

SKRIPSI

ESTIMASI EFISIENSI MOTOR INDUKSI TIGA PHASA DENGAN METODE ALGORITMA GENETIKA DI LABORATORIUM KONVERSI ENERGI ELEKTRIK INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG



Disusun Oleh :
Nanda Ali Masyhary
03.12.042



**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO (S-1)
KONSENTRASI ENERGI LISTRIK
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
MARET 2009**

REPORTING

AGENTS MUST REPORT TO THE DIRECTOR OF THE
INVESTIGATION OF THE DEPARTMENT OF JUSTICE
THE RESULTS OF THEIR INVESTIGATION OF THE
ACTS OF VIOLENCE AND THE RESULTS OF THEIR
INVESTIGATION OF THE ACTS OF VIOLENCE

THE DIRECTOR
DEPARTMENT OF JUSTICE
WASHINGTON, D. C.

(1) THE DIRECTOR OF THE DEPARTMENT OF JUSTICE
SHALL BE RESPONSIBLE FOR THE RESULTS OF THE
INVESTIGATION OF THE ACTS OF VIOLENCE
AND THE RESULTS OF THE INVESTIGATION OF THE
ACTS OF VIOLENCE

LEMBAR PERSETUJUAN

ESTIMASI EFISIENSI MOTOR INDUKSI TIGA PHASA DENGAN METODE ALGORITMA GENETIKA DI LABORATORIUM KONVERSI ENERGI ELEKTRIK INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

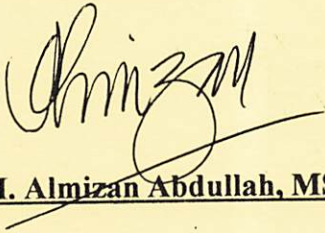
SKRIPSI

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada Jurusan Teknik Elektro Strata satu (S-1) Konsentrasi Teknik Energi Listrik*

Disusun Oleh :
NANDA ALI MASYHARI
NIM : 03.12.042

Diperiksa dan Disetujui

Dosen Pembimbing I



Ir. H. Almizan Abdullah, MSEE

Dosen Pembimbing II



Ir. WIDODO PUDJI M, MT
Nip. Y. 102 87 00171



Ketua Jurusan Teknik Elektro S-1



Ir. F. Yudi Limpraptono, MT
Nip. Y. 103 95 00274

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO (S-1)
KONSENTRASI ENERGI LISTRIK
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
MARET 2009



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1
KONSENTRASI TEKNIK ENERGI LISTRIK

BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

1. Nama : NANDA ALI MASYHARI
2. NIM : 03.12.042
3. Jurusan : Teknik Elektro S-1
4. Konsentrasi : Teknik Energi Listrik
5. Judul Skripsi : ESTIMASI EFISIENSI MOTOR INDUKSI TIGA PHASA DENGAN METODE ALGORITMA GENETIKA DI LABORATORIUM KONVERSI ENERGI ELEKTRIK INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

Dipertahankan dihadapan Majelis Penguji Skripsi Jenjang Strata Satu (S-1) pada :

Hari : Sabtu
Tanggal : 14 Maret 2009
Dengan Nilai : 76,05 (B+) *By*

Panitia Ujian Skripsi

Ketua Majelis Penguji

Ir. H. Sidik Noertjahjono, MT
NIP. Y. 102 87 00163

Sekretaris Majelis Penguji

Ir. F. Yudi Limpraptono, MT
NIP. Y. 103 95 00274

Anggota Penguji

Penguji Pertama

Ir. Eko Nurcahyo
NIP.Y.102 87 20172

Penguji Kedua

Irrine Budi S, ST, MT
NIP.132 314 400

ESTIMASI EFISIENSI MOTOR INDUKSI TIGA PHASA DENGAN METODE ALGORITMA GENETIKA DI LABORATORIUM KONVERSI ENERGI ELEKTRIK INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

Nanda Ali Masyhari

*Jurusan Teknik Elektro S-1, Konsentrasi Energi Listrik
Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang
Jl. Raya Karanglo, Km 2 Malang
E-mail nanda.ali.masyhari@yahoo.com*

Abstrak

Dalam kaitannya dengan tingginya persentase penggunaan motor induksi di bidang industri terdapat suatu kesempatan besar untuk penghematan energi. Penggantian motor induksi yang dipakai dengan yang lebih efisien bisa merupakan suatu sumber daya penting untuk penghematan energi. Oleh karena itu diperlukan pengujian-pengujian supaya didapat nilai efisiensi suatu motor induksi. Untuk pengujiannya diperlukan metode dengan tingkat ketelitian yang mendekati nilai sebenarnya dan metode yang digunakan harus cocok dengan kondisi peralatan motor tersebut mengingat tidak dimungkinkan untuk melakukan pengujian (no-load dan blocked rotor) secara langsung karena shaft motor telah dihubungkan secara permanen dengan bebannya, padahal pengujian ini harus dilakukan saat motor berbeban.

Dalam makalah ini efisiensi pada motor induksi diperkirakan dengan metode Algoritma Genetika. Hasilnya dibandingkan dengan nilai Torsi, dan Daya hasil pengukuran. Hasil prosedur ini menunjukkan error yang kecil dan oleh karena itu biaya ongkos peralatan dapat dikurangi dan penilaian efisiensi secara on-line dapat dilakukan.

Kata kunci: motor induksi, algoritma genetika, efisiensi motor induksi, algoritma genetika dalam matlab.

Abstract

Due to the high percentage of induction motors in industrial market, there exist a large opportunity for energy savings. Replacement of working induction motors with more efficient ones can be an important resource for energy savings. Hence needed tests to be got efficiency value of an induction motor. For its test is needed method with correctness storey level and this method must compatible with the condition of equipments of the motor remember don't be enabled to do no-load and blocked rotor test directly because shaft of motor have been connected permanently with its load, though this test must be done when motor is running with load.

In this paper the efficiency of an IM estimated by using the genetic algorithm. The results are compared with the measured values of the torque and power. The results show small errors, hence the cost of the equipments is reduced and on-line estimation of the efficiency can be made.

Keyword: induction motor, genetic algorithm, induction motor efficiency, genetic algorithm in matlab

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkat dan karunia-NYA, sehingga penyusun dapat menyelesaikan skripsi ini tepat pada waktunya. Skripsi ini disusun untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar sarjana teknik elektro di Institut Teknologi Nasional Malang.

Penyusun menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini mungkin masih jauh dari kesempurnaan, sehingga sangat diharapkan adanya saran dan masukan yang bersifat membangun dari semua pihak untuk membantu penyelesaian penyusunan skripsi ini, penulis tak lupa mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Abraham Lomi, MSEE, selaku Rektor ITN Malang
2. Bapak Ir. F. Yudi Limpraptono, MT, selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro S-1
3. Bapak Ir. H. Almizan Abdullah, MSEE, selaku Dosen Pembimbing
4. Bapak Ir. Widodo Pudji, MT, selaku Dosen Pembimbing
5. Orang Tua tersayang yang memberi dukungan moril dan materiil
6. Teman-teman semuanya yang memberi bantuannya
7. Semua pihak yang telah membantu terselesainya skripsi ini

Akhirnya penulis berharap penulisan laporan skripsi ini dapat bermanfaat semua pihak, khususnya pada jurusan teknik elektro konsentrasi teknik energi listrik.

• Malang, - - 2009

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN.....	i
ABSTRACT.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTER GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GRAFIK.....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar belakang.....	1
1.2 Perumusan masalah.....	2
1.3 Tujuan penelitian	2
1.4 Batasan masalah.....	2
1.5 Metodologi penelitian	3
1.6 Sistematika penulisan.....	4
BAB II TEORI DASAR.....	5
2.1 Teori Dasar motor induksi	5
2.2 Konstruksi motor induksi.....	5
2.2.1 Stator	6
2.2.2 Rotor	7
2.3 Medan putar	8
2.4 Prinsip kerja motor induksi.....	9
2.4.1 Slip dan frekuensi arus rotor	13
2.5 Rangkaian ekivalen	14
2.5.1 Rangkaian ekivalen stator	14
2.5.2 Rangkaian ekivalen rotor	15

2.6 Pengujian motor induksi tiga phasa	19
2.6.1 Pengujian arus searah (<i>DC test</i>)	19
2.6.2 Pengujian tanpa beban (<i>no-load</i>)	20
2.6.3 Pengujian rotor tertahan (<i>Blocked Rotor Test</i>).....	21
2.6.4 Pengujian motor berbeban	24
2.7 Teori dasar algoritma genetika.....	26
2.7.1 Konsep dasar	26
2.7.2 Istilah-istilah algoritma genetika.....	27
2.7.2.1 Jumlah generasi (<i>MAXGEN</i>).....	28
2.7.2.2 Ukuran populasi (<i>POPSIZE</i>).....	28
2.7.2.3 Probabilitas crossover (<i>Pc</i>)	28
2.7.2.4 Probabilitas mutasi (<i>Pm</i>).....	29
2.7.2.5 Panjang kromosom.....	29
2.7.3 Komponen-komponen utama pada algoritma genetika	30
2.7.3.1 Penyandian	30
2.7.3.2 Inisialisasi	30
2.7.3.3 Evaluasi.....	31
2.7.3.4 Seleksi	31
A. <i>Roulette Wheel</i>	32
B. <i>Rank Selection</i>	32
2.7.3.5 <i>Crossover</i> (pindah silang)	33
2.7.3.6 Mutasi	35
2.7.3.7 Elitisme	36
2.8 Algoritma program.....	36
2.8.1 Algoritma metode algoritma genetika	36
2.8.2 Diagram alir metode algoritma genetika.....	37
2.8.3 Algoritma Penyelesaian Masalah Secara Umum	38
2.8.4 Diagram alir penyelesaian masalah secara umum	39
2.9 Implementasi algoritma genetika ke dalam masalah efisiensi motor	

induksi.....	40
2.9.1 Memasukkan data nameplate dan nilai hasil pengukuran motor berbeban.....	40
2.9.2 Parameter algoritma genetika	40
2.9.3 Penyandian.....	41
2.9.4 Inisialisasi	41
2.9.5 Evaluasi.....	42
2.9.6 Seleksi	42
2.9.7 <i>Crossover</i> (pindah silang)	43
2.9.8 Mutasi	44
2.9.9 Elitisme	44
2.9.10 Algoritma efisiensi motor induksi tiga fasa metode algoritma genetika	45
2.9.1.1 <i>Flowchart</i> efisiensi motor induksi tiga fasa metode algoritma genetika.....	46
BAB III ASPEK TEKNIS	48
3.1 Motor Induksi Squirrelcage Tiga Fasa DeLorenzo/ DL 1021	48
3.2 Electromagnetic brake de lorenzo/ DL 1019	48
3.3 Digita multimeter de loenzo/ DL1031	48
3.3.1 Pada bagian AC 1 fasa da 3 fasa.....	49
3.3.2 Pada bagian DC.....	49
3.4 Digital <i>clamp-on AC power hitester</i> hioki.....	49
3.4.1 Spesifikasi pada bagian pengukuran tegangan	50
3.4.1.1 Tegangan (rms).....	50
3.4.1.2 Tegangan (peak).....	50
3.4.2 Spesifikasi pada bagian pengukuran arus AC 1 fasa.....	51
3.4.2.1 Arus (rms).....	51
3.4.2.2 Arus (peak).....	51
3.4.3 Spesifikasi pada bagian pengukuran daya AC 1 fasa.....	52

3.4.3.1 Pengukuran daya aktif.....	52
3.4.3.2 Pada pengukuran daya semu S, daya reaktif Q, dan power faktor	52
3.4.3.3 Pada pengukuran sudut phasa	52
3.4.3.4 Pada pengukuran cosphi	53
3.4.3.5 Pada pengukuran daya reaktif.....	53
3.4.4 Spesifikasi pada pengukuran daya AC 3 phasa	53
3.4.4.1 Pengukuran daya reaktif Q.....	54
3.4.4.2 Pada pengukuran sudut phasa	54
3.4.4.3 Pada pengukuran cosphi	54
3.4.4.4 Pada pengukuran faktor reaktif.....	54
3.4.5 Spesifikasi pada pengukuran frekuensi.....	55
3.4.6 Spesifikasi pada pengukuran harmonisa	55
3.5 Digital avometer xiole DT9205A	56
3.5.1 Pada bagian AC.....	56
3.5.2 Pada bagian DC.....	57
3.6 Digital stroboscope tachometer.....	59
3.7 Digital mechanical tachometer DL 2026	59
3.8 Digital torsimeter de lorenzo de lorenzo DL 2006 C.....	59
3.9 AC voltage regulator dan DC <i>supply</i> de lorenzo 1013 M2.....	59
3.10 Peralatan lain.....	60
3.11 komputer pc dan program matlab dengan spesifikasi	60
3.12 Pelaksanaan pengujian	60

BAB IV ANALISA PENGUJIAN DAN HASIL PROGRAM METODE

ALGORITMA GENETIKA	65
4.1 Pengujian berbeban	65
4.2 Analisa data pengujian motor berbeban.....	66
4.2.1 Beban 25%.....	66
4.2.2 Beban 50%.....	67

4.2.3 Beban 75%	67
4.2.4 Beban 100	68
4.5 Hasil efisiensi motor induksi tiga phasa metode algoritma genetika.....	69
4.5.1 Pada beban 25%.....	69
4.5.2 Pada beban 50%.....	70
4.5.3 Pada beban 75%.....	71
4.5.4 Pada beban 100%.....	72
4.6 Perbandingan hasil efisiensi motor induksi tiga phasa metode algoritma genetika dengan hasil efisiensi motor induksi tiga phasa pengujian	74
BAB V PENUTUP.....	78
5.1 Kesimpulan.....	78
DAFTAR PUSTAKA.....	79
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2-1 Konstruksi Motor Induksi.....	6
Gambar 2-2 Stator Tiga Phasa Motor Induksi	6
Gambar 2-3 a Rotor Belitan	7
Gambar 2-3 b Rotor Sangkar	7
Gambar 2-4 Medan putar pada Motor Induksi	9
Gambar 2-5 Representasi skematik induksi tiga phasa.....	10
Gambar 2.6 Rangkaian ekivalen stator motor induksi per phasa.....	14
Gambar 2-7 Rangkaian ekivalen rotor per phasa.....	15
Gambar 2-8 Rangkaian ekivalen motor induksi per phasa	16
Gambar 2-9 Rangkaian ekivalen motor induksi per phasa	17
Gambar 2-10 Pengujian arus searah (<i>DC Test</i>).....	19
Gambar 2-11 Rangkaian pengujian tanpa beban (<i>No Load Test</i>)	20
Gambar 2-12 Rangkaian pengujian rotor tertahan (<i>Blocked Rotor</i>)	22
Gambar 2-13 Rangkaian pengujian motor berbeban (<i>load test</i>).....	24
Gambar 2.14 Representasi pengkodean dengan <i>real-number</i>	30
Gambar 2-15 Contoh penggunaan <i>roulettewheel</i>	32
Gambar 2-16 <i>One-point crossover</i>	34
Gambar 2-17 <i>Two-point crossover</i>	34
Gambar 2-18 <i>Uniform crossover</i>	35
Gambar 2-19 Diagram alir metode algoritma genetika	37
Gambar 2-20 Diagram alir penyelesaian masalah secara umum	39
Gambar 2.21 Representasi pengkodean dengan <i>real-number</i>	41
Gambar 2.22 Representasi inisialisasi dengan <i>real-number</i>	41
Gambar 2-23 penggunaan <i>roulettewheel</i>	42
Gambar 2-24 <i>One-point crossover</i>	43
Gambar 2-5 <i>Flowchart</i> efisiensi motor induksi tiga phasa metode algoritma Genetika	46
Gambar 3-1 Pengujian arus searah (<i>DC Test</i>).....	61

Gambar 3-2 Rangkaian pengujian tanpa beban (*No Load Test*) 61

Gambar 3-3 Rangkaian pengujian rotor tertahan (*Blocked Rotor*) 62

Gambar 3-4 Rangkaian pengujian motor berbeban (*load test*) 62

Gambar 4-1 efisiensi motor induksi tiga fasa metode algoritma genetika pada beban 25%..... 69

Gambar 4-2 efisiensi motor induksi tiga fasa metode algoritma genetika pada beban 50%..... 70

Gambar 4-3 efisiensi motor induksi tiga fasa metode algoritma genetika pada beban 75%..... 71

Gambar 4-4 efisiensi motor induksi tiga fasa metode algoritma genetika pada beban 100%..... 72

