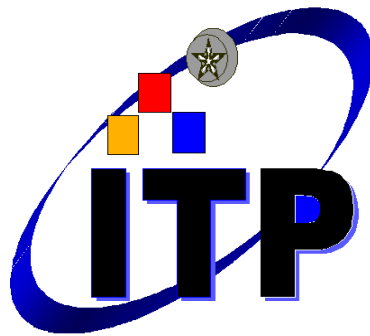


LAPORAN TAHUNAN
PENELITIAN FUNDAMENTAL



PENGEMBANGAN SISTEM PENGOPERASIAN MOTOR
INDUKSI 3-FASA PADA SISTEM TENAGA 1-FASA
(UNTUK MOTOR SISTEM HUBUNGAN BINTANG)

Tahun ke 1 dari rencana 2 tahun

oleh:

Ketua Peneliti : Zuriman Anthony, ST. MT.
NIDN : 1021096902

Anggota : Ir. Erhaneli, MT
NIDN : 1020066301

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI PADANG
Oktober, 2013

Dibiayai oleh DIPA Kopertis Wilayah X, No. DIPA – 032.04.2.532476/2013
tanggal 5 Desember 2012, sesuai dengan surat Perjanjian Pelaksanaan Penelitian
Fundamental No. 02/O10/KM/2013, tanggal 18 Februari 2013

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Penelitian : **Pengembangan sistem pengoperasian motor induksi 3-fasa pada sistem tenaga 1-fasa (untuk motor sistem hubungan bintang)**

Peneliti/pelaksana

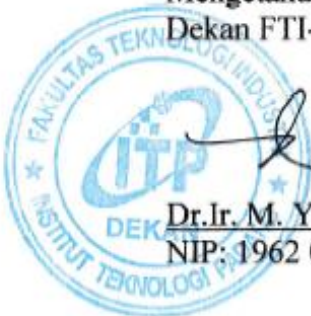
a. Nama Lengkap : Zuriman Anthony, ST. MT.
b. NIDN : 1021096902
c. Jabatan Fungsional : Lektor Kepala
d. Program Studi : Teknik Elektro S1
e. No. HP : 085669006218
f. Alamat surel (e-mail) : zuriman@itp.ac.id dan antoslah@gmail.com

Anggota

a. Nama Lengkap : Ir. Erhaneli, MT.
b. NIDN : 1020066301
c. Perguruan Tinggi : Institut Teknologi Padang

Penanggung Jawab : Zuriman Anthony, MT
Tahun Pelaksanaan : Tahun ke 1 dari rencana 2 tahun
Biaya Tahun Berjalan : Rp. 40.000.000,-
Biaya Keseluruhan : Rp. 90.000.000,-

Mengetahui,
Dekan FTI- ITP



Dr.Ir. M. Yahya, MSc. Eng
NIP: 1962 0303 1991121 001

Padang, 31 Oktober 2013

Ketua,

Zuriman Anthony, ST. MT
NIK: 19966911027

Menyetujui,
Ketua LP3M,



Mitarni, S.Si, MT.
NIK: 20097511051

RINGKASAN

Motor induksi 3-fasa merupakan motor listrik 3-fasa yang bekerja berdasarkan induksi medan elektromagnetik dari kumparan stator ke rotornya. Oleh karena itu, biasanya motor ini mempunyai faktor daya yang rendah dengan torsi start yang kecil. Khusus untuk motor induksi rotor sangkar tidak ada cara lain untuk meningkatkan torsiya kecuali dengan mengoperasikannya pada sistem tenaga 1-fasa dengan menggunakan kapasitor.

Penelitian ini dimaksudkan untuk membuat suatu metode baru yang baik dan sederhana untuk mengoperasikan motor induksi 3-fasa pada sistem tenaga 1-fasa dengan menggunakan kapasitor. Penelitian ini dilakukan di Labor Teknik Elektro Institut Teknologi Padang dengan objek penelitian adalah motor induksi 3-fasa, 1500 W, 380 V/Y, 4 kutup, 50 Hz, 1400 rpm dan 3,6 A. Untuk membuktikan keberhasilan dari metode yang dibuat, maka metode ini diuji di labor.

