

LAPORAN AKHIR
PENELITIAN FUNDAMENTAL



PENGEMBANGAN MODEL SISTEM PENGOPERASIAN
MOTOR INDUKSI 3-FASA PADA SISTEM TENAGA 1-FASA

Tahun ke 1 dari rencana 2 tahun

oleh:

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

Anggota 1 : Ir. Erhaneli, MT
NIDN : 1020066301

Anggota 2 : Busran, SPd, MT
NIDN : 1013087202

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI PADANG

Nopember, 2015

Dibiayai oleh DIPA Kopertis Wilayah X No. SP DIPA – 023.04.1.673453/2015
tanggal 14 November 2014, sesuai dengan surat Perjanjian Pelaksanaan Penelitian
Fundamental No. 29/KONTRAK/O10/KM/2015, tanggal 16 Februari 2015

HALAMAN PENGESAHAN

Judul : Pengembangan Model Sistem Pengoperasian Motor induksi 3-fasa pada Sistem Tenaga 1-fasa

Peneliti/pelaksana
Nama Lengkap : ZURIMAN ANTHONY ST, MT
NIDN : 1021096902
Jabatan Fungsional :
Program Studi : Teknik Elektro
Nomor HP : 085669006218
Alamat Surel (e-mail) : antoslah@gmail.com

Anggota (1)
Nama Lengkap : Ir. ERHANELI, MT
NIDN : 1020066301
Perguruan Tinggi : Institut Teknologi Padang

Anggota (2)
Nama Lengkap : BUSRAN, S.Pd. MT.
NIDN : 1013087202
Perguruan Tinggi : Institut Teknologi Padang
Institusi Mitra (jika ada)
Nama Institusi Mitra : -
Alamat : -
Penanggung Jawab : -
Tahun Pelaksanaan : Tahun ke 1 dari rencana 2 tahun
Biaya Tahun Berjalan : Rp. 56.000.000,00
Biaya Keseluruhan : Rp. 149.400.000,00


Mengetahui,
Dekan FTI - ITP



(Arlita Yuana Dewi, S.T., MT)
NIP/NIK 19987511031



Padang, 8 - 11 - 2015
Ketua,



(ZURIMAN ANTHONY ST, MT)
NIP/NIK 19966911027

Menyetujui,
Kepala LP2M



(Nofriady Handra, S.T, M.Sc.)
NIP/NIK 19987011035



RINGKASAN

Motor induksi 3-fasa merupakan motor induksi yang secara normal beroperasi pada sistem tenaga listrik 3-fasa. Untuk aplikasi khusus, motor ini dapat dioperasikan pada sistem tenaga 1-fasa dengan menggunakan rangkaian kapasitor pada motor. Telah ditemukan rumusan untuk menghitung nilai kapasitor jalan, arus masukan dan faktor daya saat mengoperasikan motor pada sistem 1-fasa dengan beban tertentu, tetapi tidak diketahui saat motor bekerja dengan kondisi beban yang berubah atau dengan nilai kapasitor jalan yang berubah.

Penelitian ini dimaksudkan untuk membuat bentuk rangkaian ekuivalen motor induksi 3-fasa saat beroperasi pada sistem 1-fasa yang dilengkapi dengan rumus pendukung yang memadai agar diketahui kinerja motor saat terjadi perubahan beban pada motor. Untuk memvalidasi rangkaian dan rumus yang dibuat, maka juga dilakukan percobaan di labor sebagai pembandingan hasil perhitungan terhadap hasil percobaan. Penelitian ini dilakukan di Labor Teknik Elektro Institut Teknologi Padang dengan objek penelitian adalah motor induksi 3-fasa, 1,5 HP, 380/220 V, Y/ Δ , 2,75/4,74 A 4 kutup, 50 Hz, 1400 rpm dan motor induksi lain dengan tipe yang mirip yaitu motor induksi 3-fasa, 1,5 HP, 380/220 V, Y/ Δ , 2,7/4,7 A 4 kutup, 50 Hz, 1400 rpm.

Dari penelitian yang telah dilakukan diperoleh hasil bahwa rangkaian ekuivalen saat motor induksi 3-fasa beroperasi pada sistem 1-fasa mirip dengan rangkaian ekuivalen motor induksi 1-fasa jenis motor kapasitor tetapi ada faktor pengali (k) yang diterapkan pada rangkaian impedansi motor yang tergantung dari bentuk rangkaian kapasitor pada kumparan motor. Rangkaian ekuivalen dengan rumus yang diberikan mempunyai tingkat keakuratan rata-rata di atas 91%.

PRAKATA

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

Ucapan terimakasih saya haturkan kepada semua pihak yang telah ikut mendukung 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. Saya juga tidak lupa mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Jenderal Sumber Daya Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi (Dirjen Sumberdaya Iptek dan Dikti) Republik Indonesia yang telah mendanai penelitian ini.