DAFTAR TABEL

Tabel 2-1 Istilah yang digunakan dalam algoritma genetika	27
Tabel 3-1 Spesifikasi alat ukur tegangan(rms)AC hioki.....	50
Tabel 3-2 Spesifikasi alat ukur tegangan(peak) AC hioki.....	50
Tabel 3-3 Spesifikasi alat ukur arus(rms) AC hioki	51
Tabel 3-3 Spesifikasi alat ukur arus(peak) AC hioki.....	51
Tabel 3-4 Range alat ukur daya aktif AC 1 phasa hioki	52
Tabel 3-5 Spesifikasi alat ukur sudut fasa 1 phasa hioki	52
Tabel 3-6 Spesifikasi alat ukur cosphi 1 phasa hioki.....	53
Tabel 3-7 Spesifikasi alat ukur daya reaktif 1 phasa hioki	53
Tabel 3-8 Range alat ukur Daya aktif 3 phasa hioki.....	53
Tabel 3-9 Spesifikasi alat ukur sudut fasa 3 phasa hioki	54
Tabel 3-10 Spesifikasi alat ukur cosphi 3 phasa hioki.....	54
Tabel 3-11 Spesifikasi alat ukur faktor reaktif 3 phasa hioki	54
Tabel 3-12 Spesifikasi alat ukur frekuensi hioki	55
Tabel 3-13 Spesifikasi alat ukur harmonisa hioki.....	56
Tabel 3-14 Spesifikasi alat ukur voltmeter AC xiole.....	56
Tabel 3-15 Spesifikasi alat ukur amperemeter AC xiole	57
Tabel 3-16 Spesifikasi alat ukur voltmeter DC xiole.....	57
Tabel 3-17 Spesifikasi alat ukur amperemeter DC xiole	58
Tabel 4-1 Data hasil pengujian motor berbaban alat ukur 1	65
Tabel 4-2 Data hasil pengujian motor berbaban alat ukur 2	65
Tabel 4-3 Data rata-rata hasil pengujian motor berbaban.....	66
Tabel 4-4 Perhitungan efisiensi motor induksi tiga phasa pengujian	68
Tabel 4-5 Hasil Estimasi efisiensi motor induksi tiga phasa metode algoritma genetika	73
Tabel 4-6 Perbandingan efisiensi motor induksi tiga phasa metode genetika algoritma dengan hasil pengujian	75

DAFTAR GRAFIK

Grafik 3-1 Grafik perbandingan efisiensi motor induksi tiga phasa metode genetika algoritma dengan efisiensi motor induksi tiga phasa pengujian.....	73
Grafik 3-2 Grafik perbandingan torsi motor induksi tiga phasa metode genetika algoritma dengan torsi motor induksi tiga phasa pengujian.....	73
Grafik 3-3 Grafik perbandingan daya motor induksi tiga phasa metode genetika algoritma dengan daya motor induksi tiga phasa pengujian.....	74

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang masalah

Motor induksi merupakan motor listrik yang banyak digunakan sebagai penggerak dalam bidang industri maupun komersial. Hal ini dikarenakan motor induksi mempunyai beberapa keunggulan dibandingkan motor listrik jenis lain, seperti konstruksi yang kokoh dan sederhana, pengoperasian yang mudah, biaya perawatan murah, Dll. Motor induksi yang kecil digunakan untuk peralatan rumah tangga misalnya untuk mesin cuci, dan lemari es, sedangkan motor induksi dengan kapasitas yang besar digunakan pada dunia industri sebagai pompa, fan, compresor dan banyak lainnya

Total konsumsi listrik pada suatu industri 2/3 nya digunakan untuk motor listrik dimana bagian besar adalah menggunakan motor induksi^[15]. Dalam kaitannya dengan persentase penggunaan motor induksi disitu terdapat kesempatan untuk melakukan audit energi untuk menghemat biaya. Maka diperlukan pengujian-pengujian supaya didapat nilai efisiensi suatu motor induksi. Untuk pengujiannya diperlukan metode dengan tingkat ketelitian yang mendekati nilai sebenarnya dan metode yang digunakan harus cocok dengan kondisi peralatan motor tersebut mengingat tidak dimungkinkan untuk melakukan pengujian (*no-load* dan *blocked rotor*) secara langsung karena shaft motor telah dihubungkan secara permanen dengan bebannya, padahal pengujian ini harus dilakukan saat motor berbeban.

1.2 Perumusan masalah

Mengacu pada latar belakang di atas maka permasalahan yang timbul adalah bagaimana untuk menentukan efisiensi motor induksi tiga phasa yang sedang bekerja berdasar data *nameplate* dan pengukuran pengujian di tempat (*load test*) dengan beberapa set masukan (P_{in} , V_t , I_{in} , N_r) sebagai solusi dari permasalahan. Sehingga skripsi ini mengambil judul :

"ESTIMASI EFISIENSI MOTOR INDUKSI TIGA PHASA DENGAN METODE ALGORITMA GENETIKA DI LABORATORIUM KONVERSI ENERGI ELEKTRIK INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG"

1.3 Tujuan penelitian

Pada penelitian ini tujuan yang hendak dicapai adalah sejauh mana nilai efisiensi Motor induksi tiga phasa hasil metode algoritma genetika sesuai dengan efisiensi Motor induksi tiga phasa hasil pengujian.

1.4 Batasan masalah

Permasalahan dalam motor induksi adalah permasalahan yang luas, agar pembahasan ini lebih terarah dan akurat sesuai dengan sasaran yang hendak dicapai maka perlu dilakukan batasan masalah sebagai berikut :

1. Analisis dilakukan pada motor induksi tiga phasa rotor belitan DE-LORENZO/DL 1021, 1,1 kW, 220/380(Δ/Y) Volt, 4,3/2,5(Δ/Y) Ampere, $\cos\phi$ 0,83, 50 Hz, 2820 rpm, 2 kutup.

2. Pembahasan menggunakan metode genetika algoritma untuk estimasi efisiensi motor induksi tiga phasa.
3. Pengujian dilakukan pada beban 25%, 50%, 75%, 100% dari beban penuh.
4. Tidak membahas peneraan alat ukur listrik yang dipakai dalam pengujian
5. Belum dilakukan tera ulang terhadap alat ukur listrik yang digunakan pada pengujian sehingga diatasi dengan cara menggunakan dua alat ukur dan mengambil rata2 hasil pengukuran.
6. Tidak membahas bahasa pemrograman yang dipakai.
7. Tidak membahas Audit energi motor.
8. Tidak membahas sistem proteksi motor induksi.

1.5 Metodologi penelitian

Metodologi yang digunakan dalam penyusunan skripsi ini adalah :

1. Studi literatur, yaitu bahan untuk memahami prinsip kerja motor induksi tiga phasa dan metode algoritma genetika.
2. Pengumpulan data.
3. Melakukan perhitungan untuk menentukan daya keluaran sehingga nanti didapat nilai efisiensi untuk hasil sebenarnya (dari pengujian).
4. Melakukan analisis estimasi efisiensi motor induksi dengan metode Algoritma Genetika dengan bantuan software MATLAB 6.5.
5. Membuat perbandingan antara efisiensi metode Algoritma Genetika dan efisiensi hasil pengujian.
6. Menarik kesimpulan.

1.6. Sistematika penulisan

Pembahasan dalam Skripsi ini akan diuraikan dalam lima bab, yang penjabarannya adalah sebagai berikut :

Bab I PENDAHULUAN

Membahas penjelasan latar belakang masalah, menjelaskan permasalahan yang di hadapi dan penyelesaian yang di ambil, maksud dan tujuan, pembatasan masalah yang menjelaskan tentang rancangan system yang akan dianalisa, dan menjelaskan sistematika pembahasan.

Bab II LANDASAN TEORI

1. Teori dasar motor induksi

Membahas tentang teori dasar motor induksi 3 fasa sebagai objek yang akan diteliti efisiensinya dengan metode Algoritma Genetika.

2. Teori dasar algoritma genetika

Membahas tentang teori dasar metode Algoritma Genetika.

Bab III ASPEK TEKNIS

Membahas spesifikasi teknis komponen dan peralatan yang digunakan pada penelitian

Bab IV ANALISA PENGUJIAN DAN HASIL PROGRAM METODE ALGORITMA GENETIKA

Membahas tentang perhitungan efisiensi motor induksi tiga fasa dari hasil pengujian (*Load test*) dan hasil perhitungan dengan metode Algoritma Genetika

Bab V PENUTUP

Merupakan bagian akhir dari laporan skripsi ini yang terdiri dari kesimpulan dan saran.

BAB II

TEORI DASAR

2.1. Teori dasar motor induksi.

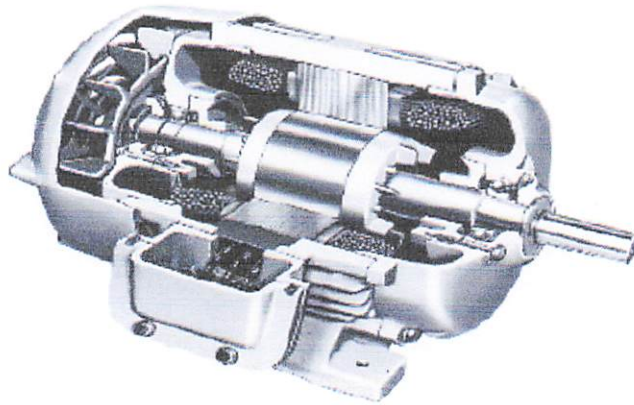
Motor arus bolak-balik (Motor AC) adalah suatu mesin yang berfungsi untuk mengubah tenaga listrik menjadi tenaga mekanik atau tenaga gerak, dimana tenaga gerak ini berupa perputaran pada poros motor. Salah satu jenis motor AC ini adalah motor induksi atau motor tak serempak.

Dinamakan motor tak serempak (*asynchrone*) karena putaran poros motor tidak sama dengan putaran medan fluks magnet stator. Dengan kata lain, bahwa antara putaran rotor dan putaran fluks magnet terdapat selisih putaran yang disebut slip.

2.2. Konstruksi motor induksi

Sebagaimana motor-motor listrik lainnya sebuah motor induksi terdiri atas sebuah stator dan sebuah rotor, kumparan stator dihubungkan pada sumber energi, yaitu jaringan listrik umum, sedangkan kumparan rotor dihubungkan

Konstruksi motor induksi terdiri dari dua bagian utama yaitu stator dan rotor. Hal ini dapat dilihat pada gambar 2-1 berikut ini :

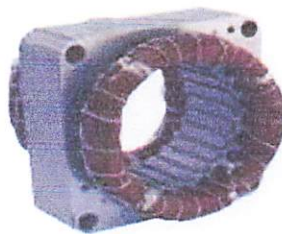


Gambar 2-1
Konstruksi motor induksi ^[4]

2.2.1. Stator

Pada dasarnya konstruksi stator pada motor induksi mempunyai bentuk fisik yang sama dengan mesin sinkron, yang terdiri dari :

- a. Rumah stator terbuat dari besi tuang.
- b. Inti stator dari besi atau baja silikon.
- c. Alur dan gigi materialnya sama dengan inti, alur tempat meletakkan belitan.
- d. Belitan stator dari tembaga.



Gambar 2-2
Stator tiga-fasa motor induksi ^[15]

2.2.2. Rotor

Konstruksi dari rotor motor induksi mempunyai dua bentuk, yaitu :

- a. Rotor Belitan (*wound rotor/ rotor slip ring*).

Motor induksi jenis ini mempunyai rotor dengan belitan kumparan tiga-fasa sama seperti kumparan stator. Kumparan stator dan rotor juga mempunyai jumlah kutub yang sama.

- b. Rotor sangkar (*squirrel cage rotor*).

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

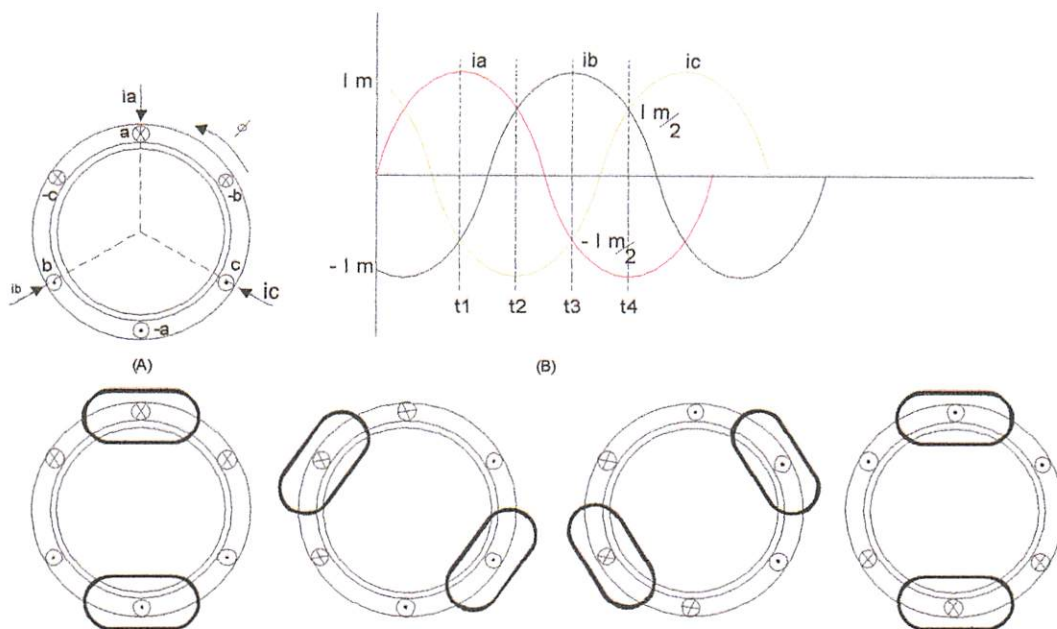


Gambar 2-3 :
a) Rotor belitan ^[14]
b) Rotor Sangkar ^[14]

2.3. Medan putar^[1]

Perputaran pada mesin arus bolak-balik ditimbulkan oleh adanya medan putar (fluks yang berputar) yang dihasilkan dalam kumparan statornya. Medan putar ini terjadi apabila kumparan stator dihubungkan dalam phasa banyak, umumnya fasa tiga. Hubungan dapat berupa hubungan bintang atau delta. Medan putar terjadi apabila kumparan $a - a'$; $b - b'$; $c - c'$; dihubungkan tiga phasa dengan beda phasa masing – masing 120° (gambar 2 – 6)a dan dialiri arus sinusoid. Distribusi arus i_a , i_b , i_c , sebagai fungsi waktu adalah seperti gambar (2 – 6)b, pada keadaan t_1 , t_2 , t_3 dan t_4 , fluks resultas yang ditimbulkan oleh kumparan tersebut masing – masing adalah seperti gambar (2 – 6) c, d, e, dan f.

Pada fluks t_1 fluks resultan mempunyai arah sama dengan arah fluks yang dihasilkan oleh kumparan $a - a$, sedangkan pada t_2 , fluks resultan mempunyai arah sama dengan arah fluks yang dihasilkan oleh kumparan $c - c$, dan untuk t_3 fluks resultan mempunyai arah yang sama dengan fluks yang dihasilkan oleh kumparan $b - b$, untuk t_4 , fluks resultannya berlawanan arah dengan fluks resultan yang dihasilkan pada saat t_1 .



Gambar 2.4

Medan putar pada motor induksi^[1]

Medan putar terjadi apabila kumparan A-a, B-b, C-c dihubungkan tiga fasa dengan beda fasa masing-masing 120° (hubungan bintang, Y) dan dialiri arus sinusoida. Distribusi i_a , i_b , i_c sebagai fungsi waktu adalah seperti gambar 2-4b. Pada keadaan t_1 fluks resultan mempunyai arah yang sama dengan arah yang dihasilkan oleh kumparan A-a, sedangkan pada t_3 , fluks resultannya dihasilkan oleh kumparan B-b. Untuk t_4 , fluks resultannya berlawanan arah dengan fluks resultan yang dihasilkan pada t_1 . Dari gambar 2-4 b tersebut terlihat bahwa fluks resultan ini akan berputar satu kali.

2.4 Prinsip kerja motor induksi^[1]

perubahan kebocoran fluks pada kumparan stator. Dalam hubungan ini diasumsikan bahwa rotor terdiri atas tipe lilitan dan hubungan bintang. Dengan lilitan rotor dalam keadaan rangkaian terbuka tidak ada torsi yang dibangkitkan.

Dengan demikian pemberian tegangan tiga fasa pada kumparan stator tiga fasa menimbulkan medan magnetik yang berputar dan memotong stator dan rotor pada frekuensi f_1 .

Prinsip kerja motor induksi dapat diuraikan sebagai berikut :

1. Apabila sumber tegangan tiga fasa dipasang pada kumparan stator akan timbul medan putar dengan kecepatan :

$$n_s = \frac{120 f}{P} \text{ rpm} \dots\dots\dots (2.1)$$

$$\text{atau} \quad \omega_s = \frac{4 \cdot \pi \cdot f}{P} \text{ rad/sec} \dots\dots\dots (2.2)$$

2. Medan putar stator tersebut akan memotong batang konduktor pada rotor sehingga pada kumparan rotor timbul tegangan induksi (GGL induksi).
3. Karena kumparan rotor merupakan rangkaian yang tertutup maka akan mengalir arus (I). Kawat penghantar (kumparan rotor) yang dialiri arus yang berada dalam medan magnet akan menimbulkan gaya (F) pada rotor.
4. Bila kopel mula yang dihasilkan oleh gaya (F) pada rotor lebih besar dari pada kopel beban, maka rotor akan berputar searah dengan medan putar stator.
5. Seperti yang telah dijelaskan bahwa tegangan induksi timbul karena adanya perpotongan penghantar oleh medan putar stator. Artinya kecepatan putar rotor (n_r) tidak boleh sama cepat dengan kecepatan putar medan putar (n_s). Apabila $n_r = n_s$, tegangan tidak akan terinduksi

dan arus tidak mengalir pada kumparan jangkar rotor sehingga tidak dihasilkan kopel, maka rotor akan cenderung untuk berhenti. Kopel motor akan ditimbulkan apabila n_r lebih kecil dari n_s .