Dari penelitian yang telah dilakukan diperoleh hasil bahwa metode yang dibuat dapat digunakan untuk mengoperasikan motor induksi 3-fasa dengan baik mulai dari beban yang rendah sampai dengan 85% dari beban penuh 3-fasanya. Motor ini mempunyai kinerja yang lebih baik saat beroperasi pada sistem tenaga 1-fasa dimana motor dapat bekerja dengan faktor daya yang mendekati 1 (satu) dengan kecepatan yang lebih tinggi dan dengan efisiensi yang sedikit lebih baik. Tetapi motor ini beroperasi dengan distorsi harmonik arus yang tinggi pada beban yang rendah dan dengan distorsi harmonik arus yang rendah pada beban yang tinggi. Oleh karena itu motor ini sangat baik beroperasi pada beban yang tinggi hingga 85% dari rating 3-fasanya. Rumus yang diberikan untuk menghitung nilai kapasitor yang dibutuhkan sangat sederhana sehingga mudah digunakan.

PRAKATA

Berkat Rahmat Allah yang Maha Kuasa dan Maha Penyayang, akhirnya penelitian tahun 1 (pertama) ini dapat berjalan dengan lancar hingga selesai. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Elektro Institut Teknologi Padang dengan judul 'Pengembangan sistem pengoperasian motor induksi 3-fasa pada sistem tenaga 1-fasa (untuk motor sistem hubungan bintang)' yang memang pada tahun 1 ini ditujukan untuk motor induksi 3-fasa hubungan bintang.

Ucapan terimakasih saya haturkan kepada semua pihak yang telah berperan penting sehingga terlaksananya penelitian ini dengan baik dan sukses. Tidak lupa saya ucapkan juga terimakasih kepada mahasiswa, asisten dan teknisi Labor Teknik Elektro ITP yang telah turut membantu dalam proses penelitian hingga penelitian ini dapat berjalan dengan baik dan lancar.

Akhir kata, semoga penelitian ini bermanfaat bagi penulis dan masyarakat serta dapat menambah wawasan dalam mengembangkan khasanah ilmu pengetahuan. Semoga penelitian ini dapat dilanjutkan untuk menghasilkan karya inovasi yang bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan, bangsa dan Negara.

Peneliti,

Zuriman Anthony

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
RINGKASAN	iii
PRAKATA.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN.....	x
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang dan Permasalahan yang Diteliti.....	1
1.2 Urgensi Penelitian.....	5
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 Studi Literatur.....	8
2.2 Landasan Teori	11
2.2.1 Pengenalan Motor Induksi	11
2.2.2 Konstruksi Motor Induksi	12
2.2.3 Prinsip Kerja Motor Induksi	14
2.2.4 Instalasi Tenaga Motor Induksi.....	21
2.2.5 Slip pada Motor Induksi.....	23
2.2.6 Rangkaian Ekuivalen Motor Induksi 3-fasa.....	25
2.2.7 Daya, efisiensi dan torsi pada Motor Induksi.....	27
2.2.8 Mengoperasikan Motor Induksi 3-fasa pada Sistem Tenaga 1-fasa.....	29
2.2.9 Harmonik pada Sistem Tenaga	34
2.2.10 Filter (Tapis) Harmonik	36
BAB 3. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN	38
3.1 Tujuan Penelitian.....	38
3.2 Manfaat Penelitian.....	38
BAB 4. METODE PENELITIAN	39
4.1 Tempat dan Waktu.....	39
4.2 Bahan dan Alat	39
4.3 Metode Disain.....	40
4.4 Prosedur Pengujian dan Bagan Alir Penelitian.....	43
4.5 Metode Perhitungan.....	44
4.6 Indikator Kinerja.....	45
4.7 Luaran Penelitian.....	45

