



**PENGGUNAAN KAWAT EMAIL RANGKAP DAN TUNGGAL
PADA MOTOR INDUKSI 3 PHASA ROTOR SANGKAR
2 HORSE POWER : PERBANDINGAN EFISIENSI DAN BIAYA**

SKRIPSI

Oleh
Dwi septihanjarianto
NIM 071910201067

**PROGRAM STUDI STRATA 1 TEKNIK ELEKTRO
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2012**



**PENGUNAAN KAWAT EMAIL RANGKAP DAN TUNGGAL
PADA MOTOR INDUKSI 3 PHASA ROTOR SANGKAR
2 HORSE POWER : PERBANDINGAN EFISIENSI DAN BIAYA**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi Skripsi dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Strata 1 Teknik Elektro
dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh
Dwi Septihanjarianto
NIM 071910201067

**PROGRAM STUDI STRATA 1 TEKNIK ELEKTRO
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2012**

PERSEMBAHAN

Dengan menyebut nama Allah SWT yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Setelah melewati perjalanan panjang dan atas izin-Nya akhirnya dapat kuselesaikan skripsi ini. Sebagai rasa hormat dan terima kasih, kupersembahkan skripsi ini kepada:

1. Kedua orang tuaku, terimakasih atas segala doa serta dukungan yang selalu mengiringi setiap langkah dalam menyelesaikan studiku;
2. kakakku dan adikku yang telah memberi semangat dan dukungan baik moril maupun materiil dalam menyelesaikan studiku;
3. Saudara-saudara ku yang kuliah di UNEJ Mas Wisnu dan Dek Diah,yang selalu memberi semangat dalam kesedihanku, dan selalu berbagi kebahagiaan bersama dan Tak lupa juga teman-teman “TETRO ‘07” terima kasih atas suka cita yang kalian berikan selama aku kuliah di Jember. Semoga kita dapat terus menjaga ikatan almamater ini;
4. Teman-teman kos “KUSUMA GARDEN” Didit,Abror,Grendi,Pak wo,Lucky,Galla,Ardhana,wildan dan semuanya aku akan sangat merindukan kalian suatu saat nanti;
5. Teman-teman KKT ku yang selalu memberi semangat,keceriaan dan canda tawa dalam menjalani proses pengerjaan skripsi saya;
6. Guru-guruku sejak taman kanak-kanak sampai perguruan tinggi, yang telah memberikan ilmu dan membimbingku dengan penuh kesabaran;
7. Almamater Fakultas Teknik Universitas Jember.

MOTTO

“Maka apabila kamu telah selesai (dari sesuatu urusan), kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan) yang lain, dan hanya kepada Tuhanmulah hendaknya kamu berharap”.

(QS. Al-Insyirah: 7-8)

Allah SWT mencela sikap lemah dan tidak bersungguh-sungguh. Kamu harus memiliki sikap cerdas dan cekatan, namun jika kamu tetap terkalahkan oleh suatu perkara, maka kamu berucap ‘cukuplah Allah menjadi penolongku, dan Allah sebaik-baik pelindung.

(HR. Abu Dawud)

“Hai orang-orang yang beriman, Jadikanlah sabar dan shalatmu Sebagai penolongmu, sesungguhnya Allah beserta orang-orang yang sabar”

(Al-Baqarah: 153)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

NAMA : Dwi Septihanjarianto

NIM : 071910201067

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah dengan judul *“Penggunaan Kawat Email Rangkap Dan Tunggal Pada Motor Induksi 3 Phasa Rotor Sangkar 2 Horse Power : Perbandingan Efisiensi Dan Biaya”* adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika disebutkan sumbernya dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan itu tidak benar.

Jember, 5 Oktober 2012

Yang menyatakan,

Dwi Septihanjarianto

NIM 071910201067

SKRIPSI

**PENGGUNAAN KAWAT EMAIL RANGKAP DAN TUNGGAL
PADA MOTOR INDUKSI 3 PHASA ROTOR SANGKAR
2 HORSE POWER : PERBANDINGAN EFISIENSI DAN BIAYA**

Oleh

Dwi Septihanjarianto
NIM 071910201067

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : H.R.B. Moch Gozali, S.T.,M.T.

Dosen Pembimbing Anggota : Dr. Triwahju Hardianto, ST,M.T.