Nilai rata-rata ggl induksi perfasa dari lilitan rotor dinyatakan dengan :

$$E_2 = 4,44 f_1 N_2 K_{w2} \phi \dots\dots\dots (2.3)$$

Perlu diketahui bahwa frekuensi stator f_1 digunakan disini karena rotor tersebut dalam keadaan diam / berhenti. Dengan demikian E_2 merupakan GGL (gaya gerak listrik) frekuensi saluran. Fluks (ϕ) tentu merupakan tiap elektroda (pole) dari kumparan stator dan rotor.

Rumus yang serupa menyatakan nilai rata-rata ggl induksi tiap fasa yang terjadi dari kumparan stator, yaitu :

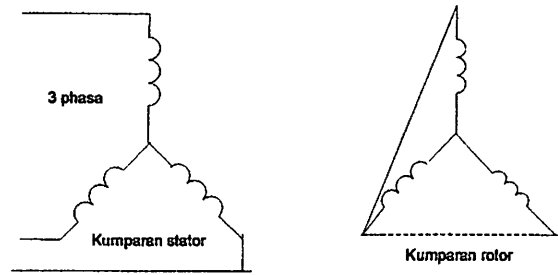
$$E_1 = 4,44 f_1 N_1 K_{w1} \phi \dots\dots\dots (2.4)$$

Berdasarkan persamaan (1) dan (2) dapat dirumuskan rasio :

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{N_1 K_{w1}}{N_2 K_{w2}} \dots\dots\dots (2.5)$$

Pada dasarnya, motor induksi pada keadaan diam menyerupai karakteristik transformator dengan kumparan stator sebagai sisi primer dan kumparan rotor sebagai sekundernya.

Selanjutnya mari kita tinjau perilaku motor induksi dalam keadaan berputar. Untuk menghasilkan torsi mula dan torsi penggerak berturut-turut perlu arus yang mengalir dalam kumparan rotor. Hal ini terjadi pada kumparan yang terhubung singkat seperti yang ditunjukkan oleh garis-garis putus pada gambar.



Gambar 2-5

Representasi skematik induksi tiga phasa ^[1]

Mula-mula ggl induksi E_2 mengakibatkan arus rotor perfasa I_2 mengalir melalui rangkaian hubung singkat, menghasilkan distribusi *ampere-conductor* yang bekerja dengan medan fluks untuk menghasilkan torsi mula. Pengaruh torsi ini selalu mengakibatkan rotor berputar dalam arah yang sama sebagai medan putar. Anggaplah bahwa medan fluks berputar searah jarum jam pada kecepatan tertentu yang bergantung pada frekuensi stator dan banyaknya kutub dari kumparan stator. Kecepatan ini disebut “kecepatan sinkron” dan dinyatakan.

$$n_s = \frac{120 f_1}{p} \dots\dots\dots (2.6)$$

Kemudian untuk arah arus ini aturan $\vec{I}_2 \times \vec{B}$ menyatakan torsi yang searah jarum jam. Untuk itu rotor bergerak pada arah yang dapat memotong medan stator.

Karena rotor meningkatkan kecepatannya, laju yang mengijinkan medan stator memotong kumparan rotor menurun. Hal ini mengurangi ggl induksi resultan perfasa, pada gilirannya menurunkan magnitude distribusi ampere konduktor dan menghasilkan torsi yang lebih kecil. Pada kenyataannya proses ini berlanjut hingga kecepatan rotor mampu untuk menghasilkan ggl yang cukup agar

menghasilkan arus yang diperlukan untuk membangkitkan torsi yang setara dengan torsi lawan.

2.4.1. Slip dan frekuensi arus rotor^[1]

Slip diidentifikasi sebagai bagian Dari kecepatan sinkron n_s dan kecepatan aktual rotor n_r . Slip dirumuskan sebagai berikut :

$$s = \frac{n_s - n_r}{n_s} \dots\dots\dots (2.5)$$

Pada keadaan diam medan magnet putar yang dihasilkan oleh stator mempunyai kecepatan relatif yang sama dengan kumparan rotor. Pada saat ini frekuensi dari arus rotor sama dengan frekuensi stator ($f_r = f_s$). Frekuensi rotor f_r adalah nol ketika motor berputar pada kecepatan sinkron. Pada saat tersebut tidak terdapat gerakan (putaran) relatif antara medan putar dan rotor. Pada kecepatan yang lain, frekuensi rotor proporsional dengan slip (s). Hubungan antara slip dan frekuensi dapat dilihat dari persamaan berikut ini^[1] :

$$n_s = \frac{120f_s}{p} \text{ atau } f_s = \frac{p.n_s}{120} \dots\dots\dots (2.6)$$

dimana : p = jumlah kutub

f_s = frekuensi stator

Pada rotor berlaku hubungan :

$$f_r = \frac{(n_s - n_r)p}{120} = \frac{(n_s - n_r)n_s p}{n_s 120}$$

$$s = \frac{n_s - n_r}{n_s} \text{ dan } f_s = \frac{p.n_s}{120} \dots\dots\dots (2.7)$$

Maka :

$$f_r = s.f_s \dots\dots\dots (2.8)$$

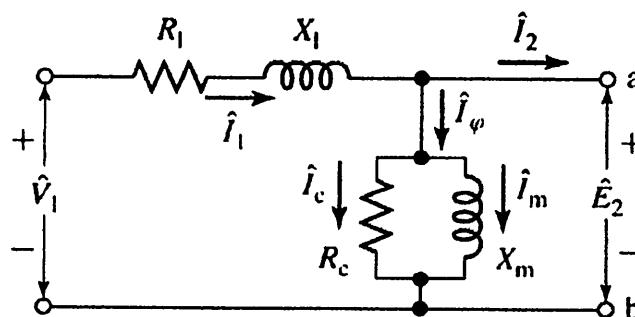
2.5 Rangkaian ekivalen^[2]

Suatu rangkaian ekivalen motor induksi tiga phasa diperlukan untuk membantu analisis operasi dan untuk memudahkan penghitungan kinerja. Kerja motor induksi seperti juga kerja pada transformator adalah berdasarkan prinsip induksi elektromagnetik. Oleh karena itu motor induksi dipandang sebagai transformator yang mempunyai ciri-ciri khusus, yaitu :

1. Stator sebagai sisi primer
2. Rotor sebagai sisi sekunder yang penghantar-penghantarnya dihubungkan singkat dan berputar
3. Kopling antara sisi primer dan sisi sekunder dipisahkan oleh celah udara (*air gap*).

2.5.1. Rangkaian ekivalen stator^[3]

Jika belitan stator mendapatkan tegangan catu dari jala – jala sebesar V_1 maka akan mengalir arus tiga phasa pada belitan stator yang akan membangkitkan medan magnet tiga phasa. Arus Stator (I_1) dapat dibagi menjadi dua komponen yaitu komponen beban (I_2) dan komponen penguat / eksitasi (I_ϕ).



Gambar 2.6
Rangkaian ekivalen stator motor induksi per phasa^[3]

Impedansi stator :

$$\hat{Z}_1 = r_1 + jx_1 \dots\dots\dots(2.9)$$

$$V_1 = E_2 + I_1 \hat{Z}_1 \dots\dots\dots(2.10)$$

Dimana :

V_1 = Tegangan terminal per – Phasa.

R_1 = Resistansi kumparan stator per – phasa.

X_1 = Reaktansi bocor kumparan stator per – phasa.

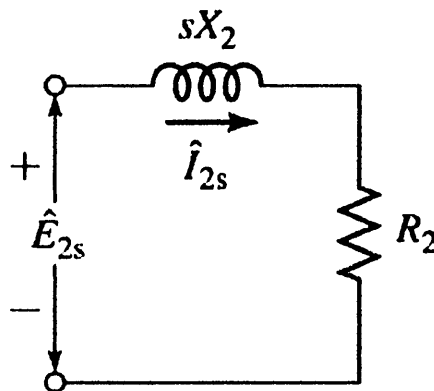
E_2 = Tegangan induksi (GGL) per - phasa didalam kumparan stator.

R_c = Resistansi rugi - rugi inti stator per – phasa.

X_m = Reaktansi magnetisasi stator per – phasa.

I_1 = Arus masuk

2.5.2 Rangkaian ekivalen rotor^[3]



Gambar 2-7
Rangkaian ekivalen rotor per phasa^[3]

$$Z_{2s} = \frac{E_{2s}}{I_{2s}} = R_2 + jsX_2 \dots\dots\dots(2.11)$$

$$I_{2s} = I_2 \dots\dots\dots(2.12)$$

$$E_{2s} = sE_2 \dots\dots\dots(2.13)$$

$$\frac{E_{2s}}{I_{2s}} = \frac{sE_2}{I_2} = Z_{2s} = R_2 + jsX_2 \dots\dots\dots(2.14)$$

$$Z_2 = \frac{E_2}{I_2} = \frac{R_2}{s} + jX_2 \dots\dots\dots(2.15)$$

Dimana:

Z_{2s} = Impedansi rotor pada slip frekuensi rotor

Z_2 = Impedansi rotor

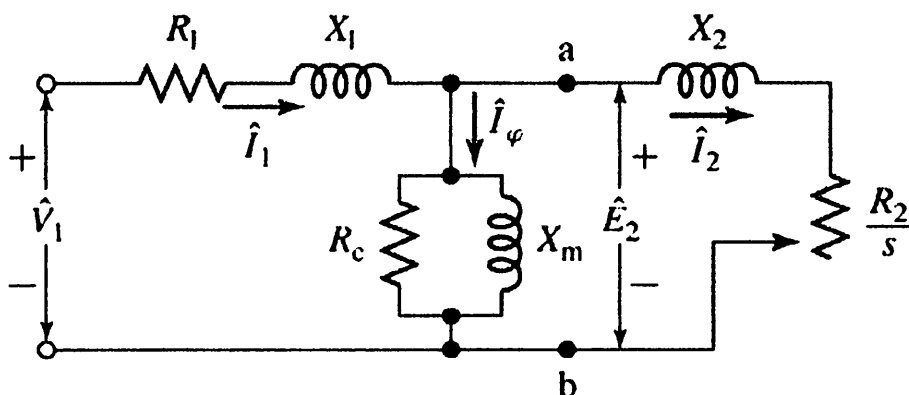
R_2 = Resistansi rotor

sX_2 = Reaktansi bocor rotor pada slip frekuensi rotor

E_{2s} = Tegangan terinduksi pada rotor

I_{2s} = Arus stator pada slip frekuensi rotor

sehingga rangkaian menjadi :



Gambar 2-8
Rangkaian ekuivalen motor induksi per phasa^[3]

Daya ditransfer dari rotor (*power air gap*) :

$$P_{GAP} = 3I_2^2 \left(\frac{R_2}{s} \right) \dots \dots \dots (2.16)$$

Rugi daya pada rotor :

$$P_{rcl} = 3I_2^2 r_2 = sP_{gap} \dots \dots \dots (2.17)$$

Daya mekanik :

$$P_{mek} = 3I_2^2 R_2 \left(\frac{1-s}{s} \right) = (1-s)P_{gap} \dots \dots \dots (2.18)$$

Daya keluar :

$$P_{out} = P_{mek} - rugi_2 \dots \dots \dots (2.19)$$

$$Rugi_2 = rugi \text{ gesek} + rugi \text{ angin} \dots \dots \dots (2.20)$$

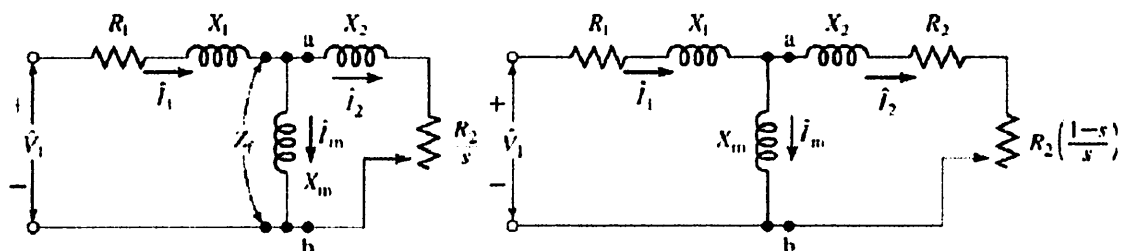
$$Rugi_2 (rugi \text{ gesek} + rugi \text{ angin}) = P_{no-load} - rugi_2 \text{ tembaga } no-load \dots (2.21)$$

Torsi :

$$T_{out} = \frac{P_{out}}{\omega_m} = \frac{P_{out}}{(1-s)\omega_s} \dots \dots \dots (2.22)$$

ω_m = Kecepatan sudut rotor (rad/sec)

Dalam analisis rangkaian ekivalen sering disederhanakan dengan menghilangkan resistansi (R_C) karena nilainya besar, sehingga rangkaian ekivalen pada gambar dapat berubah seperti dibawah ini, rangkaian ekivalen motor induksi yang disederhanakan menjadi rangkaian ekivalen model T.



Gambar 2-9
Rangkaian ekivalen motor induksi per phasa^[3]

Impedansi ekivalen jx_m , dan Z_2 :

$$\frac{1}{Z_e} = \frac{1}{jx_m} + \frac{1}{Z_2} \dots\dots\dots(2.23)$$

Total impedansi input:

$$Z_{in} = Z_1 + Z_2 \dots\dots\dots(2.24)$$

Estimasi arus stator :

$$I_1 = \frac{V_1}{Z_1} \dots\dots\dots(2.25)$$

power factor :

$$pf = \cos(\theta \bar{I}_1) \dots\dots\dots(2.26)$$

Daya input :

$$P_{in} = 3V_1 I_1 pf \dots\dots\dots(2.27)$$

dari persamaan 2.19 dan 2.27 sehingga

Efisiensi :

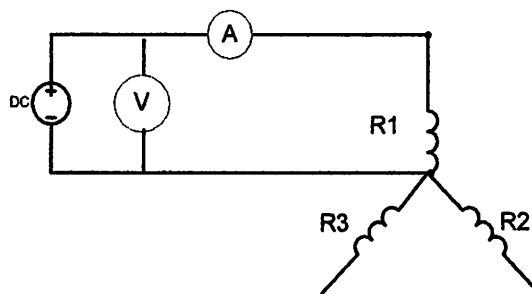
$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \dots\dots\dots(2.28)$$

2.6 Pengujian motor induksi tiga phasa

Untuk menganalisis motor diperlukan inputan parameter motor yang dapat diperoleh dengan melakukan pengujian.

2.6.1. Pengujian arus searah (*DC Test*)

Tujuan dari pengujian arus searah (*DC Test*) adalah untuk menentukan nilai resistansi stator. tahanan stator diperoleh dari hasil pengukuran DC secara langsung terhadap belitan stator. Gambar pengukuran ditunjukkan pada gambar 2.9.



Gambar 2-10
Pengujian arus searah (*DC Test*)

Kumparan stator terhubung bintang (Y) dan bila sumber DC disuplai melalui kumparan kumparan 1 , dengan kumparan ke tiga (kumparan c) dalam keadaan terbuka (*open circuit*), maka nilai dari resistansi ekivalen (R_{dc}) :

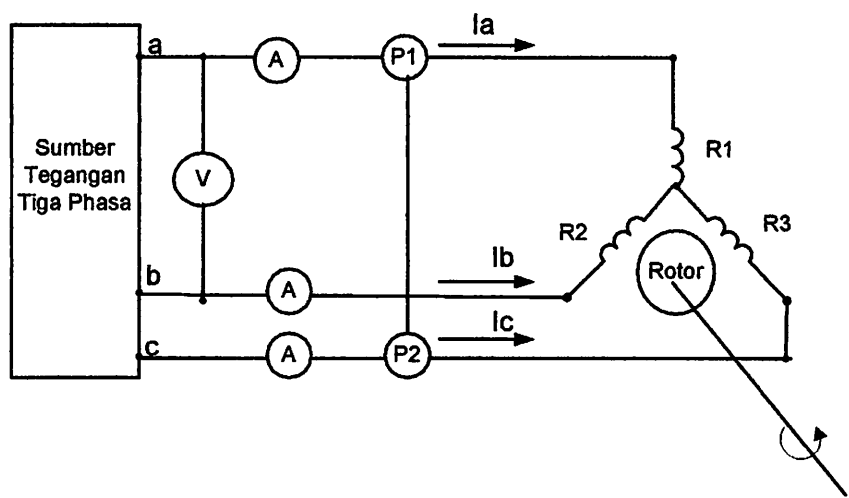
untuk nilai resistansi kumparan a dan b :

$$R_{ab} = R_1 = \frac{V_{DC}}{I_{DC}} \Omega \dots \dots \dots (2.29)$$

Dalam pengujian arus searah dijaga agar arus DC (I_{DC}) tidak melampaui nilai dari arus nominal motor induksi.