BAB 5. HASIL YANG DICAPAI.....	48
5.1 Rangkaian kapasitor start.....	48
5.2 Menentukan bentuk rangkaian kapasitor jalan	50
5.3 Validasi hasil perhitungan	66
BAB 6. RENCANA TAHAPAN BERIKUTNYA	68
BAB 7. KESIMPULAN DAN SARAN	69
7.1 Kesimpulan.....	69
7.2 Saran	69
DAFTAR PUSTAKA	71
LAMPIRAN.....	74

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel L1 Data hasil percobaan pengoperasian motor induksi 3-fasa hub. Y pada sistem tenaga 1-fasa (1-fs)	94
Tabel L2 Data hasil percobaan saat motor beroperasi pada sistem tenaga listrik 3-fasa (3-fs).....	96

DAFTAR GAMBAR

		Halaman
Gambar 2.1	Bentuk motor induksi.....	11
Gambar 2.2	Contoh data yang ada di plat nama motor induksi	12
Gambar 2.3	Konstruksi motor induksi untuk dua jenis rotor yang berbeda	13
Gambar 2.4	Gambaran sederhana motor induksi dengan satu kumparan stator dan satu kumparan rotor.....	14
Gambar 2.5	Bentuk hubungan sederhana kumparan motor induksi 3-fase dengan dua kutub stator	16
Gambar 2.6	Fluks yang terjadi pada motor induksi 3-fase dari gambar 2.5	16
Gambar 2.7	Bentuk perputaran fluks (medan magnet) stator dari gambar 2.6.....	17
Gambar 2.8	Teori perputaran medan ganda pada motor induksi 1-fase	20
Gambar 2.9	Instalasi tenaga dalam mengoperasikan motor induksi.....	22
Gambar 2.10	Rangkaian ekuivalen motor induksi 3-fasa per fasa	25
Gambar 2.11	Rangkaian pendekatan dari gambar 2.10	26
Gambar 2.12	Rangkaian ekuivalen pendekatan motor induksi 3-fasa per fasa	26
Gambar 2.13	Bentuk pengoperasian motor induksi pada sistem 1-fasa : a) motor kapasitor : b) motor induksi 3-fasa menurut Scheda (1985) : c) motor induksi 3-fasa menurut Smith (1999).....	29
Gambar 2.14	Bentuk lain sistem pengoperasian motor induksi pada sistem 1-fasa (Anthony, 2008).....	32
Gambar 2.15	Bentuk dasar filter pasif arus harmonik	37
Gambar 4.1	Rangkaian penempatan kapasitor start (Cs) pada kumparan motor induksi 3-fasa saat beroperasi pada sistem tenaga listrik 1-fasa.....	40
Gambar 4.2	Rangkaian penempatan kapasitor jalan (Cr) pada kumparan motor induksi 3-fasa saat beroperasi pada sistem tenaga listrik 1-fasa.....	40
Gambar 4.3	Rangkaian penempatan kapasitor jalan (Cr) dengan metode yang lain pada kumparan motor induksi 3-fasa saat beroperasi pada sistem tenaga listrik 1-fasa.....	41
Gambar 4.4	Bentuk rangkaian penempatan alat ukur dalam pengujian pengoperasian motor induksi 3-fasa pada: a) sistem tenaga listrik 3-fasa dan b) sistem tenaga listrik 1-fasa.....	43
Gambar 4.5	Bagan alir saat motor beroperasi pada sistem tenaga listrik 3-fasa	46
Gambar 4.6	Bagan alir saat motor beroperasi pada sistem tenaga 1-fasa....	47
Gambar 5.1	Hubungan X_c terhadap torsi start yang dihasilkan	48
Gambar 5.2	Grafik hubungan perubahan beban terhadap arus yang melewati kumparan motor dengan kondisi nilai kapasitor yang bervariasi	56

