar 3 merupakan gambar gelombang fluksi yang telah dibalik salah satu fasanya.



Gambar 3 Bentuk Gelombang Fluksi Belitan Stator Motor Induksi Tiga Fasa saat salah satu fasa dibalik

Sehingga dari Gambar 3 dapat dituliskan dalam bentuk bilangan sinusoidal yaitu:

$$\begin{aligned}\Phi_R &= \Phi_{Rmax} \sin (\omega t-120^0) \\ \Phi_S &= \Phi_{Smax} \sin (\omega t+0^0) \\ \Phi_T &= \Phi_{Tmax} \sin (\omega t-240^0)\end{aligned}$$

Tabel 2. Siklus Waktu Perputaran Medan Stator ketika salah satu fasanya dibalik

Siklus Waktu	Gambar Letak Fluksi
<p>Pada $t_0=0^0$</p> $\begin{aligned}\Phi_R &= \Phi_{Rmax} \sin (\omega t-120^0) & \Phi_S &= \Phi_{Smax} \sin (\omega t+0^0) & \Phi_T &= \Phi_{Tmax} \sin (\omega t-240^0) \\ \Phi_R &= \Phi_{Rmax} \sin (0^0-120^0) & \Phi_S &= \Phi_{Smax} \sin (0^0+ 0^0) & \Phi_T &= \Phi_{Tmax} \sin (0^0-240^0) \\ \Phi_R &= \Phi_{Rmax} \sin (-120^0) & \Phi_S &= \Phi_{Smax} \sin (0^0) & \Phi_T &= \Phi_{Tmax} \sin (-240^0) \\ \Phi_R &= -\Phi_{Rmax} \frac{1}{2} \sqrt{3} & \Phi_S &= 0 & \Phi_T &= \Phi_{Tmax} \frac{1}{2} \sqrt{3}\end{aligned}$	
<p>Pada $t_1=90^0$</p> $\begin{aligned}\Phi_R &= \Phi_{Rmax} \sin (\omega t-120^0) & \Phi_S &= \Phi_{Smax} \sin (\omega t+0^0) & \Phi_T &= \Phi_{Tmax} \sin (\omega t-240^0) \\ \Phi_R &= \Phi_{Rmax} \sin (90^0-120^0) & \Phi_S &= \Phi_{Smax} \sin (90^0+0^0) & \Phi_T &= \Phi_{Tmax} \sin (90^0-240^0) \\ \Phi_R &= \Phi_{Rmax} \sin (-30^0) & \Phi_S &= \Phi_{Smax} \sin (90^0) & \Phi_T &= \Phi_{Tmax} \sin (-150^0) \\ \Phi_R &= -\Phi_{Rmax} \frac{1}{2} & \Phi_S &= \Phi_{Smax} \frac{1}{2} & \Phi_T &= -\Phi_{Tmax} \frac{1}{2}\end{aligned}$	

- Setelah pada stator timbul medan stator dan arah putaran medan, maka medan tersebut akan memotong batang konduktor pada rotor.

3. Sehingga pada kumparan rotor akan timbul tegangan induksi (GGL) dari rotor sebesar

$$E_R = 4,44 \times f_R \times Z_R \times \Phi_s \times 10^{-8}$$

keterangan:

E_R = tegangan induksi pada saat rotor berputar (Volt)

f_R = frekuensi rotor (Hz)

Z_R = jumlah penghantar pada rotor

Φ_s = fluksi per kutub (Maxwell)

4. Karena kumparan rotor merupakan rangkaian tertutup, maka GGL akan menghasilkan arus yang besar karena batang-batang konduktor masing-masing dihubungkan melalui cincin hubung singkat.
5. Sesuai dengan persamaan pada hukum Lorentz yaitu:

$$F = B \times I \times L$$

keterangan:

F = gaya pada rotor (Newton)

B = kerapatan fluksi (Maxwell/m²)

I = arus yang mengalir (Ampere)

L = panjang penghantar (m)

Maka pada rotor akan timbul gaya pada rotor dan sesuai dengan persamaan sehingga pada rotor akan timbul torsi

$$T = F \times r$$

keterangan:

T = torsi (Newton meter)

F = gaya pada rotor (Newton)

r = jari-jari rotor (meter)

6. Bila kopel (torsi) mula yang dihasilkan oleh gaya sesuai dengan persamaan tersebut cukup besar, maka rotor akan berputar yang searah dengan medan putar stator motor induksi tiga fasa.
7. Syarat terbentuknya tegangan induksi haruslah ada perbedaan kecepatan relatif (disebut sebagai “slip”) antara kecepatan medan putar stator dengan (n_s) dan kecepatan putar rotor (n_r). Sehingga slip motor dapat dituliskan pada persamaan

$$s\% = \frac{n_s - n_r}{n_s} \times 100\%$$

keterangan:

s = slip motor

n_s = kecepatan putar medan stator (ppm)

n_r = kecepatan putar rotor (ppm)

Harga slip motor induksi tergantung dari perubahan kecepatan putarannya.