2.6.2 Pengujian tanpa beban (*No-Load Test*)

Pengujian Tanpa Beban (*No-Load Test*) bertujuan untuk menentukan nilai resistansi rugi-rugi inti (R_c) dan reaktansi pemagnetan (X_m). Pada pengujian ini motor induksi disuplai pada tegangan dan frekuensi nominalnya, serta rotor berputar tanpa terhubung dengan peralatan beban dimana harga slip sangat kecil (mendekati 0,0001 atau lebih kecil



Gambar 2-11
Rangkaian pengujian tanpa beban (*No Load Test*)

$P_{3-\phi}$, daya total yang terukur dari P1 dan P2 :

$P_{3-\phi} = P1 + P2 \text{ Watt}$

Daya per fasa $P_{nl} = \frac{P_{3-\phi}}{3} \text{ Watt/ per fasa}$

Dengan asumsi bahwa tegangan antar fasa stator seimbang, maka tegangan fasa stator :

$$V_{nl} = \frac{V_{ab}}{\sqrt{3}} \text{ Volt/fasa} \dots\dots\dots(2.30)$$

Untuk arus pada no load

$$I_{nl} = \frac{I_a + I_b + I_c}{3} \text{ Ampere} \dots\dots\dots (2.31)$$

$$Z_{nl} = \frac{V_{nl}}{I_{nl}} \text{ ohm} \dots\dots\dots (2.32)$$

$$R_{nl} = \frac{P_{3\Phi}}{3I_o} \text{ ohm} \dots\dots\dots (2.33)$$

$$X_{nl} = \sqrt{Z_{nl}^2 - R_{nl}^2} \text{ ohm} \dots\dots\dots (2.34)$$

R_c , resistansi rugi-rugi inti :

$$P_c = P_{nl} - P_{rs} \dots\dots\dots (2.35)$$

$$R_c = \frac{E_a^2}{P_c} \text{ ohm/phase} \dots\dots\dots (2.36)$$

Rugi Rugi Stator

$$P_s = 3I_{nl}^2 \cdot R_s \text{ (Watt)} \dots\dots\dots (2.37)$$

$$P_{gap} = P_{nl} - P_s \dots\dots\dots (2.38)$$

Rugi Rugi Rotor

$$P_r = sP_{gap} \text{ (Watt)} \dots\dots\dots (2.39)$$

Rugi Rugi

$$P_{rs} = P_s + P_r \dots\dots\dots (2.40)$$

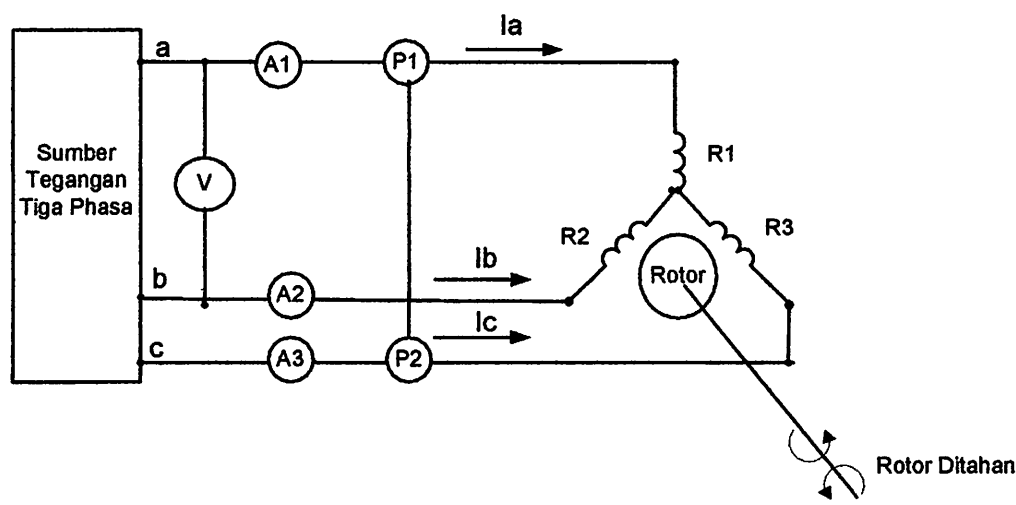
Rugi Gesek, angin, rugi besi (dianggap konstan):

$$P_{fwc} = P_{nl} - P_{rs} \text{ (Watt)} \dots\dots\dots (2.41)$$

2.6.3 Pengujian rotor tertahan (*Blocked Rotor Test*)

Tujuan pengujian rotor tertahan adalah untuk menentukan resistansi rotor pada motor induksi. Pada saat pengujian ini perputaran rotor motor induksi dikunci / diblok sehingga slip(s) sama dengan satu. Suplai tegangan tiga fasa

motor induksi adalah tegangan yang nilainya di bawah tegangan nominalnya, yakni tegangan yang dapat menghasilkan arus nominalnya. Sebagai pendekatan, diasumsikan bahwa arus pemagnetan (I_m) cukup kecil akibat penurunan suplai tegangan serta motor dalam keadaan tidak berputar ($s=1$) sehingga rugi-rugi inti dapat diabaikan.



Gambar 2-12
Rangkaian pengujian rotor tertahan (*Blocked Rotor*)

$P_{3-\phi}$,daya total yang terukur dari W_a dan W_b :

$$P_{3-\phi} = P_a + P_b \text{ watt} \tag{2.42}$$

Daya total tiga-fasa merupakan rugi-rugi tembaga stator dan rotor, karena motor tidak berputar maka rugi-rugi inti diabaikan.

P_{br} , rugi-rugi daya per fasa rotor tertahan :

$$P_{br} = \frac{P_{3-\phi}}{3} \text{ watt/fasa} \dots\dots\dots(2.43)$$

Dengan asumsi bahwa tegangan antar phasa stator seimbang, maka tegangan phasa stator :

$$V_{br} = \frac{V_{ab}}{\sqrt{3}} \text{ Volt/phasa} \dots\dots\dots (2.44)$$

I_{br} , arus phasa stator :

$$I_{br} = \frac{I_a + I_b + I_c}{3} \text{ Ampere} \dots\dots\dots (2.45)$$

R_{ek} , resistansi ekivalen :

$$R_{ek} = \frac{P_{br}}{3I_{br}^2} \text{ ohm/phasa} \dots\dots\dots (2.46)$$

Untuk R_r' , resistansi rotor berpatokan pada stator :

$$R_r' = R_{ek} - R_s \text{ ohm/phasa} \dots\dots\dots (2.47)$$

Z_{br} , Impedansi rotor tertahan :

$$Z_{br} = \frac{V_{br}}{I_{br}} \text{ ohm/phasa} \dots\dots\dots (2.48)$$

X_{ek} , reaktansi ekivalen :

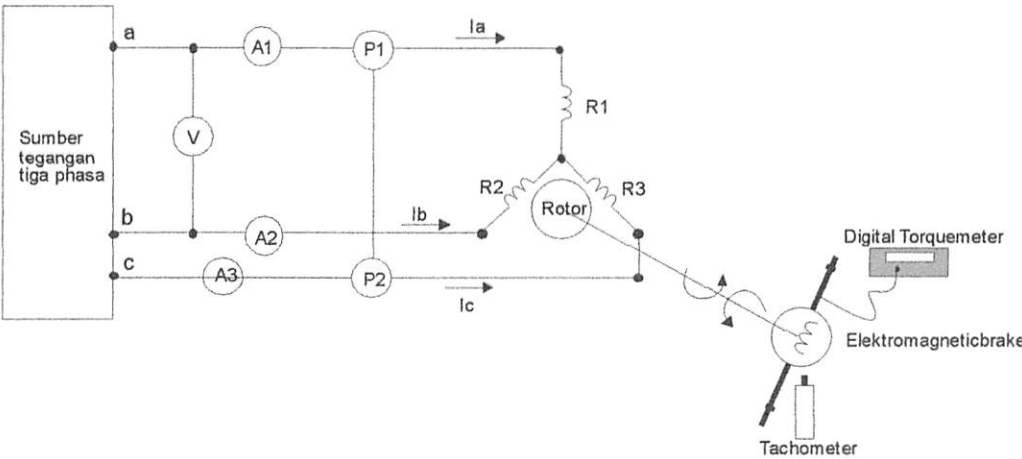
$$X_{ek} = \sqrt{(Z_{br}^2 + R_{ek}^2)} \text{ ohm/phasa} \dots\dots\dots (2.49)$$

Dimana Motor induksi yang dipakai adalah motor induksi dengan rotor sangkar tunggal. Secara umum X_s dan X_r' diasumsikan sama, sehingga ;

$$X_s = X_r' = 0.5 X_{ek} \text{ ohm/phasa}$$

2.6.4 Pengujian motor berbeban

Pengujian Motor berbeban ini dilakukan untuk mengetahui daya masuk, arus masuk, torsi dan kecepatan rotor pada kondisi beban yang berbeda mulai beban 25%, 50%, 75%, 100% dari beban penuh pada tegangan nominalnya yaitu 220/380 (Δ/Y) dan digunakan untuk mengetahui daya keluar dan efisiensi.



Gambar 2-13
Rangkaian pengujian motor berbeban (*load test*)

$P_{3-\phi}$,daya total yang terukur dari W_a dan W_b :

$$P_{3-\phi} = P_a + P_b \text{ watt}.....(2.50)$$

Arus total :

$$I = I_{A1} + I_{A2} + I_{A3}.....(2.51)$$

Kecepatan medan putar :

$$n_s = (120 \times \text{frekuensi}) / \text{jumlah kutub} \text{ (rpm)}(2.52)$$

Slip :

$$s = (n_s - n_r) / n_s.....(2.53)$$

Kecepatan sudut :

$$\omega_s = (2 \pi n_r) / 60 \quad (\text{rad/det}) \dots\dots\dots(2.54)$$

Daya keluar :

$$P_{out} = T_{out} \times \omega_s \quad (\text{watt}) \dots\dots\dots(2.55)$$

Efisiensi :

$$\eta = (P_{out} / P_{in}) \times 100 \dots\dots\dots(2.56)$$

2.7. Teori dasar algoritma genetika

2.7.1 Konsep dasar^[6]

Algoritma Genetika merupakan metode *adaptive* yang biasa digunakan untuk memecahkan suatu nilai pencarian nilai dalam sebuah masalah optimasi. Algoritma ini didasarkan pada proses genetik yang ada dalam makhluk hidup yaitu perkembangan generasi dalam sebuah populasi yang alami. Secara lambat laun mengikuti prinsip seleksi alam "siapa yang kuat dia yang bertahan (*survive*)". Dengan proses ini, algoritma genetika dapat digunakan untuk mencari solusi permasalahan-permasalahan dalam dunia nyata.

Algoritma genetika ini ditemukan oleh John Holland pada tahun 1970 yang dilandasi oleh sifat-sifat evolusi alam. Holland percaya bahwa ini sangat cocok digabungkan dalam sebuah algoritma komputer, menghasilkan sebuah teknik penyelesaian untuk permasalahan-permasalahan yang sulit dengan langkah alami yaitu evolusi. John Holland mulai bekerja dengan algoritma yang dibentuk dari string-string biner 1 dan 0 yang disebut kromosom. Seperti halnya alam , algoritma ini menyelesaikan permasalahan-permasalahan dengan menemukan kromosom-kromosom yang baik dengan memanipulasi materi dan sifat (*gene*) kromosom-kromosom. Algoritma ini tidak mengetahui tipe permasalahan yang akan diselesaikan hanya informasi yang telah diberikan dari *evaluasi* berupa nilai fitness setiap kromosom dengan nilai fitness terbaik yang bertahan hidup dan selalu diproduksi.

Sebelum Algoritma Genetika dijalankan maka sebuah kode yang sesuai (representasi) untuk persoalan harus dirancang. Titik solusi dalam ruang

permasalahan dikodekan dalam bentuk kromosom strong yang terdiri komponen genetik terkecil yaitu gen. Pemakaian bilangan seperti *integer*, *floating point*, dan abjad sebagai *allele* (nilai gen) memungkinkan penerapan operator genetika yaitu proses produksi (*reproduction*), pindah silang (*crossover*), mutasi (*mutation*). untuk menciptakan himpunan titik-titik solusi untuk memeriksa hasil optimasi, kita membutuhkan fungsi fitness menandakan gambaran hasil (*solution*) yang sudah dikodekan. Selama proses, induk harus digunakan untuk reproduksi, pindah silang dan mutasi untuk menciptakan keturunan (*offspring*). Jika Algoritma Genetika didesain dengan baik. Populasi akan mengalami konvergensi dan akan mendapatkan solusi yang optimum.

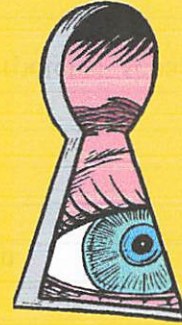
2.7.2 Istilah istilah algoritma genetika

Algoritma Genetika menggunakan mekanisme genetika yang ada pada proses alami dan sistem buatan. Istilah-istilah yang digunakan adalah gabungan dari dua disiplin ilmu,yaitu ilmu biologi dan ilmu komputer. Mitsuo Gen dan Runwei Cheng (1997) menjelaskan istilah-istilah yang digunakan dalam Algoritma Genetika sebagai berikut :

Tabel 2-1
Istilah yang digunakan dalam algoritma genetika^[6]

Istilah	Keterangan
Kromosom	Individu berupa segmen yang telah ditentukan
Gen	Bagian dari strin
Loci	Posisi dari gen
Allele	Nilai yang dimasukkan dalam gen
Phenotype	String yang merupakan solusi terakhir
Genotype	Sejumlah string hasil perkawinan yang berpotensi sebagai solusi

THANKS TO



Alhamdulillahirobbilalamiin...thanks to ALLAH swt dan nabi besar MUHAMMAD saw, papa (alh, slalu tetap di hatiku) dan mama (makasih ya mam semuanya, n maaf kalo sering marah2, sekarang gak lagi), mbah yang di banggle dan mbah yang di jiwut, keluarga besar di blitar (maaf jadi jarang ke blitar) , pak put ,mbak nur, rida, sasa, pakpuh syafrudin, pakpuh wiwik sampe tante cembik, anak kos, pak almizan abdullah dan pak widodo pudji(makasih bimbingan dan arahannya), fajri(partner satu bimbingan, kalo ada bisnis yang menjanjikan ajak aku ya bro), agustinus (thanks bro), aris muzi, rocky, septian, inul, agung, mas husen semua teman2 angkatan 2003 yang udah lulus dan yang belum lulus dan teman2 se-yudisium, pak abdul hamid dan anak2 lab konversi energi elektrik.

mig33 community (adjim, gres, panky, ty42_menhut, aero46, b.q, jojomojojo, tinuk, di3va, otiscitas, m3lati-, violeetha, alifirman, irwan), sjboy, xspeed, off stupid, V.O.D hardcore

Terdapat beberapa parameter yang digunakan dalam Algoritma Genetika. parameter tersebut digunakan untuk melihat kompleksitas dari Algoritma Genetika. Parameter yang digunakan tersebut adalah :

2.7.2.1 Jumlah generasi (*MAXGEN*)

Merupakan jumlah perulangan (iterasi) dilakukanya rekombinasi dan seleksi. Jumlah generasi ini mempengaruhi kestabilan output dan lama iterasi (waktu proses Algoritma Genetika). Jumlah iterasi yang besar dapat mengarahkan lokal optimum.

2.7.2.2 Ukuran populasi(*POPSIZE*)

Ukuran populasi mempengaruhi kinerja dan efektivitas dari Algoritma Genetika. Jika ukuran populasi kecil maka populasi tidak menyediakan cukup materi untuk mencakup ruang permasalahan, sehingga pada umumnya kinerja Algoritma menjadi buruk. Dalam hal ini dibutuhkan ruang yang lebih untuk merepresentasikan keseluruhan ruang permasalahan. Penggunaan populasi yang besar dapat mencegah terjadinya konvergensi pada wilayah lokal.

2.7.2.3 Probabilitas crossover (*Pc*)

Probabilitas *crossover* ini digunakan untuk mengendalikan frekuensi operator *crossover*. Dalam hal ini dalam populasi terdapat $P_c \times POPSIZE$ struktur (individu) yang melakukan pindah silang. Semakin besar probabilitas *crossover* maka semakin cepat struktur baru yang diperkenalkan dalam populasi. Namun sebaliknya jika probabilitas *crossover* terlalu kecil akan menghalangi proses pencarian dalam proses Algoritma Genetika.

.SKRIPSI

**ESTIMASI EFISIENSI MOTOR INDUKSI TIGA PHASA
DENGAN METODE ALGORITMA GENETIKA DI
LABORATORIUM KONVERSI ENERGI ELEKTRIK
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**



**Disusun Oleh :
Nanda Ali Masyhari
03.12.042**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO (S-1)
KONSENTRASI ENERGI LISTRIK
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
MARET 2009**

2.7.2.4 Probabilitas mutasi (P_m)

Mutasi digunakan untuk meningkatkan variasi populasi. Probabilitas mutasi digunakan untuk menentukan tingkat mutasi yang terjadi. Dalam populasi terdapat $P_m \times \text{POPSIZE} \times N$, dimana N jumlah gen dalam satu individu, Probabilitas mutasi yang rendah akan menyebabkan gen-gen yang berpotensi tidak dicoba. Dan sebaliknya, tingkat mutasi yang tinggi akan menyebabkan keturunan semakin mirip dengan induknya. Dalam Algoritma Genetika, mutasi menjalankan aturan penting yaitu :

- Mengganti gen-gen yang hilang selama proses seleksi.
- Menyediakan gen-gen yang tidak muncul pada saat instalasi awal populasi.