PENGESAHAN

Karya ilmiah Skripsi yang berjudul “*PENGGUNAAN KAWAT EMAIL RANGKAP DAN TUNGGAL PADA MOTOR INDUKSI 3 PHASA ROTOR SANGKAR 2 HOURSE POWER : PERBANDINGAN EFISIENSI DAN BIAYA*”, telah diuji dan disahkan pada:

Hari, tanggal : 17 Oktober 2012

Tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Tim Pembimbing

Ketua,

Sekretaris,

H.R.B. Moch Gozali, S.T., M.T.
NIP. 19690608 199903 1 002

Dr. Triwahju Hardianto, S.T., M.T.
NIP.19700826 199702 1 001

Penguji:

Anggota I,

Anggota II,

Dedy Kurnia Setiawan, S.T., M.T.
NIP. 19800610 200501 1 003

Ir. Widyono Hadi, M.T.
NIP. 19610414 198902 1 001

Mengesahkan:

Dekan Fakultas Teknik,

Ir. Widyono Hadi, M.T.
NIP. 19610414 198902 1 001

RINGKASAN

Penggunaan kawat email rangkap dan tunggal pada motor induksi 3 phasa rotor sangkar 2 horse power: perbandingan efisiensi dan biaya; Dwi Septihanjianto, 071910201067;2012: 77 halaman; Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember.

Kawat Email merupakan bagian penting dalam peralatan motor induksi 3 phasa khususnya pada kumparan stator, karena berpengaruh pada kinerja peralatan tersebut. Kawat email yang biasa digunakan adalah kawat email yang sesuai dengan ukuran diameter pada motor induksi. dengan isolator yang telah di tentukan. Penggunaan kawat email pada motor induksi 3 phasa dengan metode penggulangan yang berbeda – beda sangatlah berpengaruh pada kinerja motor induksi tersebut. Diantaranya adalah menggunakan system penggulangan rentang jarak sama dan memusat.

Penggunaan system penggulangan kawat email yang berbeda-beda sangatlah berpengaruh pada keefisiensian waktu dan biaya pengerjaannya. Oleh karena itu di perlukan untuk mencari dan membandingkan keefisiensian waktu pengerjaan dan biaya pengerjaan antara penggulangan dengan menggunakan kawat email rangkap dan tunggal pada motor induksi 3 phasa.

Sebelum melakukan penggulangan motor induksi 3 phasa dilakukan terlebih dahulu proses pengukuran stator seluruhnya pada motor induksi 3 phasa. hal ini berguna untuk mengetahui diameter disetiap alur stator dan mengetahui ukuran pada kawat email rangkap maupun tunggal. Disesuaikan dengan plat name yang terempel di setiap motor induksi yaitu dengan rpm 1400, tegangan 220/380V, menggunakan frekuensi 50 Hz 2 horse power.

Setelah mengukur diameter dari stator motor induksi 3 phasa, selanjutnya menghitung hasil dari pengukuran yang di dapat dan menentukan diameter kawat

email dengan menggunakan alat micrometer dan ukuran kawat email disesuaikan menurut table yang ada dipasaran.yang nantinya akan digunakan pada kawat email rangkap dan tunggal. Untuk kawat email rangkap relative diameter isolatornya lebih kecil di bandingkan dengan kawat email tunggal. Hal ini disebabkan karena kawat email rangkap penggulungannya lebih banyak 2 kali lipat dari penggulungan kawat email tunggal.

Penggulungan kembali motor induksi 3 phasa dengan menggunakan metode kawat email rangkap dan tunggal mempunyai factor pengaruh terhadap efisiensi kinerja dan performa dari motor induksi 3 phasa tersebut. Oleh karena itu di perlukan pengujian untuk mengetahui efisiensi pada kedua motor induksi 3 phasa.

Pada saat pengujian kedua motor induksi yang masing-masing belitannya berbeda-bedaakan dicari karakteristik pada motor induksi tersebut antara lain yaitu dengan pengujian motor tanpa beban,pengujian motor berbeban dan pengujian motor di tahan (block rotor test) .motor induksi 3 phasa mempunyai beberapa rugi-rugi dalam keadaan tanpa beban,rugi-rugi tersebut antara lain rugi inti,rugi tembaga dan rugi gesek bantalan serta angin. Sedangkan dalam keadaan berbeban terdapat karakteristik putaran pada hubungan Y serta karakteristik kurva kecepatan – torsi dalam hubungan Y. bila belitan atau kumparan stator diberi sumber tegangan arus bolak balik 3 fasa maka arus akan mengalir pada kumparan tersebut, yang nantinya akan menimbulkan medan putar yang berputar dengan kecepatan sinkron. Setelah itu mencari nilai dari Slip,Torsi dan efisiensi. Untuk pengujian motor di tahan (Block rotor test) dimana pengujian tersebut putaran rotor ditahan agar menghasilkan parameter pada saat hubung singkat.