Gambar 5.3	Grafik hubungan perubahan beban terhadap arus yang melewati kumparan motor dengan nilai kapasitor 20 uF dan 25,55 uF	56
Gambar 5.4	Grafik hubungan perubahan beban terhadap arus saluran motor dengan nilai kapasitor jalan 20 uF dan 25,55 uF.....	57
Gambar 5.5	Grafik perbandingan arus masukan motor induksi 3-fasa saat beroperasi pada sistem 3-fasa (3-fs) dan sistem 1-fasa dengan menggunakan kapasitor 20 uF (1-fs 20) dan 25,55 uF (1-fs 25,5)	58
Gambar 5.6	Grafik perbandingan daya keluaran motor induksi 3-fasa saat beroperasi pada sistem 3-fasa (3-fs) dan sistem 1-fasa dengan menggunakan kapasitor 20 uF (1-fs 20) dan 25,55 uF (1-fs 25,5)	58
Gambar 5.7	Grafik perbandingan efisiensi motor induksi 3-fasa saat beroperasi pada sistem 3-fasa (3-fs) dan sistem 1-fasa dengan menggunakan kapasitor 20 uF (1-fs 20) dan 25,55 uF (1-fs 25,5)	59
Gambar 5.8	Grafik perbandingan faktor daya motor induksi 3-fasa saat beroperasi pada sistem 3-fasa (3-fs) dan sistem 1-fasa dengan menggunakan kapasitor 20 uF (1-fs 20) dan 25,55 uF (1-fs 25,5)	60
Gambar 5.9	Grafik perbandingan kecepatan motor induksi 3-fasa saat beroperasi pada sistem 3-fasa (3-fs) dan sistem 1-fasa dengan menggunakan kapasitor 20 uF (1-fs 20) dan 25,55 uF (1-fs 25,5)	60
Gambar 5.10	Grafik perbandingan torsi mekanik pada motor induksi 3-fasa saat beroperasi pada sistem 3-fasa (3-fs) dan sistem 1-fasa dengan menggunakan kapasitor 20 uF (1-fs 20) dan 25,55 uF (1-fs 25,5).....	61
Gambar 5.11	Grafik perbandingan Total Distorsi Harmonik arus (THDi) pada motor induksi 3-fasa saat beroperasi pada sistem 3-fasa (3-fs) dan sistem 1-fasa dengan menggunakan kapasitor 20 uF (1-fs 20) dan 25,55 uF (1-fs 25,5).....	61
Gambar 5.12	Rangkaian kendali untuk mengoperasikan motor	63
Gambar 5.13	Hubungan pengaruh perubahan nilai kapasitor jalan (Cr) terhadap arus masukan (I_L), faktor daya (fd) dan daya masukan motor induksi	64
Gambar 5.14	Faktor daya motor dilihat lebih dekat pada posisi antara 19,5 uF dan 21,5 uF	64
Gambar 5.15	Daya masukan motor dilihat lebih dekat pada posisi antara 19,5 uF dan 21,5 uF	65
Gambar 5.16	Arus masukan motor dilihat lebih dekat pada posisi antara 19,5 uF dan 21,5 uF	65

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman	
Lampiran 1	Hasil pengukuran saat dilakukan pengujian pada motor induksi 3-fasa saat beroperasi dengan berbagai kondisi duksi 3-fasa	75
Lampiran 2	Foto-foto yang berhubungan dengan kegiatan penelitian	89
Lampiran 3	Tabel-tabel hasil penelitian	95
Lampiran 4	Personalia tenaga peneliti beserta kualifikasinya.....	98
Lampiran 5	Draf makalah penelitian yang akan dimasukkan ke Jurnal Nasional atau Internasional	106
Lampiran 6	Makalah penelitian yang telah diseminarkan secara Nasional.	111