2.7.2.5 Panjang kromosom

Panjang kromosom berbeda-beda sesuai dengan model permasalahan. Titik solusi dalam ruang permasalahan dikodekan dalam bentuk kromosom yang terdiri dari gen. Pengkodean dapat memakai bilangan seperti *string, biner, integer, floating point*.

2.7.3 Komponen-komponen utama pada algoritma genetika

2.7.3.1 Penyandian

Teknik penyandian disini meliputi pemyandian gen dari kromosom. Gen merupakan bagian dari kromosom. Satu gen biasanya akan mewakili satu variabel. Gen dapat direpresentasikan : *string bit*, pohon, *real-number*, daftar aturan, elemen program atau representasi lainnya yang dapat diimplementasikan untuk operator genetika. Gambar berikut ini menunjukkan representasi *real-number*

Contoh pengkodeannya^[10] :

Kromosom 1	5,6465	7,6405	6,2500	7,3216	180,31
	Gen1	Gen2	Gen3	Gen4	Gen5

Gambar 2.14
Representasi pengkodean dengan *real-number*^[7]

Demikian juga kromosom dapat direpresentasikan dengan menggunakan :

- String bit : 10011, 01101, 11101, dst
- Elemen permutasi : E2, E5, E10, dst
- Daftar aturan : R1, R2, R3, dst
- Elemen program : pemrograman genetika
- Struktur lainnya.

2.7.3.2 Inisialisasi

Ukuran populasi tergantung pada masalah yang akan dipecahkan dan jenis operator genetika yang akan diimplementasikan. Setelah ukuran populasi ditentukan lalu dilakukan inisialisasi terhadap kromosom yang terdapat dalam kromosom tersebut. Inisialisasi kromosom dilakukan secara acak untuk nilai

.SKRIPSI

**ESTIMASI EFISIENSI MOTOR INDUKSI TIGA PHASA
DENGAN METODE ALGORITMA GENETIKA DI
LABORATORIUM KONVERSI ENERGI ELEKTRIK
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**



**Disusun Oleh :
Nanda Ali Masyhari
03.12.042**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO (S-1)
KONSENTRASI ENERGI LISTRIK
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
MARET 2009**

variabel yang dicari, namun harus tetap memperhatikan domain solusi dan kendala permasalahan yang ada.

2.7.3.3 Evaluasi

Ada dua hal yang harus dilakukan dalam melakukan evaluasi kromosom, yaitu : evaluasi fungsi obyektif dan konversi fungsi obyektif ke dalam fungsi *fitness*.

- Fungsi obyektif adalah selisih antara nilai sebenarnya dengan nilai perhitungan inisialisasi, semakin kecil nilainya maka semakin baik.

Untuk mendapatkan fungsi obyektif dapat digunakan rumus^[11] :

$$f = \frac{\text{Nilai estimasi} - \text{nilai sebenarnya}}{\text{nilai sebenarnya}} * 100$$

- Fungsi *fitness* adalah mendapatkan nilai dengan fungsi obyektif kecil agar mempunyai probabilitas yang besar untuk dapat terpilih pada proses seleksi.

Fungsi fitnessnya digunakan rumus^[11] :

$$ff = \frac{1}{f_1 + fn}$$

2.7.3.4 Seleksi

Seleksi bertujuan untuk memberikan kesempatan reproduksi yang lebih besar bagi anggota populasi yang paling fit. Seleksi akan menentukan individu-individu mana saja yang akan dipilih untuk dilakukan rekombinasi.

.SKRIPSI

**ESTIMASI EFISIENSI MOTOR INDUKSI TIGA PHASA
DENGAN METODE ALGORITMA GENETIKA DI
LABORATORIUM KONVERSI ENERGI ELEKTRIK
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**



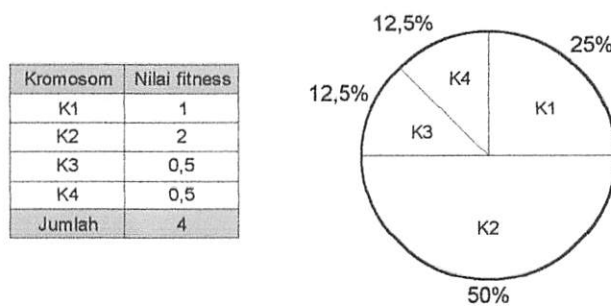
**Disusun Oleh :
Nanda Ali Masyhari
03.12.042**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO (S-1)
KONSENTRASI ENERGI LISTRIK
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
MARET 2009**

Metode seleksi yang bisa digunakan :

A. *Roulettewheel*

Suatu metode seleksi yang umum digunakan adalah *roulettewheel*. Metode ini menirukan permainan *roulettewheel* dimana masing-masing kromosom menempati potongan lingkaran pada roda roulette secara proporsioanal sesuai dengan nilai fitnessnya. Kromosom yang memiliki nilai fitness besar menempati potongan lingkaran yang lebih besar dibandingkan dengan kromosom bernilai fitness rendah. Gambar di bawah ini mengilustrasikan sebuah contoh penggunaan metode *roulettewheel*.



Gambar 2-15
Contoh penggunaan *roulettewheel*^[7]

K1 menempati interval nilai $[0;0,25]$, K2 berada dalam interval $[0,25;0,75]$, K3 menempati interval $[0,75;0,875]$, K4 dalam interval $[0,875;1]$. Misalkan bilangan random yang dibangkitkan 0,6 maka kromosom K2 yang terpilih sebagai orangtua. Tetapi jika bilangan random yang dibangkitkan adalah 0,99 maka kromosom K4 yang terpilih.

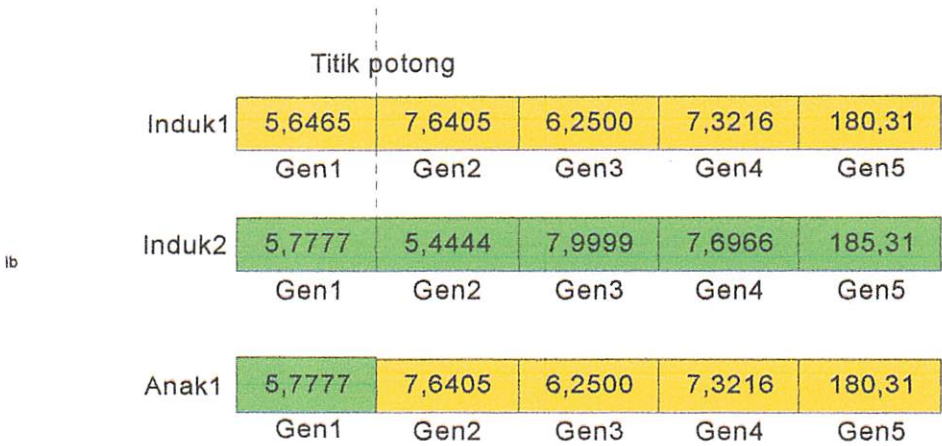
B. *Rank selection*

Rank Selection merangking populasi dan kemudian setiap kromosom diberi nilai *fitness* berdasarkan hasil rangking tersebut. Yang pertama akan

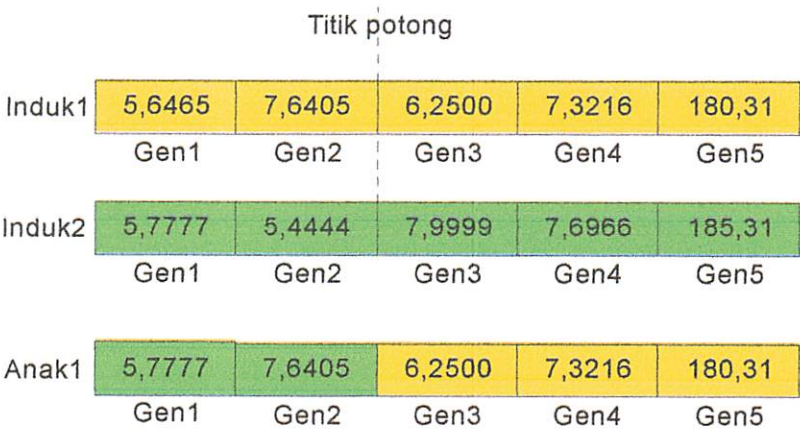
mempunyai *fitness* 1, yang kedua akan mempunyai *fitness* 2 dan seterusnya sampai mempunyai *fitness* N . Dengan demikian semua kromosom akan memiliki peluang untuk diseleksi

2.7.3.5 Crossover (pindah silang)

Fungsi *crossover* adalah menghasilkan kromosom anak dari kombinasi materi-materi gen dua kromosom induk. Cara kerjanya dengan membangkitkan sebuah nilai random sebanyak jumlah kromosom, apabila nilai random lebih kecil dari probabilitas *crossover* (P_c) maka pilih kromosom tersebut sebagai induk yang akan mengalami *crossover*. Probabilitas *crossover* (P_c) biasanya sebesar 0.8 sampai 0.9 yang artinya kromosom yang melakukan pindah silang adalah 80% atau 90% dari jumlah kromosom. *Crossover* yang paling sederhana adalah *one point crossover*. Posisi titik persilangan (point) ditentukan secara random pada range satu sampai panjang kromosom. Kemudian nilai *offspring* diambil dari dua induk dengan batas persilangan tersebut. *Crossover* yang lain adalah *two-point crossover*. Penentuan titik persilangan sama seperti penentuan titik persilangan pada *one-point crossover* kemudian nilai *offspring* diambil dari dua induk dengan dua batas titik titik persilangan. *Crossover* yang lain lagi adalah *Uniform Crossover* dimana nilai random 0 dan 1 dibangkitkan sepanjang gen dalam kromosom dan gen dengan nilai random 0 akan disilang dengan gen dengan nilai random 1. Ilustrasi kerja dari *Crossover* digambarkan sebagai berikut :



Gambar 2-16
One-point crossover^[6]



Gambar 2-17
Two-point crossover^[6]

	Titik potong				
	1	0	0	1	1
Induk1	5,6465	7,6405	6,2500	7,3216	180,31
	Gen1	Gen2	Gen3	Gen4	Gen5
Induk2	5,7777	5,4444	7,9999	7,6966	185,31
	Gen1	Gen2	Gen3	Gen4	Gen5
Anak1	5,7777	7,6405	6,2500	7,6966	185,31
	Gen1	Gen2	Gen3	Gen4	Gen5
Anak2	5,6465	5,4444	7,9999	7,3216	180,31
	Gen1	Gen2	Gen3	Gen4	Gen5

Gambar 2-18
Uniform crossover^[6]

2.7.3.6 Mutasi

Mutasi mengganti gen dengan suatu bilangan acak. Pertama dibangkitkan suatu bilangan *random* sebanyak jumlah gen bila nilai *random* < probabilitas mutasi, maka pilih gen tersebut yang akan mengalami mutasi. Probabilitas mutasi biasanya $1/\text{jumlah seluruh gen}$.

Dengan selesainya proses mutasi berarti kita sudah menyelesaikan satu proses generasi dengan didapatkan suatu populasi baru, untuk generasi berikutnya prosesnya dimulai lagi dari inisialisasi sampai mutasi sehingga didapat lagi populasi baru dan begitu seterusnya sampai pada batas maksimal generasi.

2.7.3.7 Elitisme

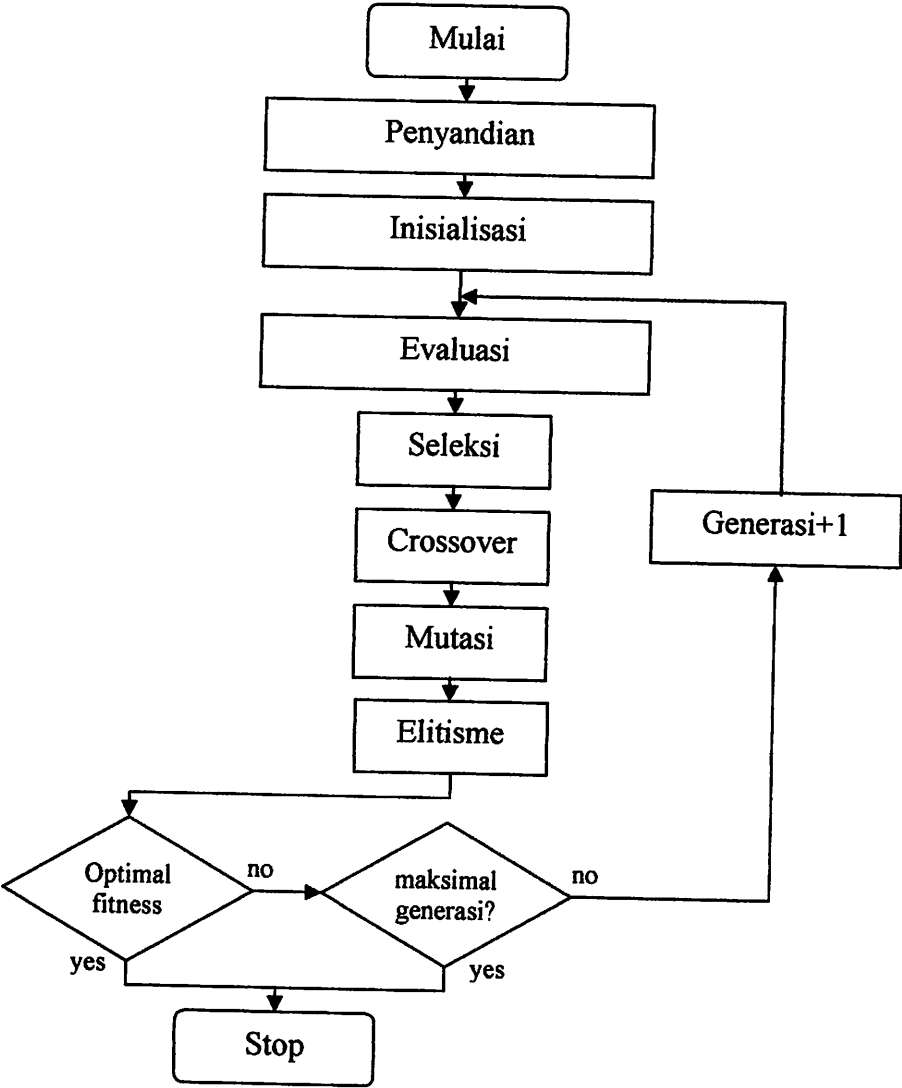
Karena seleksi dilakukan secara random, maka tidak ada jaminan bahwa suatu individu bernilai fitness tertinggi akan selalu terpilih, mungkin saja individu tersebut akan rusak (nilai fitnessnya menurun) karena proses pindah silang. Untuk menjaga agar individu bernilai fitness tertinggi tersebut tidak hilang selama evolusi, maka perlu dibuat satu atau beberapa kopinya. Prosedur ini dikenal sebagai elitisme.