Penggunaan kawat email rangkap dan tunggal pada motor induksi 3 phasa rotor sangkar 2 horse power : Perbandingan efisiensi dan biaya

Dwi Septi Hanjarianto

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jember

ABSTRAK

Dalam tugas akhir ini akan dibahas mengenai perbandingan efisiensi dan biaya pada motor dengan menggunakan kawat email rangkap dan tunggal. Penggunaan kawat email rangkap dan tunggal dengan tujuan untuk mengetahui perbedaan efisiensi dan biaya pada motor induksi 3 phasa. Efisiensi pada saat pengujian tanpa beban dilakukan dengan cara mengatur tegangan VLN antara 25 V sampai 200 V, untuk pengujian berbeban tegangan VLN yang dipakai adalah 127 V. dan pengujian motor ditahan (block rotor test) tegangan VLN antara 20 V sampai 90 V, hasil dari pengujian akan diketahui keefisienan pada kedua motor induksi tersebut, sedangkan hasil dari pengukuran dan perhitungan dimensi stator akan diketahui diameter dari kawat email, jumlah penggulangan kawat email, dan kebutuhan biaya kawat email keseluruhan.

Kata Kunci ; Efisiensi dan biaya. motor induksi. kawat email tunggal dan rangkap

*The Use of Double and Single Email Wire on 2 Horse Power Caged Rotor 3 Phase
Induction Motor : Ratio of Efficiency and Cost*

DwiSeptihanjarianto

*Departement of Electrical Engineering, Faculty of Engineering, University of
Jember*

ABSTRACT

This final project will describe the ratio of efficiency and cost on motor using double and single email wire. The use of double and single email wire is aimed to observe the difference of efficiency and cost on 3 phase induction motor. The efficiency of unloaded test is obtained by regulating VLN to be between 25 and 200 volt, while for loaded test, the voltage used is 127 volt and for blocked rotor test VLN is between 20 and 90 volt. The efficiency of two induction motors will be known from the test result, while the result of measuring and calculating of stator dimension are diameter of email wire, the amount of email wires windering, and the cost needed for the whole email wires.

Keywords : Efficiency and cost, induction motor, double and single email wire

PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah Swt atas segala rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis diberi kemudahan, kesabaran, kekuatan serta hasil yang terbaik dalam menyelesaikan skripsi yang berjudul: *“Penggunaan Kawat Email Rangkap Dan Tunggal Pada Motor Induksi 3 Phasa Rotor Sangkar 2 Horse Power : Perbandingan Efisiensi dan Biaya ”* yang disusun guna memenuhi salah satu syarat menyelesaikan program studi teknik elektro dan mencapai gelar sarjana teknik pada Fakultas Teknik Universitas Jember.

Skripsi ini dapat terselesaikan karena adanya bantuan serta dorongan dari berbagai pihak. Untuk itu penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Ir. Widnyono Hadi, M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik;
2. Bapak Soemardi, S.T.,M.T., selaku Ketua Jurusan Elektro;
3. Bapak H.R.B. Moch Gozali, S.T.,M.T., dan Bapak Dr. Triwahju Hardianto, ST,M.T. selaku Dosen Pembimbing Utama dan Dosen Pembimbing Anggota, atas bantuan, bimbingan, semangat dan ilmu yang telah beliau berikan. Sehingga skripsi ini dapat menjadi lebih lengkap dan bernilai;
4. Teman-teman Fakultas Teknik Universitas Jember, khususnya Teknik Elektro angkatan 2007 yang telah banyak memberikan bantuan dan semangat tersendiri dalam kehidupan perkuliahan penulis;
5. Orang tuaku, kakakku dan adikku terimakasih atas segala doa serta dukungan yang selalu mengiringi setiap langkah dalam menyelesaikan studiku;
6. seluruh pihak yang belum sempat disebutkan diatas yang telah menyalurkan bantuan kepada penulis dalam penulisan skripsi ini baik secara langsung maupun tidak langsung.