Akhir kata, semoga penelitian ini bermanfaat bagi penulis dan masyarakat serta dapat memberikan sumbangsih dalam perkembangan ilmu pengetahuan. Semoga penelitian ini dapat dilanjutkan untuk menghasilkan karya inovasi yang bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan, bangsa dan Negara.

Ketua 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 Tujuan Khusus.....	3
1.3 Urgensi Penelitian.....	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Studi Literatur.....	5
2.2 Landasan Teori	7
2.2.1 Pengenalan Motor Induksi	7
2.2.2 Konstruksi Motor Induksi	9
2.2.3 Prinsip Kerja Motor Induksi	11
2.2.4 Instalasi Tenaga Motor Induksi.....	18
2.2.5 Slip pada Motor Induksi.....	20
2.2.6 Rangkaian Ekuivalen Motor Induksi 3-fasa.....	22
2.2.7 Daya, efisiensi dan torsi pada Motor Induksi.....	24
2.2.8 Motor kapasitor	26
2.2.9 Mengoperasikan Motor Induksi 3-fasa pada Sistem Tenaga 1-fasa.....	30
2.2.10 Rangkaian Ekuivalen Motor Induksi 3-fasa Saat Beroperasi pada Sistem Tenaga 1-fasa	37
BAB 3. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN.....	40
3.1 Tujuan Penelitian.....	40
3.2 Manfaat Penelitian.....	40
BAB 4. METODE PENELITIAN	41
4.1 Tempat dan Waktu.....	41
4.2 Bahan dan Alat	41
4.3 Metode Disain.....	41
4.4 Prosedur Pengujian dan Bagan Alir Penelitian.....	42
4.5 Metode Perhitungan.....	44
4.6 Indikator Kinerja.....	45

4.7 Luaran Penelitian	45
BAB 5. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	46
5.1 Rangkaian ekivalen motor	46
5.2 Rumus Pendukung untuk Metode 1 (metode Anthony)	47
5.3 Rumus Pendukung untuk Metode 2 (metode Scheda).....	51
5.4 Rumus Pendukung untuk Metode 3 (metode Smith).....	52
BAB 6. RENCANA TAHAPAN BERIKUTNYA	55
BAB 7. KESIMPULAN DAN SARAN	56
7.1 Kesimpulan	56
7.2 Saran	56
DAFTAR PUSTAKA	57
LAMPIRAN.....	59

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1	Perbandingan hasil perhitungan terhadap hasil percobaan pada kecepatan rotor 1404RPM..... 48
Tabel 2	Perbandingan hasil perhitungan terhadap hasil percobaan pada kecepatan rotor 1425 RPM pada motor 2..... 50
Tabel 3	Perbandingan hasil perhitungan terhadap hasil percobaan pada kecepatan rotor 1366 RPM dengan metode 2 52
Tabel 4	Perbandingan hasil perhitungan terhadap hasil percobaan pada kecepatan rotor 1337 RPM dengan metode 3 53
Tabel L1	Data pengujian untuk menentukan parameter motor induksi dan tahanan Generator Sinkron..... 63
Tabel L2	Data hasil percobaan pengoperasian motor induksi 3-fasa pada sistem tenaga 1-fasa 64
Tabel L3	Data lanjutan hasil percobaan dari tabel L2 64
Tabel L4	Data hasil percobaan saat motor beroperasi pada sistem tenaga listrik 3-fasa dengan hubungan delta..... 65
Tabel L5	Data lanjutan hasil percobaan dari tabel L4 65
Tabel L6	Data pengujian untuk menentukan parameter motor induksi 66
Tabel L7	Data pengujian motor induksi 3-fasa saat hubungan bintang 66
Tabel L8	Data pengujian motor induksi 3-fasa pada sistem 1-fasa dengan metode 1 dengan $C_s = 24,2 \text{ uF}$ dan $C_r = 19,6 \text{ uF}$ 67
Tabel L9	Data pengujian motor induksi 3-fasa pada sistem 1-fasa dengan metode 2 dengan $C_s = 85 \text{ uF}$ dan $C_r = 30 \text{ uF}$ 68
Tabel L10	Data pengujian motor induksi 3-fasa pada sistem 1-fasa dengan metode 3 dengan $C_s = 108,5 \text{ uF}$, $C_{r1} = 20 \text{ uF}$ dan $C_{r2} = 59,9 \text{ uF}$ 68