2.8 Algoritma program

2.8.1 Algoritma metode algoritma genetika

1. Mulai
2. Penyandian
3. Inisialisasi
4. Evaluasi
5. Seleksi
6. Pindah silang
7. Mutasi
8. Elitisme
9. Apakah fitness sudah optimum, jika ya lanjut ke proses 11, jika tidak lanjut ke proses 10
10. Apakah generasi sudah maksimum, jika ya lanjut ke proses 11, jika tidak maka generasi + 1 dan kembali ke langkah 4
11. Selesai

2.8.2 Diagram alir metode algoritma genetika

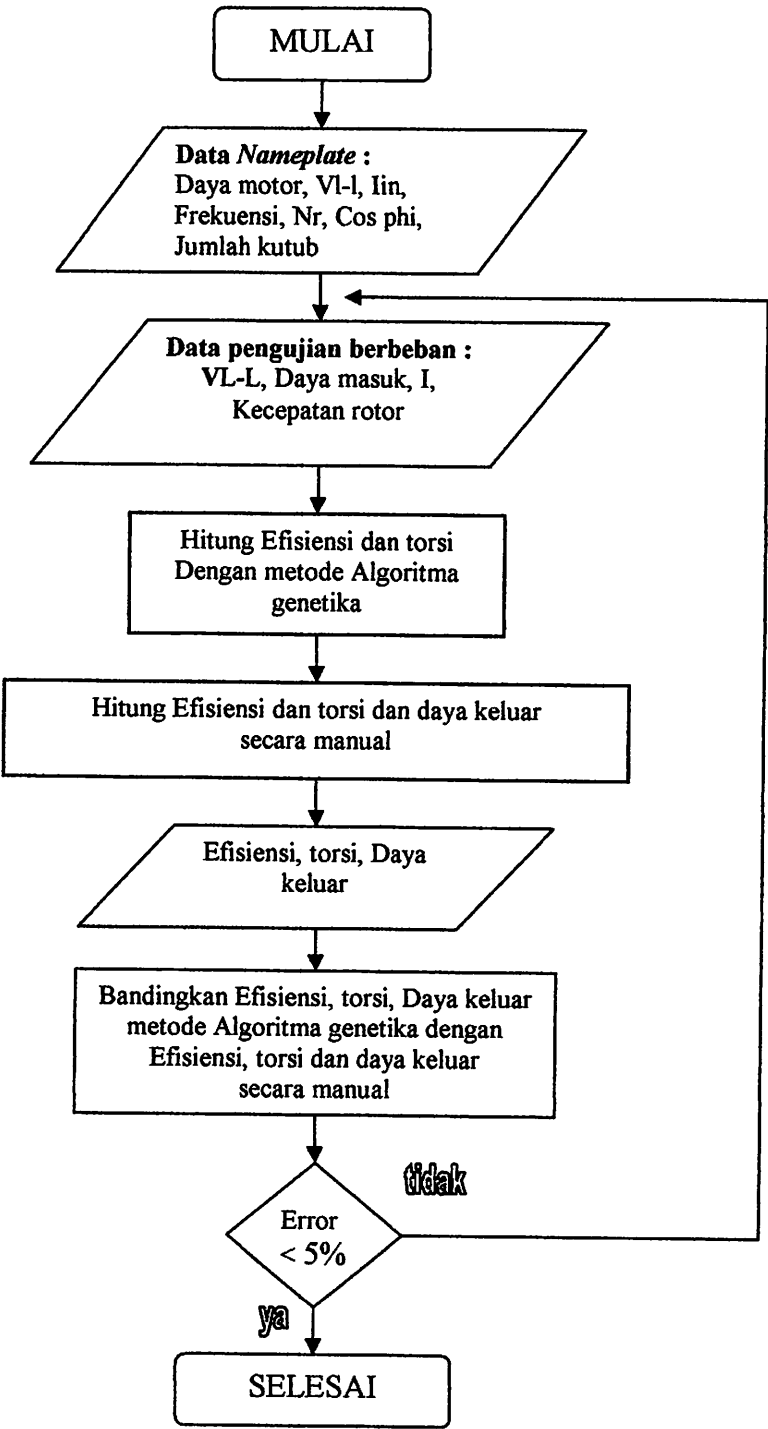


Gambar 2-19
Diagram alir metode algoritma genetika

2.8.3 Algoritma penyelesaian masalah secara umum

1. Mulai
2. Memasukkan input data informasi *nameplate* motor induksi berupa :
 - a. Tegangan nominal *line-line*
 - b. Arus nominal
 - c. Daya nominal
 - d. Putaran
3. Masukkan data hasil pengujian motor berbeban berupa VL-L, Pin, Iin, dan kecepatan rotor digunakan untuk menentukan efisiensi dan torsi
4. Hitung Efisiensi, Torsi, daya keluar dengan Metode Algoritma Genetika
5. Hitung efisiensi, torsi dan daya keluar secara manual
6. Bandingkan Efisiensi, Torsi, Daya keluaran, Apakah eror Efisiensi , Torsi, Daya keluaran $< 5\%$, jika ya lanjut ke langkah 7 jika tidak kembali ke langkah 3
7. Cetak Efisiensi dan Torsi
8. SELESAI

2.8.4 Diagram alir pemecahan masalah secara umum



Gambar 2-20
Diagram alir penyelesaian masalah secara umum

2.9 Implementasi algoritma genetika ke dalam masalah efisiensi motor

induksi

Dalam Algoritma Genetika untuk menentukan efisiensi motor induksi ini dilakukan langkah-langkah sebagai berikut :

2.9.1 Memasukkan data nameplate dan nilai hasil pengukuran motor berbeban berupa :

Data nameplate dengan variabel :

VL-L, Arus, Cos phi, Daya motor, Kecepatan

Data pengukuran berbeban dengan variabel :

VL-L, Arus, Daya masuk, Kecepatan

2.9.2 Parameter algoritma genetika

Pertama ditentukan parameter Algoritma Genetika yaitu :

- Ukuran populasi sebanyak 200 (kromosom)
- Jumlah gen dalam kromosom sebanyak 4, gen 1 mewakili Rstator, gen 2 mewakili X1 dan X2, gen 3 mewakili R2, gen 4 mewakili Xm
- Jumlah generasi sebanyak 250
- Probabilitas pindah silang sebesar 0.8, artinya 80% dari populasi akan mengalami pindah silang
- Probabilitas mutasi sebesar 0.05, artinya 5% dari populasi akan mengalami mutasi

2.9.3 Penyandian

Penyandiannya menggunakan real-number, gen 1 mewakili variabel R1, gen 2 mewakili variabel X1, gen 3 mewakili variabel R2, gen 4 mewakili variabel X2, gen 5 mewakili variabel Xm

Kromosom 1	5,6465	7,6405	6,2500	7,3216	180,31
	Gen1	Gen2	Gen3	Gen4	Gen5

Gambar 2.21
Representasi pengkodean dengan *real-number*^[6]

2.9.4 Inisialisasi

Tujuan dari proses ini adalah membangkitkan sebuah populasi yang berisi sejumlah kromosom. Setiap kromosom berisi sejumlah gen . Proses inisialisasi dilakukan dengan cara memberikan nilai awal pada gen-gen dari kromosom dengan nilai acak sesuai batasan yang telah ditentukan. Misal nilai acak yang dibangkitkan:

Kromosom 1	5,6465	7,6405	6,2500	7,3216	180,31
	Gen1	Gen2	Gen3	Gen4	Gen5
Kromosom 2	5,7777	5,4444	7,9999	7,6966	185,31
	Gen1	Gen2	Gen3	Gen4	Gen5
Kromosom 3	5,7777	7,6405	6,2500	7,3216	180,31
	Gen1	Gen2	Gen3	Gen4	Gen5
Kromosom 4	5,6465	5,4444	7,9999	7,6966	185,31
	Gen1	Gen2	Gen3	Gen4	Gen5

Gambar 2.22
Representasi inisialisasi dengan *real-number*^[6]

sampai kromosom ke 200

2.9.5 Evaluasi

Proses ini bertujuan untuk menghitung nilai fitness dari suatu individu (kromosom), Fungsi *fitness* adalah mendapatkan nilai dengan fungsi obyektif kecil agar mempunyai probabilitas yang besar untuk dapat terpilih pada proses seleksi, Pertama-tama ditentukan dulu fungsi obyektifnya :

$$f1 = (lin_est - iin) * 100 / iin$$

$$f2 = (pin_est - pin) * 100 / pin$$

$$f3 = (pf_est - pf) * 100 / pf$$

$$f4 = (pout_est - pout) * 100 / pout$$

Setelah dihitung fungsi obyektifnya lalu dihitung fitnessnya :

$$eff(n) = pout_est / pin_est * 100;$$

$$ff1(n) = 1 / (abs(f1) + abs(f2) + abs(f3) + abs(f4));$$

2.9.6 Seleksi

Seleksi menggunakan *roulettewheel*:

Kromosom yang memiliki nilai fitness besar menempati potongan lingkaran yang lebih besar dibandingkan dengan kromosom bernilai fitness rendah..



Gambar 2-23
penggunaan *roulettewheel*^[7]

K1 menempati interval nilai $[0;0,25]$, K2 berada dalam interval $[0,25;0,75]$, K3 menempati interval $[0,75;0,875]$, K4 dalam interval $[0,875;1]$. Misalkan bilangan random yang dibangkitkan 0,6 maka kromosom K2 yang terpilih sebagai orangtua. Tetapi jika bilangan random yang dibangkitkan adalah 0,99 maka kromosom K4 yang terpilih

2.9.7 Crossover (pindah silang)

Fungsi *crossover* adalah menghasilkan kromosom anak dari kombinasi materi-materi gen dua kromosom induk. Posisi titik persilangan (point) ditentukan secara random pada range satu sampai panjang kromosom. Kemudian anak diambil dari dua induk dengan batas persilangan tersebut

	Titik potong				
Induk1	5,6465	7,6405	6,2500	7,3216	180,31
	Gen1	Gen2	Gen3	Gen4	Gen5
Induk2	5,7777	5,4444	7,9999	7,6966	185,31
	Gen1	Gen2	Gen3	Gen4	Gen5
Anak1	5,7777	7,6405	6,2500	7,3216	180,31
	Gen1	Gen2	Gen3	Gen4	Gen5

Gambar 2-24
One-point Crossover^[6]

2.9.8 Mutasi

Mutasi mengganti gen dengan suatu bilangan acak. Pertama dibangkitkan suatu bilangan *random* sebanyak jumlah gen bila nilai *random* < probabilitas mutasi, maka pilih gen tersebut yang akan mengalami mutasi. Probabilitas mutasi biasanya $1/\text{jumlah seluruh gen}$.

2.9.9 Elitisme

Untuk menjaga agar individu bernilai fitness tertinggi tidak hilang selama evolusi, maka perlu dilakukan prosedur elitisme, dengan cara membuat satu atau dua kopi dari individu bernilai fitness tertinggi tersebut

2.9.10 Algoritma efisiensi motor induksi tiga phasa metode algoritma genetika

1. MULAI
2. Masukkan Data pengujian berbeban VL-L, Daya masuk, I, Kecepatan rotor
3. Penyandian Kromosom R1, R2, X1, X2, Xm
4. Inisialisasi Kromosom
5. Melakukan Evaluasi Nilai fitness :

$$f1 = (I_{in_est} - i_{in}) * 100 / i_{in}$$

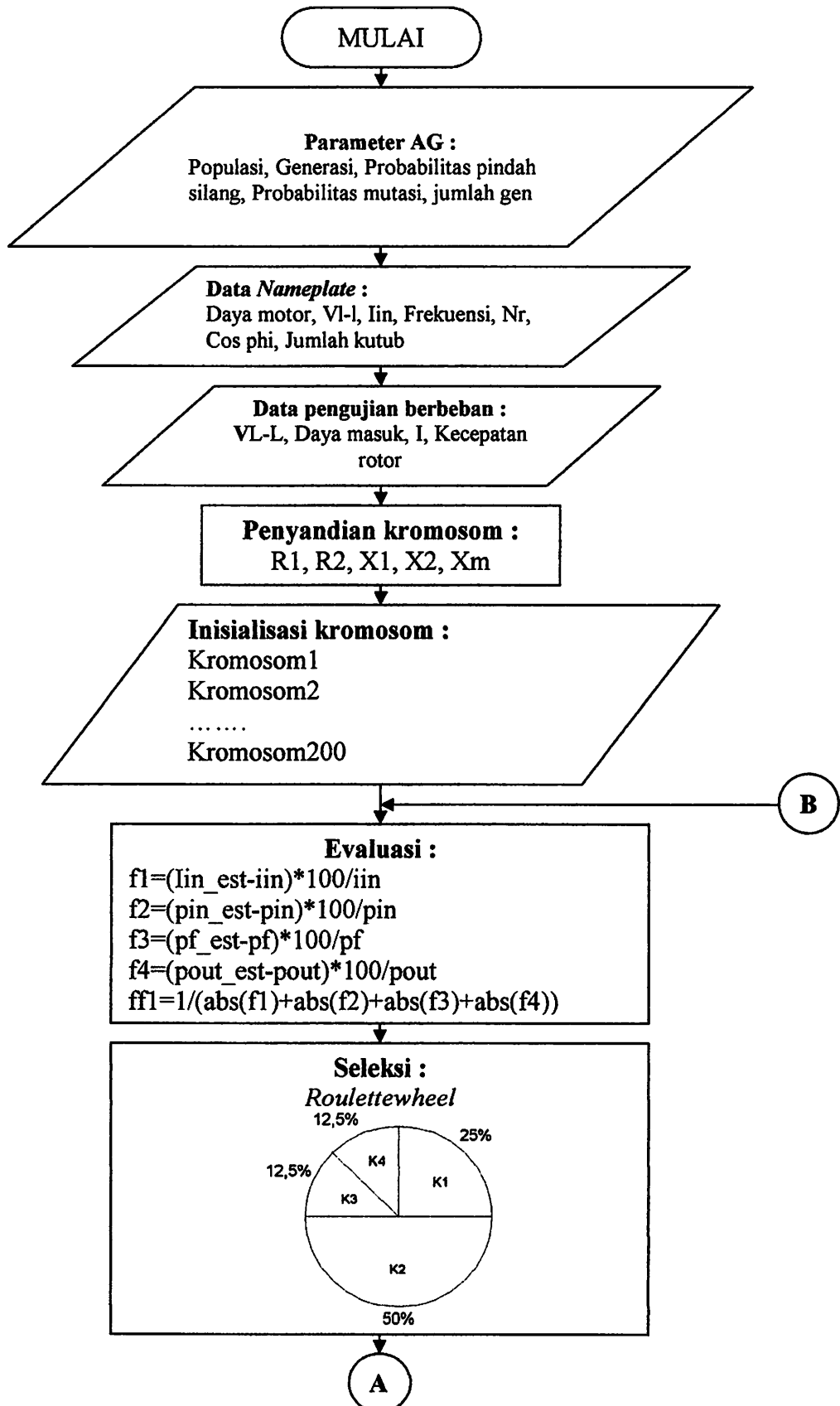
$$f2 = (P_{in_est} - P_{in}) * 100 / P_{in}$$

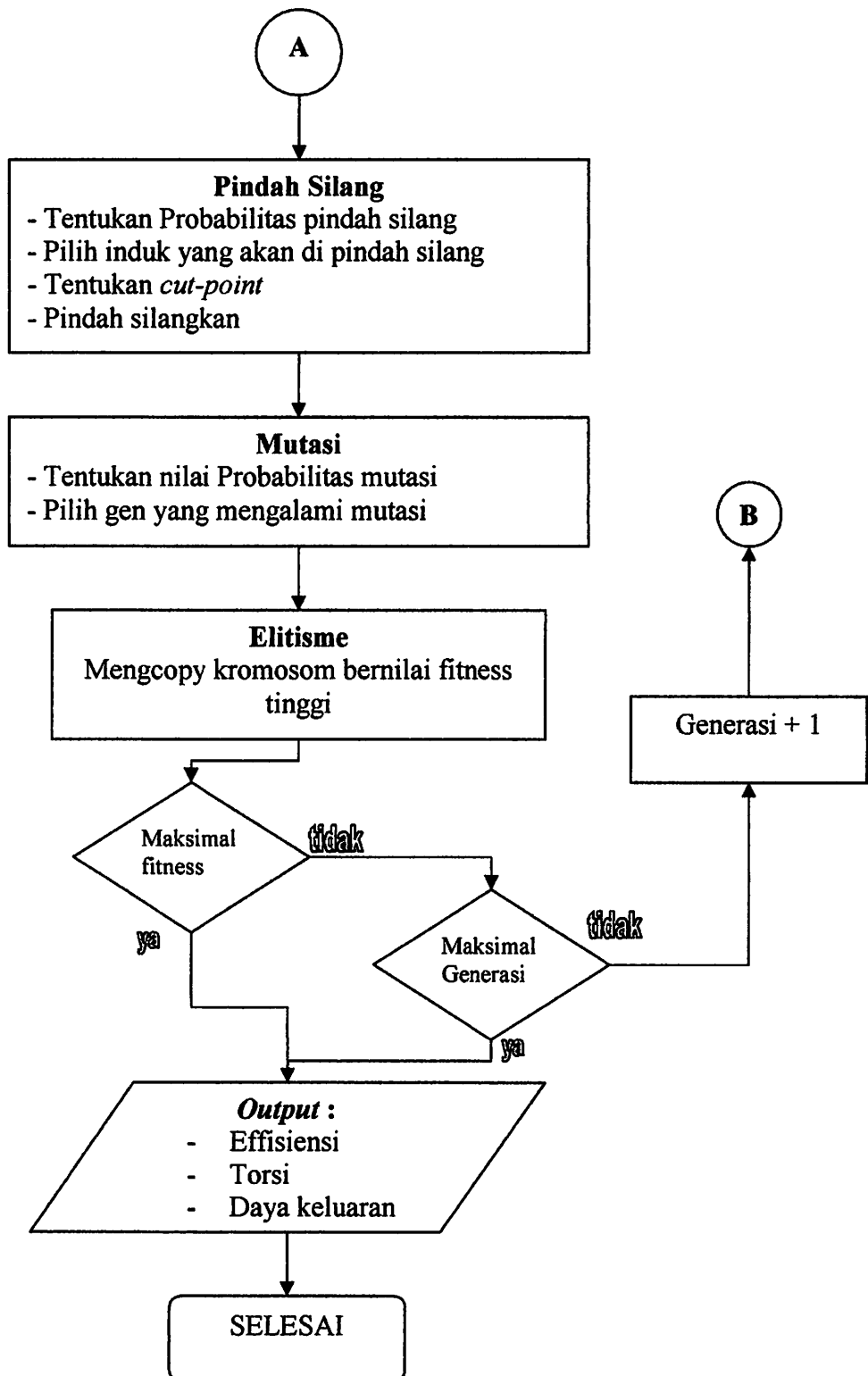
$$f3 = (P_{f_est} - P_f) * 100 / P_f$$

$$f4 = (P_{out_est} - P_{out}) * 100 / P_{out}$$

$$ff1 = 1 / (\text{abs}(f1) + \text{abs}(f2) + \text{abs}(f3) + \text{abs}(f4))$$
6. Seleksi menggunakan *RoeletteWheel*
7. Melakukan Pindah silang :
 - Tentukan Probabilitas pindah silang
 - Pilih induk yang akan di pindah silang
 - Tentukan *cut-point*
 - Pindah silangkan
8. Melakukan Mutasi :
 - Tentukan nilai Probabilitas mutasi
 - Pilih gen yang mengalami mutasi
9. Elitisme : Mengcopy kromosom bernilai fitness tinggi supaya tidak hilang
10. Apakah Nilai Fitness sudah maksimum, jika ya lanjutkan ke langkah 12, jika tidak lanjutkan ke langkah 10
11. Apakah generasi sudah maksimum, jika ya lanjutkan ke langkah 12, jika tidak lanjutkan ke langkah 11
12. Generasi + 1 dan kembali ke langkah 4
13. Output Efisiensi, Torsi, Daya keluar Metode Genetika Algoritma
13. SELESAI