Semoga do'a, bimbingan, dan semangat yang telah diberikan kepada penulis mendapat balasan dari Allah SWT. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat konstruktif akan membantu Penulis dalam setiap langkah menuju arah perbaikan. Akhirnya, penulis mengharapkan karya ilmiah ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca.

Jember, 18 September 2012

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	ii
HALAMAN MOTO.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
HALAMAN PEMBIMBINGAN.....	v
HALAMAN PENGESAHAN.....	vi
RINGKASAN.....	vii
ABSTRAK.....	ix
PRAKATA.....	xi
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR GAMBAR.....	xvii
BAB 1. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Dan Manfaat	3
1.4.1 Tujuan	3
1.4.2 Manfaat	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Pengertian Motor Induksi.....	4
2.2.1 Stator	5
2.2.2 Rotor.....	6
2.2.3 Kumparan Stator	6
2.2.4 Klasifikasi motor Induksi	7
2.2.5 Kecepatan Motor Induksi	8
2.3 Prinsip Kerja Motor Listrik 3 Phasa Rotor Sangkar	9

2.4 Rangkaian Ekuivalen Motor Induksi.....	12
2.5 Faktor-faktor yang Diperlukan Dalam Penggulungan Mtor Induksi 3 PhasaRotorSangkar.....	13
2.5.1 Gulungan 3 phasa system Rentang sama lapis rangkap (equas pam double layer).....	16

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat Dan Waktu Penelitian.....	18
3.2 Metode dan Kegiatan	18
3.2.1 Studi Literatur	18
3.2.2 Rancangan Penelitian	19
3.3 Pengumpulan Data	19
3.4 Pengolahan dan Analisis Data.....	19
3.5 Kesimpulan	19
3.6 Flowchart Alur Analisis	20

BAB 4. ANALISIS HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Mengukur dan Menghitung Dimensi Motor Induksi 3 Phasa	22
4.1.1 Mengukur Lebar Alur Sebelah Atas	24
4.1.2 Mengukur Dimensi Dalam Teras Stator	25
4.1.3 Mengukur Lebar Dasar Trapesium Alur	26
4.1.4 Mengukur Lebar Gigi Stator Atas	27
4.1.5 Mengukur Tinggi Penampang Alur	27
4.1.6 Mengukur Panjang Teras Besi Stator	28
4.2 Hasil Dari Pengukuran Serta Perhitungan	30
4.2.1 Menghitung Kepadatan Fluk Magnet Pada Tiap Gigi Stator.....	30
4.2.2 Menghitung Fluk Pada Magnet Maksimum Tiap Kutub	30
4.2.3 Menghitung Jumlah Lilitan Dalam Seri Tiap Phasa	32
4.3 Ukuran Kawat	33
4.4 Diameter Kawat Termasuk Isolasi Menurut Perhitungan	33
4.5 Perhitungan Kebutuhan Kawat	35

4.6 Tahap-Tahap Penggulungan Pada Motor Induksi 3 Phasa	38
4.7 Perbandingan Efisiensi Biaya Pada Motor A dan B.	40
4.8 Analisis Data Perhitungan Efisiensi Motor Induksi 3 Phasa	
Uji Tanpa Beban	41
4.8.1 Data dari perhitungan uji motor tanpa beban pada motor B...	45
4.8.2 Data dari perhitungan uji motor tanpa beban pada motor.....	49
4.9 Analisis data perhitungan efisiensi motor induksi 3 phasa uji	
Rotor di tahan (Blocked Rotor Test).....	52
4.9.1 Data dari perhitungan uji motor di tahan (Blocked Rotor Test)	
pada motor B.....	54
4.9.2 Data dari perhitungan uji motor di tahan (Blocked Rotor Test)	
pada motor A.....	58
4.10 Analisis data perhitungan efisiensi motor induksi 3 phasa	
uji motor berbeban.....	60
4.10.1 Data dari perhitungan uji motor berbeban pada motor B.....	63
4.10.2 Data dari perhitungan uji motor berbeban pada motor A.....	67
4.11 Efisiensi Motor Induksi 3 Phase	71
4.11.1 Menghitung efisiensi daya pada motor B	72
4.11.2 Menghitung efisiensi daya pada motor A	74