DAFTAR GAMBAR

		Halaman
Gambar 2.1	Bentuk motor induksi.....	8
Gambar 2.2	Contoh data yang ada di plat nama motor induksi	9
Gambar 2.3	Konstruksi motor induksi untuk dua jenis rotor yang berbeda	9
Gambar 2.4	Gambaran sederhana motor induksi dengan satu kumparan stator dan satu kumparan rotor.....	11
Gambar 2.5	Bentuk gambaran hubungan kumparan motor induksi 3-fase dengan dua kutub stator	13
Gambar 2.6	Fluks yang terjadi pada motor induksi 3-fase dari gambar 2.5	13
Gambar 2.7	Bentuk perputaran fluks (medan magnet) stator dari gambar 2.6.....	14
Gambar 2.8	Teori perputaran medan ganda pada motor induksi 1-fase	17
Gambar 2.9	Instalasi tenaga dalam mengoperasikan motor induksi.....	19
Gambar 2.10	Rangkaian ekuivalen motor induksi 3-fasa per fasa	22
Gambar 2.11	Rangkaian pendekatan dari gambar 2.10	23
Gambar 2.12	Rangkaian ekuivalen pendekatan motor induksi 3-fasa perfasa	23
Gambar 2.13	Bentuk fisik motor kapasitor.....	26
Gambar 2.14	Bagan rangkaian motor kapasitor dan diagram vektor I_a dan I_b	27
Gambar 2.15	Bentuk penggunaan rele arus dalam rangkaian.....	27
Gambar 2.16	Bentuk penggunaan rele tegangan dalam rangkaian.....	28
Gambar 2.17	Cara mendapatkan pertukaran nilai kapasitor.....	29
Gambar 2.18	Motor kapasitor jalan yang bekerja dengan 2 arah putaran (maju dan mundur) dengan kumparan utama sama dengan kumparan bantu.....	30
Gambar 2.19	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).....	31
Gambar 2.20	Bentuk lain sistem pengoperasian motor induksi pada sistem 1-fasa menurut Anthony (2008, 2013, 2014)	34
Gambar 2.21	Rangkaian ekuivalen motor induksi 1-fasa jenis motor kapasitor; a) rangkaian kumparan utama, b) rangkaian kumparan bantu.....	37
Gambar 4.1	Rangkaian penempatan kapasitor start (C_s) pada kumparan motor untuk menstart induksi 3-fasa pada sistem tenaga listrik 1-fasa.....	42
Gambar 4.2	Rangkaian penempatan kapasitor jalan (C_r) pada kumparan motor induksi 3-fasa saat beroperasi pada sistem tenaga listrik 1-fasa.....	42

Gambar 4.3	Bentuk rangkaian penempatan alat ukur dalam pengujian pegoperasian motor induksi 3-fasa pada: a) sistem tenaga listrik 3-fasa dan b) sistem tenaga listrik 1-fasa.....	43
Gambar 4.3	Bentuk rangkaian penempatan alat ukur dalam pengujian pegoperasian motor induksi 3-fasa pada: a) sistem tenaga listrik 3-fasa dan b) sistem tenaga listrik 1-fasa.....	42
Gambar 4.4	Bagan alir penelitian untuk memvalidasi model rangkaian pendekatan saat motor beroperasi pada sistem tenaga listrik 1-fasa.....	44
Gambar 4.5	Bagan alir saat motor beroperasi pada sistem tenaga 1-fasa....	45
Gambar 5.1	Rangkaian ekivalen motor induksi 3-fasa saat beroperasi pada sistem 1-fasa yang mirip dengan gambar 2.21.....	46
Gambar 5.2	Hasil simulasi pengaruh perubahan kecepatan (karena perubahan beban) terhadap arus motor saat motor induksi 3-fasa beroperasi pada sistem 1-fasa pada tegangan 125,5V	49
Gambar 5.3	Hasil simulsi pengaruh perubahan kecepatan (karena perubahan beban) terhadap faktor daya	50
Gambar L1	Peralatan dan bahan yang digunakan dalam kegiatan penelitian.....	60
Gambar L2	Beberapa kegiatan untuk beberapa hari yang berbeda dalam mempersiapkan peralatan yang akan digunakan untuk mengambil data hasil penelitian yang dibantu oleh beberapa orang mahasiswa dan asisten di Labor	61
Gambar L3	Beberapa kegiatan pengambilan data hasil penelitian di labor untuk beberapa hari yang berbeda dengan melibatkan mahasiswa dan asisten di Labor Teknik Elektro Institut Teknologi Padang (ITP).....	62

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1	Foto-foto yang berhubungan dengan kegiatan penelitian 60
Lampiran 2	Tabel-tabel hasil penelitian 63
Lampiran 3	Personalia tenaga peneliti beserta kualifikasinya..... 69
Lampiran 4	Makalah penelitian yang akan diseminarkan secara Nasional. 81
Lampiran 5	Makalah penelitian yang akan dimasukkan dalam jurnal Internasional IJETT..... 89