2.9.1.1 Flowchart efisiensi motor induksi tiga phasa metode algoritma genetika





Gambar 2-25

Flowchart efisiensi motor induksi tiga phasa metode algoritma genetika

BAB III

ASPEK TEKNIS

Dalam penelitian ini pengambilan parameter dan melakukan pengujian digunakan peralatan sebagai berikut :

3.1 Motor induksi *squirrelcage* tiga phasa de lorenzo/ DL 1021

TEGANGAN	: 220/380 (Δ/Y) VOLT
ARUS	: 4.3/2.5 (Δ/Y) AMPERE
COS ϕ	: 0.83
FREKUENSI	: 50 HZ
DAYA	: 1.1 KW
PUTARAN	: 2820 RPM
KUTUP	: 2 KUTUP
KELAS ISOLASI	: F

3.2 Electromagneticbrake de lorenzo/ DL 1019 dengan spesifikasi :

Vmax = 250 volt

Daya = 1.4 Kw

Kecepatan maksimal = 4000 rpm

3.3 Digital multimeter de lorenzo DL 1031 untuk AC/DC dan daya AC

dengan spesifikasi :

Power Supply 220 volt AC 50/60 Hz dengan fuse dan circuit

breaker

3.3.1 Pada bagian AC pengukuran 1 phasa dan 3 phasa :

- Voltmeter 3 digits, skala penuh 9.99 v atau 500 v, akurasi 0.5% f.s $\pm$ 1 digit, resolusi 0.1 volt pada skala 9.99 volt, dan 1 volt pada skala 500 v, voltmeter dapat dipilih untuk pengukuran tegangan antar phasa
- Ampere meter 3 digits, skala penuh 9.99 A, akurasi 0.5%, f.s $\pm$ 1 digit, resolusi 10 mA, dapat dipilih untuk mengukur arus masing arus pada tiap phasa
- Wattmeter 4 digits, skala penuh 6600 W, akurasi 0.5% f.s $\pm$ 1 digit, resolusi 10 W, pada pengukuran tiga phasa menggunakan koneksi ARON

3.3.2 Pada bagian DC :

- Voltmeter 3 digits, skala penuh pada 99.9 atau 500 volt, akurasi 0.2% f.s $\pm$ 1 digit, resolusi 0.1 v pada skala 99.9 v, dan 1 v pada skala 500 v
- Apere meter 3 ½ digits, skala penuh 19.99 A, akurasi 0.2f.s % $\pm$ 1 digit, resolusi 10 mA

3.4 Digital *clamp on AC power hitester* hioki dengan spesifikasi :

Temperatur dan kelembaban untuk garansi keakuratan 23°C $\pm$ 5°C (73°F $\pm$ 9°F), 80% RH atau kurang

Power supply 9VDC

3.4.1 Spesifikasi pada bagian pengukuran tegangan:

3.4.1.1 Tegangan (rms)

Tabel 3-1
Spesifikasi alat ukur tegangan(rms)AC hioki

Range (accuracy range)	Resolution	Accuracy	
		45Hz to 66Hz	30Hz to 45Hz 66Hz to 1KHz
150 V (10 V rms to 150 V rms)	0.1	$\pm 1\%rdg \pm 3dgt$	$\pm 1.5\%rdg \pm 5dgt$
300 V (30 V rms to 300 V rms)	0.1	$\pm 1\%rdg \pm 3dgt$	$\pm 1.5\%rdg \pm 5dgt$
600 V (60 V rms to 600 V rms)	1	$\pm 1\%rdg \pm 3dgt$	$\pm 1.5\%rdg \pm 5dgt$

3.4.1.2 Tegangan (peak) :

Tabel 3-2
Spesifikasi alat ukur tegangan(peak) AC hioki

Range (accuracy range)	Resolution	Accuracy
		30Hz to 1KHz
150 V (10 V rms to 150 V rms)	1 V	$\pm 3\%rdg \pm 5dgt$
300 V (30 V rms to 300 V rms)	1 V	$\pm 3\%rdg \pm 5dgt$
600 V (60 V rms to 600 V rms)	1 V	$\pm 3\%rdg \pm 5dgt$

3.4.2 Spesifikasi pada bagian pengukuran arus AC 1 phasa:

- Arus maksimum yang diizinkan 1000 Arms
- Efek posisi konduktor ± 0.7%
- Nilai maksimum tegangan ke bumi 600 Vrms

3.4.2.1 Arus (rms) :

Tabel 3-3
Spesifikasi alat ukur arus(rms) AC hioki

Range (accuracy range)	Resolution	Accuracy	
		45Hz to 66Hz	66Hz to 1KHz
20 A (1 A rms to 20 A rms)	0.01 A	± 1.3%rdg ± 3dgt	± 2%rdg ± 5dgt
200 A (10 A rms to 200 A rms)	0.1 A	± 1.3%rdg ± 3dgt	± 2%rdg ± 5dgt
1000 A (100 A rms to 1000 A rms)	1 A	± 1.3%rdg ± 3dgt	± 2%rdg ± 5dgt

3.4.2.2 Arus (peak) :

Tabel 3-3
Spesifikasi alat ukur arus(peak) AC hioki

Range (accuracy range)	Resolution	Accuracy
		45Hz to 1KHz
20 A (1 A rms to 20 A rms)	0.1 A	± 3%rdg ± 5dgt
200 A (10 A rms to 200 A rms)	1 A	± 3%rdg ± 5dgt
1000 A (100 A rms to 1000 A rms)	1 A	± 3%rdg ± 5dgt

3.4.3 Spesifikasi pada bagian pengukuran daya AC 1 phasa:

Kondisi pengukuran

satu fasa 50/60 Hz sinusoida

Range pengukuran

1 A – 1000 A

3.4.3.1 Pengukuran daya aktif :

Tabel 3-4
Range alat ukur daya aktif AC 1 phasa hioki

VOLTAGE/CURRENT		Current range		
		20 A	200 A	1000 A
Voltage range	150 V	3 Kw	30 Kw	150 Kw
	300 V	6 Kw	60 Kw	300 Kw
	600 V	12 Kw	120 Kw	600 Kw

Akurasi pengukuran

$\pm 2.3\%rdg \pm 5dgt$ (cosphi=1)

3.4.3.2 Pada pengukuran daya semu S, daya reaktif Q, dan power faktor :

Metode pengukuran didapatkan dari perhitungan pengukuran daya aktif, arus, dan tegangan

Akurasi $\pm 1dgt$ dari perhitungan nilai masing2 pengukuran

Range pengukuran sama dengan tabel diatas [W] diganti [VA] atau [Var]

3.4.3.3 Pada pengukuran sudut phasa :

Tabel 3-5
Spesifikasi alat ukur sudut fasa 1 phasa hioki

Mode pengukuran	Resolusi	Range pengukuran	Akurasi
ϕ	0.1°	LEAD 90° to LAG 90°	$\pm 3^\circ$

3.4.3.4 Pada pengukuran cosphi :

Tabel 3-6
Spesifikasi alat ukur cosphi 1 phasa hioki

Mode pengukuran	Resolusi	Range pengukuran	Akurasi
Cos ϕ	0.001	LEAD 0 to 1 LAG 0	$\pm 3^\circ \pm 2 \text{dgt}$

3.4.3.5 Pada pengukuran daya reaktif

Tabel 3-7
Spesifikasi alat ukur daya reaktif 1 phasa hioki

Mode pengukuran	Resolusi	Range pengukuran	Akurasi
Sin φ	0.001	LEAD 0 to 1 LAG 0	$\pm 3^\circ \pm 2 \text{dgt}$

3.4.4 Spesifikasi pada pengukuran daya AC 3 phasa

Kondisi pengukuran	tiga fasa seimbang, 50/60Hz, sinusoidal
Metode pengukuran	daya aktif dihitung dari informasi daya semu dan sudut fasa

Tabel 3-8
Range alat ukur daya aktif 3 phasa hioki

VOLTAGE/CURRENT		Current range		
		20 A	200 A	1000 A
Voltage range	150 V	3 Kw	30 Kw	150 Kw
	300 V	6 Kw	60 Kw	300 Kw
	600 V	12 Kw	120 Kw	600 Kw

Untuk daya semu, [W] diganti [VA]

Resolusi $\pm 3^\circ \text{rdg} \pm 10 \text{dgt}$ ($\cos\phi_i=1$)

3.4.4.1 Pengukuran daya reaktif Q

Metode pengukuran didapatkan dari perhitungan pengukuran daya aktif dan daya semu

Akurasi ± 1dgt dari perhitungan nilai masing2 pengukuran

Range pengukuran sama dengan tabel diatas [W] diganti [Var]

3.4.4.2 Pada pengukuran sudut phasa :

Tabel 3-9
Spesifikasi alat ukur sudut fasa 3 phasa hioki

Mode pengukuran	Resolusi	Range pengukuran	Akurasi
ϕ	0.1°	LEAD 90° to LAG 90°	±3°

3.4.4.3 Pada pengukuran cosphi :

Tabel 3-10
Spesifikasi alat ukur cosphi 3 phasa hioki

Mode pengukuran	Resolusi	Range pengukuran	Akurasi
Cos ϕ	0.001	LEAD 0 to 1 LAG 0	±3° ±2dgt

3.4.4.4 Pada pengukuran faktor reaktif :

Tabel 3-11
Spesifikasi alat ukur faktor reaktif 3 phasa hioki

Mode pengukuran	Resolusi	Range pengukuran	Akurasi
Sin ϕ	0.001	LEAD 0 to 1 LAG 0	±3° ±2dgt

3.4.5 Spesifikasi pada pengukuran frekuensi:

Range pengukuran sama dengan pengukuran tegangan dan arus

Tabel 3-12
Spesifikasi alat ukur frekuensi hioki

Range (Accuracy range)	Resolusi	Akurasi
100 Hz (30 Hz to 100 Hz)	0.1 Hz	$\pm 0.3\% \text{rdg} \pm 1 \text{dgt}$
1000 Hz (100 Hz to 1000 Hz)	1 Hz	$\pm 1\% \text{rdg} \pm 1 \text{dgt}$

3.4.6 Spesifikasi pada pengukuran harmonisa

Kondisi pengukuran frekuensi dasar 50/60 Hz

Fungsi pengukuran Arus AC/tegangan AC

Analisis harmonisa :

Lebar window 1 cycle (50/60 Hz)

Tipe window rectangular

Jumlah analisis data 256 poin

Order analisis ke-1 sampai ke-20

Item analisis :

Level harmonisa arus dan tegangan

Persentase harmonisa arus dan tegangan

Rasio total harmonic distorsi arus dan tegangan (THD-F dan THD-R)

Tabel 3-13
Spesifikasi alat ukur harmonisa hioki

Order	Akurasi
1	$\pm 3\% \text{rdg} \pm 10 \text{dgt}$
2 s/d 6	$\pm 3.5\% \text{rdg} \pm 10 \text{dgt}$
7 s/d 8	$\pm 4.5\% \text{rdg} \pm 10 \text{dgt}$
9 s/d 10	$\pm 5\% \text{rdg} \pm 10 \text{dgt}$
11 s/d 15	$\pm 7\% \text{rdg} \pm 10 \text{dgt}$
16 s/d 20	$\pm 10\% \text{rdg} \pm 10 \text{dgt}$

3.5 Digital avometer xiole DT9205A dengan spesifikasi :

- Power supply 9 volt DC

3.5.1 Pada bagian AC :

Tabel 3-14
Spesifikasi alat ukur voltmeter AC xiole

Skala Tegangan	Akurasi
200 mV	$1.2\% + 3$
2 V	$0.8\% + 5$
20 V	
200 V	
750 V	$1.2\% + 3$

Tabel 3-15
Spesifikasi alat ukur amperemeter AC xiole

Arus	Akurasi
20 mA	1.2 % +3
200 mA	1.8 % + 3
2 A	1.8 % + 3
20 A	3 % + 2

3.5.2 Pada bagian DC :

Tabel 3-16
Spesifikasi alat ukur voltmeter DC xiole

Skala Tegangan	Akurasi
200 mV	0.5 % + 5
2 V	
20 V	
200 V	
1000 V	0.8 % + 5

Tabel 3-17
Spesifikasi alat ukur amperemeter DC xiole

Arus	Akurasi
2 mA	0.8 % + 5
20 mA	0.8 % + 5
200 mA	1.2 % + 5
20 A	2 % + 5

Tabel 3-18
Spesifikasi alat ukur tahanan xiole

Ohm	Akurasi
200	0.8 % + 8
2k	0.8 % + 5
20k	
200k	
2m	
20m	1 % + 5
2000m	5 % 10

3.6 Digital *stroboscope tachometer* dengan spesifikasi :

10 Vac 50/60 Hz

220 Vac 50/60 Hz

230 Vac 50/60 Hz

4 Digits, resolusi 1 rpm, skala penuh 9999 rpm

3.7 Digital *mechanical tachometer* DL 2026

3.8 Digital torsimeter de lorenzo DL 2006 C dengan spesifikasi :

Standar *power supply* 220 Vac 50/60 Hz, 3 digits, skala penuh 9.99 Nm, modul digital torsimeter terhubung dengan timbangan *dynamometric brake* pada *electromagnetic brake*, sebelumnya timbangan ini diberi beban pada kedua sisinya dan harus diseimbangkan dulu dengan melihat level ketinggian air jika level ketinggian air berada tepat ditengah dan angka pada display digital torsimeter menunjukkan 0 maka torsimeter siap digunakan

3.9 AC *voltage regulator* dan DC *supply* de lorenzo 1013 M2

3.9.1 Pada bagian AC

switch a phasa-netral 220 V 6 A

switch b phasa netral 0 s/d 240 V 6 A

3.9.2 Pada bagian DC

switch a 220 V 10 A

switch b 0 s/d 240 10 A

3.10 Peralatan lain

- Landasan untuk tempat motor dan electromagnetic brake
- Tank
- Obeng plus
- Kunci L
- Kunci pas dan kunci ring
- Kabel konektor

3.11 Komputer pc dan program matlab dengan spesifikasi :

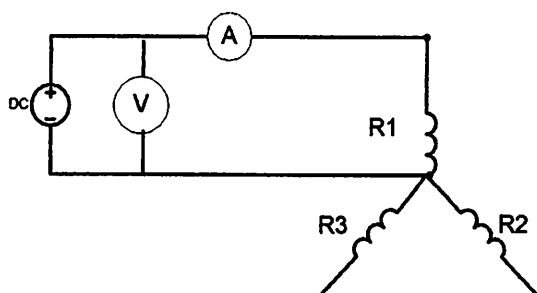
Pembuatan dan pengujian Efisien motor induksi tiga phasa metode algoritma genetika dilakukan dengan bantuan komputer PC dan Program MATLAB dengan spesifikasi sebagai berikut :

- Processor Intel Pentium IV celeron 2.0 GHz
- Memory 256 Mb
- Monitor 15" Samsung CKF5607D
- Program Matlab versi 6.5

3.12 Pelaksanaan pengujian

Untuk mendapatkan hasil pengujian yang akurat setiap pengujian dilakukan 2 kali pengukuran dengan alat ukur yang berbeda dengan demikian kebenaran hasil pengukuran dapat divalidasi, pengujian yang dilakukan adalah :

1. Pengujian arus searah (*DC Test*)

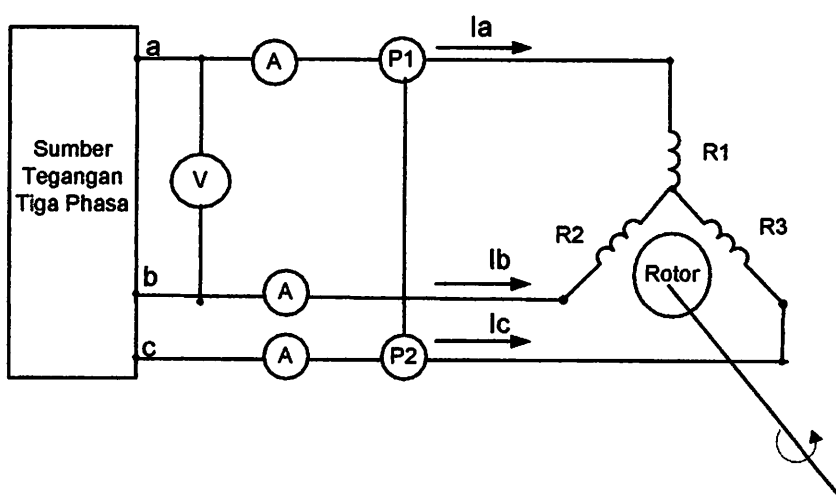


Gambar 3-1
Pengujian arus searah (*DC Test*)

Pada pengujian ini digunakan alat ukur 2 voltmeter dan 2 amperemeter ,
yaitu:

- Digital multimeter de lorenzo DL 1031
- Digital avometer xiole DT9205A

Pengujian tanpa beban (*No-Load Test*)