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan	76
5.2 Saran	77

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

	Halaman
3.1 Jadwal Kegiatan Penelitian.....	18
4.1 Data tanpa beban motor induksi 3 phase kawat email rangkap	45
4.2 Data tanpa beban motor induksi 3 phase kawat email Tunggal.....	49
4.3 Hasil uji rotor di tahan (Blocked Rotor Test) pada motor B	54
4.4 Hasil uji rotor di tahan (Blocked Rotor Test) pada motor A	58
4.5 Data perhitungan uji motor berbeban pada motor B kawat email Rangkap	63
4.6 Data perhitungan uji motor berbeban pada motor A kawat email Tunggal	67

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1	Bagian – bagian motor induksi 5
2.2	Contoh kumparan pada stator 6
2.3	Bentuk stator dan rotor dari motor induksi 3 phasa 7
2.4	Grafik torsi dan kecepatan motor induksi 8
2.5	Medan Putar motor induksi 9
2.6	Arah fluk yang ditimbulkan oleh arus 10
2.7	Rangkaian ekivalent stator 12
2.8	Penggulungan jarak rentan sama 13
2.9	Penggulungan konsrentasi (memusat) 14
2.10	Sistem gulungan tahap double 16
3.6	Flowchart alur analisis 20
4.1	Motor A dan B dengan ukuran dan dimensi sama 22
4.2	Spesifikasi plat name motor induksi 3 phasa 23
4.3	Dimensi stator pada motor A dan B tanpa belitan 23
4.4	Bentangan lilitan sistem double layer 24 alur ; 4 kutub 24
4.5	Alat penggulungan motor induksi 3 phasa 24
4.6	Pengukuran lebar alur sebelah atas (Sa) 25
4.7	Hasil dari pengukuran lebar alur sebelah atas 25
4.8	Pengukuran diameter dalam teras stator (D) 26
4.9	Pengukuran lebar dasar trapesium alur (Sb) 26
4.10	Penggukuran lebar gigi stator atas (tt) 27
4.11	Pengukuran tinggi penampang alur (h) 27
4.12	Pengukuran panjang tersa besi stator 28
4.13	Susunan belitan tahap double 29
4.14	Alat ukur micrometer 34

4.15	Lilitan mall kawat email pada motor induksi 3 phasa 2 hp	38
4.16	Lilitan kawat email pada motor induksi 3 phasa	39
4.17	Keluaran outpun yang menunjukkan antara U,V,W dan X,Y,Z	39
4.18	Rangkaian pengganti motor induksi tanpa beban	42
4.19	Lengkung daya dan arus sebagai fungsi tegangan	42
4.20	Rangkaian Percobaan	43
4.21	Wirring diagram	43
4.22	Pengujian motor tanpa beban	44
4.23	Grafik antara I_L terhadap V_L	46
4.24	Grafik Rpm terhadap V_L	47
4.25	Grafik Pin terhadap V_L	47
4.26	Grafik antara Pin terhadap I_L	48
4.27	Grafik antara I_L terhadap V_L	50
4.28	Grafik Rpm terhadap V_L	51
4.29	Grafik Pin terhadap V_L	51
4.30	Grafik antara Pin terhadap I_L	52
4.31	Rangkaian diagram uji rotor di tahan	53
4.32	Rangkaian hubung singkat	53
4.33	Grafik antara V_{LL} terhadap V_{LN}	56
4.34	Grafik antara I_{LL} terhadap V_{LN}	56
4.35	Grafik antara Pin terhadap V_{LN}	57
4.36	Grafik antara V_{LL} terhadap V_{LN}	59
4.37	Grafik antara I_{LL} terhadap V_{LL}	59
4.38	Grafik antara Pin terhadap V_{LN}	60
4.39	Gambar rangkaian uji motor	61
4.40	Pengujian motor berbeban	62
4.41	Beban lampu yang di pakai dalam pengujian motor berbeban	62
4.42	Grafik antara Torsi terhadap I_{Line}	64

4.43	Grafik antara torsi terhadap I_{Out}	64
4.44	Grafik antara torsi terhadap V_{out}	65
4.45	Grafik antara torsi terhadap Nr	66
4.46	Grafik antara Torsi terhadap I_{Line}	68
4.47	Grafik antara torsi terhadap I_{Out}	69
4.48	Grafik antara torsi terhadap V_{out}	69
4.49	Grafik antara torsi terhadap Nr	70
4.50	Rangkaian ekivalen motor induksi 3 phasa pada saat berbeban	71