Pada saat *start*, putaran rotor (n_r) = 0 ppm, sehingga didapat :

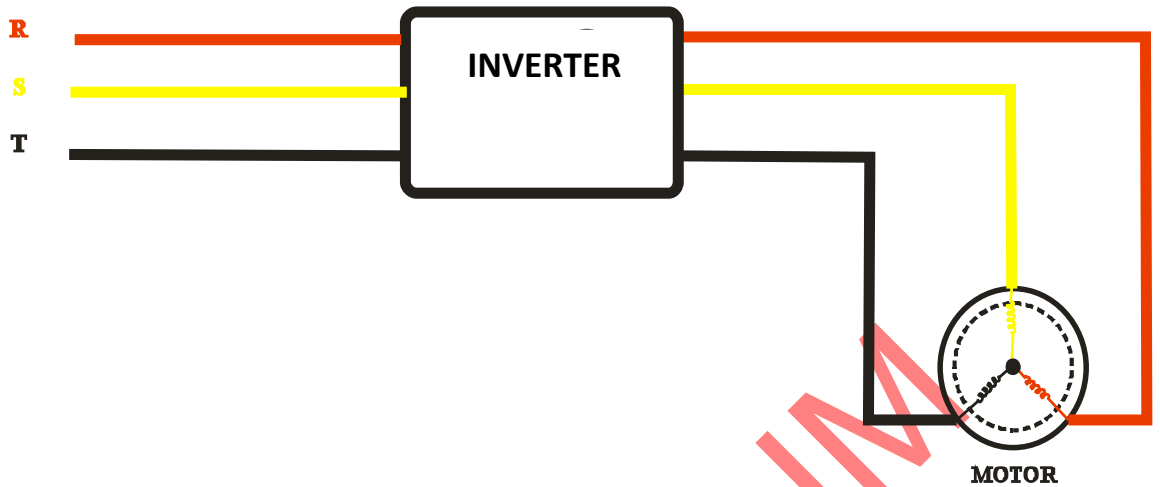
$$s(\%) = \frac{n_s - 0}{n_s} \times 100\%$$

$s(\%) = 100\%$, sehingga motor dalam keadaan diam. Pada saat sinkron $n_r = n_s$

$$s(\%) = \frac{n_s - n_s}{n_s} \times 100\%$$

$s(\%) = 0\%$, sehingga motor dalam keadaan diam.

C. Skema Rangkaian Percobaan



D. Alat dan Bahan Percobaan

- | | |
|--------------------------|------------|
| 1. Motor AC 3 fasa..... | 1 buah |
| 2. AVO meter..... | 1 buah |
| 3. Tespen..... | 1 buah |
| 4. Ampere meter AC..... | 1 buah |
| 5. Clamp meter..... | 1 buah |
| 6. Tacho meter..... | 1 buah |
| 7. Inverter..... | 1 buah |
| 8. Kabel penghubung..... | Secukupnya |

E. Langkah kerja Percobaan

1. Siapkan alat dan bahan.
2. Cek perlengkapan yang akan digunakan
3. Lepas rotor motor induksi dan letakkan sebutir pelor/gotri dalam ruangan rotor tadi.
4. Susun rangkaian percobaan.
5. Sambungkan Inverter ke Motor.
6. Atur output PLC sehingga keluaranya 20% dari tegangan kerja mesin.
7. Catat arah putaran peluru untuk hubungan stator.
8. Perhatikan peluru yang berputar di ruangan rotor motor.

F. Data Hasil Percobaan:

Arah putaran peluru untuk hubungan stator

1.) R – U

S – V

T – W

2.) R – V

S – U

T – W

3.) R – U

S – W

T – V

4.) R – V

S – W

T – U

G. Tugas dan Analisa Data:

Buktikan secara matematis dan gambarkan secara vektoris arah medan stator dengan membalik semua fasa yang masuk ke belitan stator motor induksi tigafasa akan menghasilkan arah putaran yang berlawanan dengan arah jarum jam !

H. Kesimpulan:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(Buatlah kesimpulan dari analisa data yang anda kerjakan).

I. Keselamatan Kerja:

1. Perhatikan keamanan kerja anda selama praktikum, baik pakaian, alat-alat kerja maupun instalasi yang anda buat.
2. Teliti ulang rangkaian sebelum tegangan input di on kan

J. Daftar Rujukan:

1.
2.
3.
4.

K. Penilaian:

1. Kebenaran langkah-langkah percobaan.....
2. Kebenaran rangkaian.....
3. Kelengkapan data hasil percobaan.....
4. Analisa Data dan kesimpulan.....
5. Laporan praktikum.....

Malang,.....

Mengetahui,
Dosen Pengampu,

Ast. Dosen,

Drs. HARI PUTRANTO