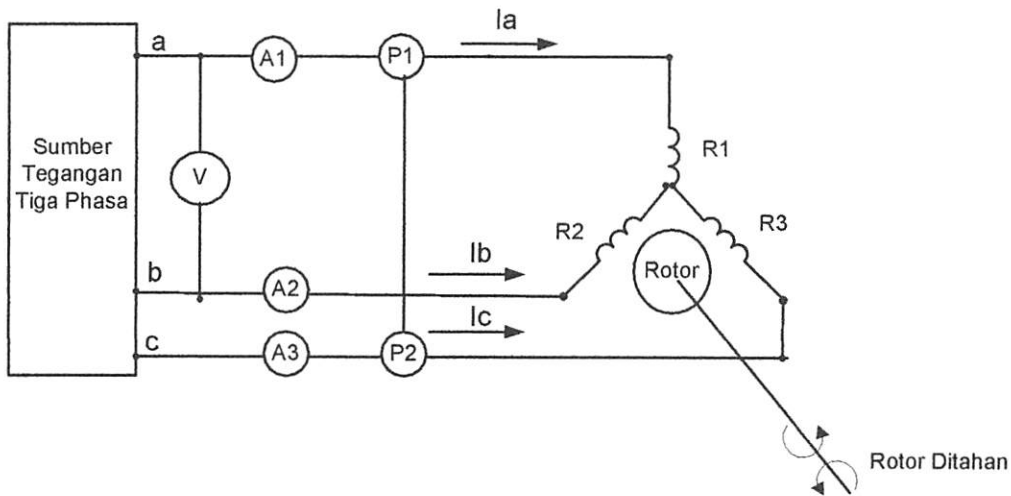
Gambar 3-2
Rangkaian pengujian tanpa beban (*No Load Test*)

Pada pengujian ini digunakan alat ukur 2 wattmeter 2 voltmeter dan 3
amperemeter, yaitu:

- Digital multimeter de lorenzo DL 1031

- Digital *clamp on AC power hitester* hioki

2. Pengujian rotor tertahan (*Blocked Rotor Test*)

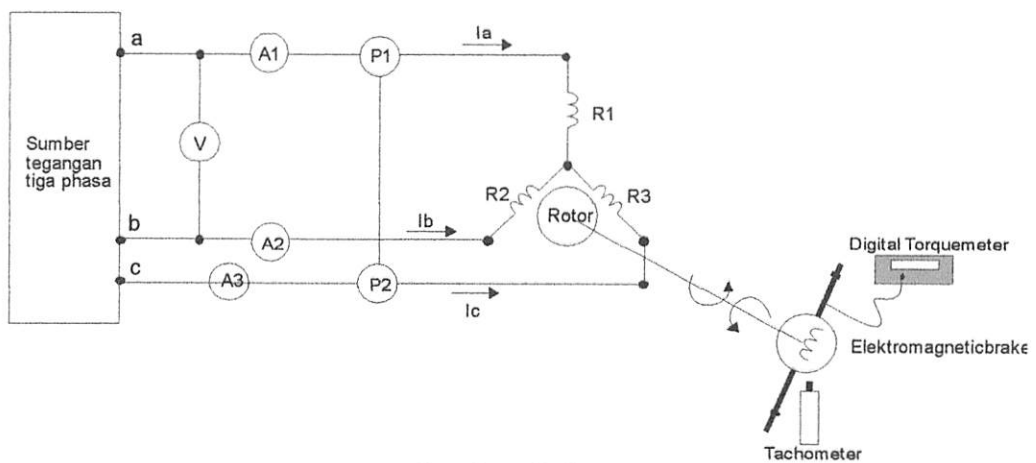


Gambar 3-3
Rangkaian pengujian rotor tertahan (*Blocked Rotor*)

Pada pengujian ini digunakan alat ukur 2 wattmeter 2 volmeter dan 3 amperemeter, yaitu:

- Digital multimeter de lorenzo DL 1031
- Digital *clamp on AC power hitester* hioki

3. Pengujian rotor berbeban (*Load Test*)



Gambar 3-4
Rangkaian pengujian motor berbeban (*load test*)

Pada pengujian ini digunakan alat ukur 2 wattmeter 2 voltmeter 3 amperemeter, 2 rpmmeter, 1 torquemeter, yaitu:

- Digital multimeter delorenzo DL 1031
- Digital *clamp on ac power hitester* hioki
- Digital *stroboscope tachometer*
- Digital *torquemeter*
- *Electromagneticbrake* de lorenzo/ DL 1019

Eletromagneticbrake digunakan sebagai beban.

Pengujian dilakukan pada beberapa macam kondisi beban, disini dipilih pada kondisi beban 25%, 50%, 75% dan 100% dari beban penuh karena dianggap mewakili berbagai macam kondisi beban, untuk mendapatkan beban sebesar tersebut dilakukan dengan cara membebani motor (di-rem) secara perlahan dan dilihat besarnya torsi.

beban penuh motor adalah :

$$T_{nom} = \frac{P_{motor}}{\omega_{nom}} = \frac{1100}{(2 * 3.14 * 2820 / 60)} = \frac{1100}{295.16} = 3.72 Nm$$

jadi beban 25% adalah 25% dari beban penuh motor adalah :

$$Beban25\% = 0.25 * 3.72 = 0.94 Nm$$

$$Beban50\% = 0.5 * 3.72 = 1.86 Nm$$

$$Beban75\% = 0.75 * 3.72 = 2.79 Nm$$

Pada saat torsi 75% ini diambil torsi beban sebesar 2,66Nm karena sangat sulit untuk mendapatkan torsi sebesar 2,79Nm dimana saat pengereman ditambah torsi beban naiknya menjadi 3Nm

$$Beban100\% = 3.72 Nm$$

Pada saat beban 100% ini diambil torsi beban sebesar 3,69Nm karena pada saat torsi sebesar tersebut arus motor sudah melebihi arus nominalnya.

BAB IV

ANALISA PENGUJIAN DAN HASIL PROGRAM METODE

ALGORITMA GENETIKA

4.1 Pengujian berbeban

Tabel 4-1

**Data hasil pengujian motor berbeban alat ukur 1 digital multimeter
delorenzo DL 1031**

Beban	VL-L (Volt)	Pin (Watt)	Iin (Ampere)	Nr	Torsi beban
25%	380	420	1.55	2970	0.94
50%	380	720	1.73	2930	1.86
75%	380	990	2.02	2909	2.66
100%	380	1360	2.6	2853	3.69

Tabel 4-2

**Data hasil pengujian motor berbeban alat ukur 2 digital clamp on AC power
hitester HIOKI**

Beban	VL-L (Volt)	Pin (Watt)	Iin (Ampere)	Nr	Torsi beban
25%	380.1	420	1.53	2972	0.94
50%	380.1	720	1.71	2928	1.86
75%	380.1	990	2.0	2907	2.66
100%	380.1	1360	2.58	2851	3.69

Tabel 4-3
Data rata-rata hasil pengujian motor berbeban

Beban	VL-L (Volt)	Pin (Watt)	Iin (Ampere)	Nr	Torsi beban
25%	380.05	420	1.54	2971	0.94
50%	380.05	720	1.72	2929	1.86
75%	380.05	990	2.01	2908	2.66
100%	380.05	1360	2.59	2852	3.69

4.2 Analisa data pengujian motor berbeban

Persamaan untuk menentukan Efisiensi :

$$n_s = (120 \times \text{frekuensi}) / \text{jumlah kutub} \quad (\text{rpm})$$

$$s = (n_s - n_r) / n_s$$

$$\omega_r = (2 \pi n_r) / 60 \quad (\text{rad/det})$$

$$P_{out} = T_{out} \times \omega_s \quad (\text{watt})$$

$$\eta = (P_{out} / P_{in}) \times 100$$

4.2.1 Beban 25%

$$I_{in} = 1.54 A$$

$$n_r = 2971 \text{ rpm}$$

$$T_{out} = 0.94 Nm$$

$$n_s = (120 \times 50) / 2 = 3000 \text{ rpm}$$

$$s = (3000 - 2971) / 3000 = 0.0096$$

$$\omega_r = (2 \pi 2971) / 60 = 310.9646 \text{ rad/det}$$

$$P_{out} = 0.94 \times 310.9646 = 292.3067 \text{ watt}$$

$$\eta = 292.3067 / 420 = 69.596 \%$$

4.2.2 Beban 50%

$$I_{in} = 1.72A$$

$$nr = 2929rpm$$

$$T_{out} = 1.86Nm$$

Dengan cara yang sama seperti perhitungan pada beban 25% didapatkan nilai :

$$ns = 3000 \text{ rpm}$$

$$s = 0.023$$

$$\omega_r = 306.568 \text{ rad/det}$$

$$P_{out} = 570.216 \text{ watt}$$

$$\eta = 79.196 \%$$

4.2.3 Beban 75%

$$I_{in} = 2.01A$$

$$nr = 2907rpm$$

$$T_{out} = 2.66Nm$$

$$ns = 3000 \text{ rpm}$$

$$s = 0.031$$

$$\omega_r = 304.266 \text{ rad/det}$$

$$P_{out} = 809.347 \text{ watt}$$

$$\eta = 81.752 \%$$

4.2.4 Beban 100%

$$I_{in} = 2.59 A$$

$$nr = 2852 rpm$$

$$T_{out} = 3.69 Nm$$

$$n_s = (120 \times 50)/2 = 3000 \text{ rpm}$$

$$s = 0.049$$

$$\omega_s = 298.509 \text{ rad/det}$$

$$P_{out} = 1101.499 \text{ watt}$$

$$\eta = 80.993 \%$$

Tabel 4-4
Tabel perhitungan efisiensi motor induksi tiga phasa pengujian

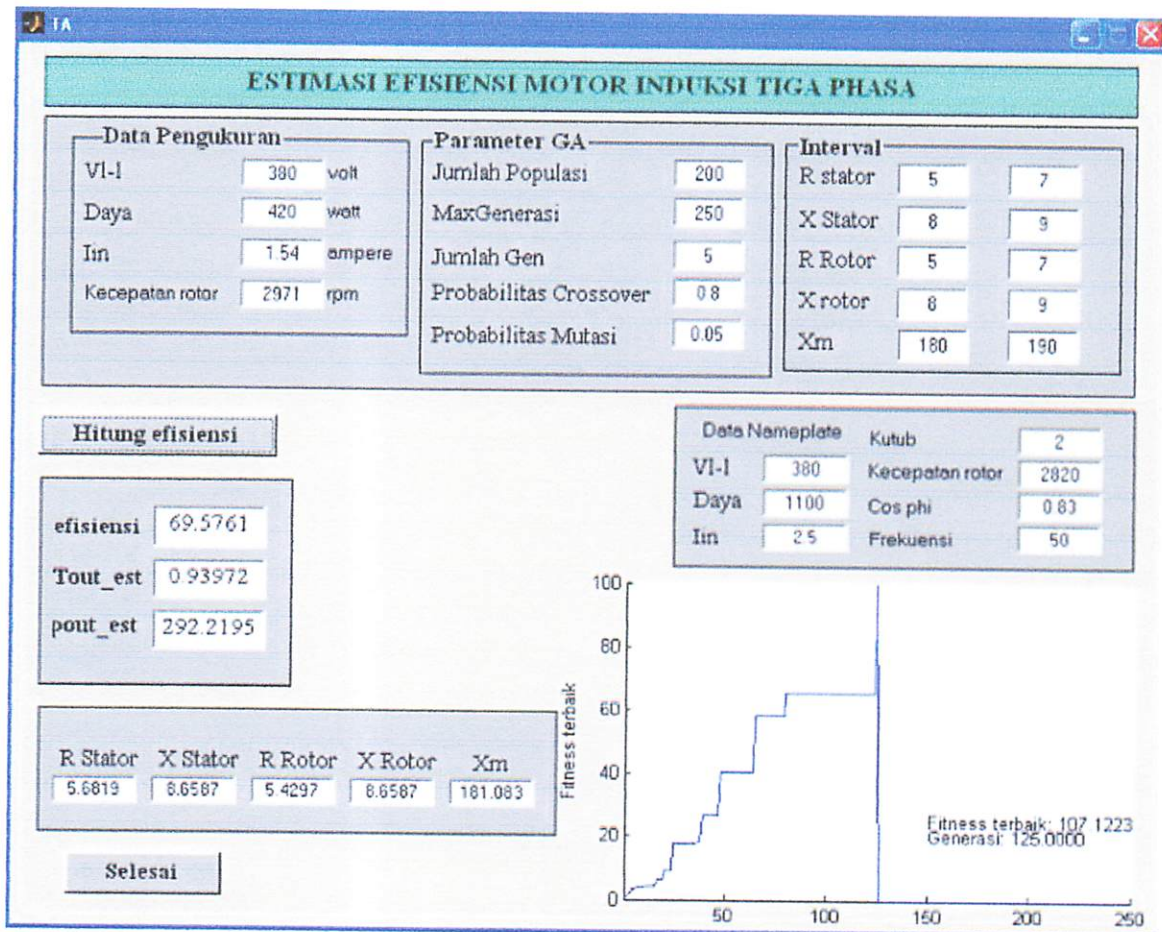
Beban	VL-L (Volt)	Pin (Watt)	Iin (Ampere)	Nr (rpm)	Efisiensi (%)	Torsi (N.m)	Pout (Watt)
25%	380	420	1.54	2971	69.596	0.94	292.3067
50%	380	720	1.72	2929	79.196	1.86	570.216
75%	380	990	201	2907	81.752	2.66	809.347
100%	380	1360	2.59	2852	80.993	3.69	1101.499

4.5 HASIL EFISIENSI MOTOR INDUKSI TIGA PHASA METODE ALGORITMA GENETIKA

4.5.1 Pada beban 25%

Gambar 4-1

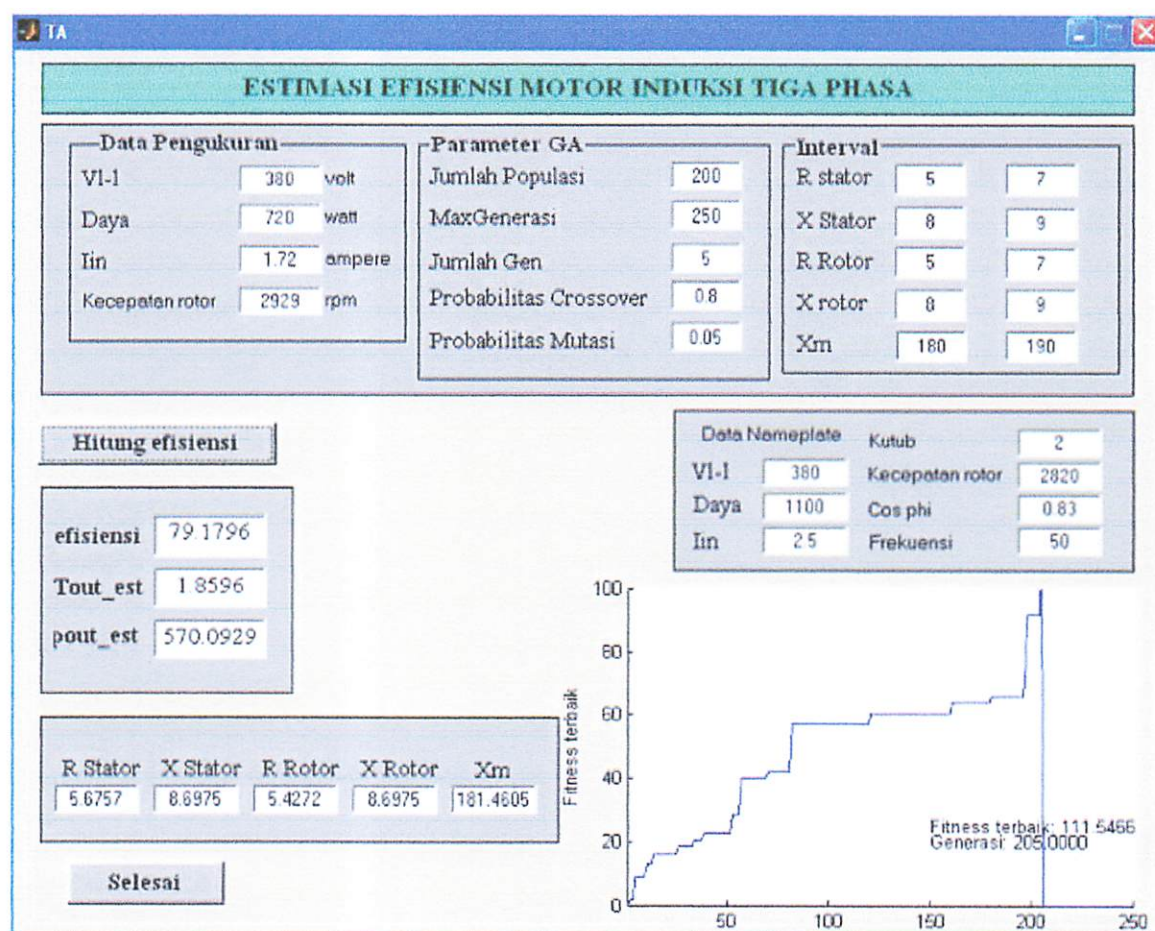
Efisiensi motor induksi tiga phasa metode algoritma genetika pada beban 25%



4.5.2 Pada beban 50%

Gambar 4-2

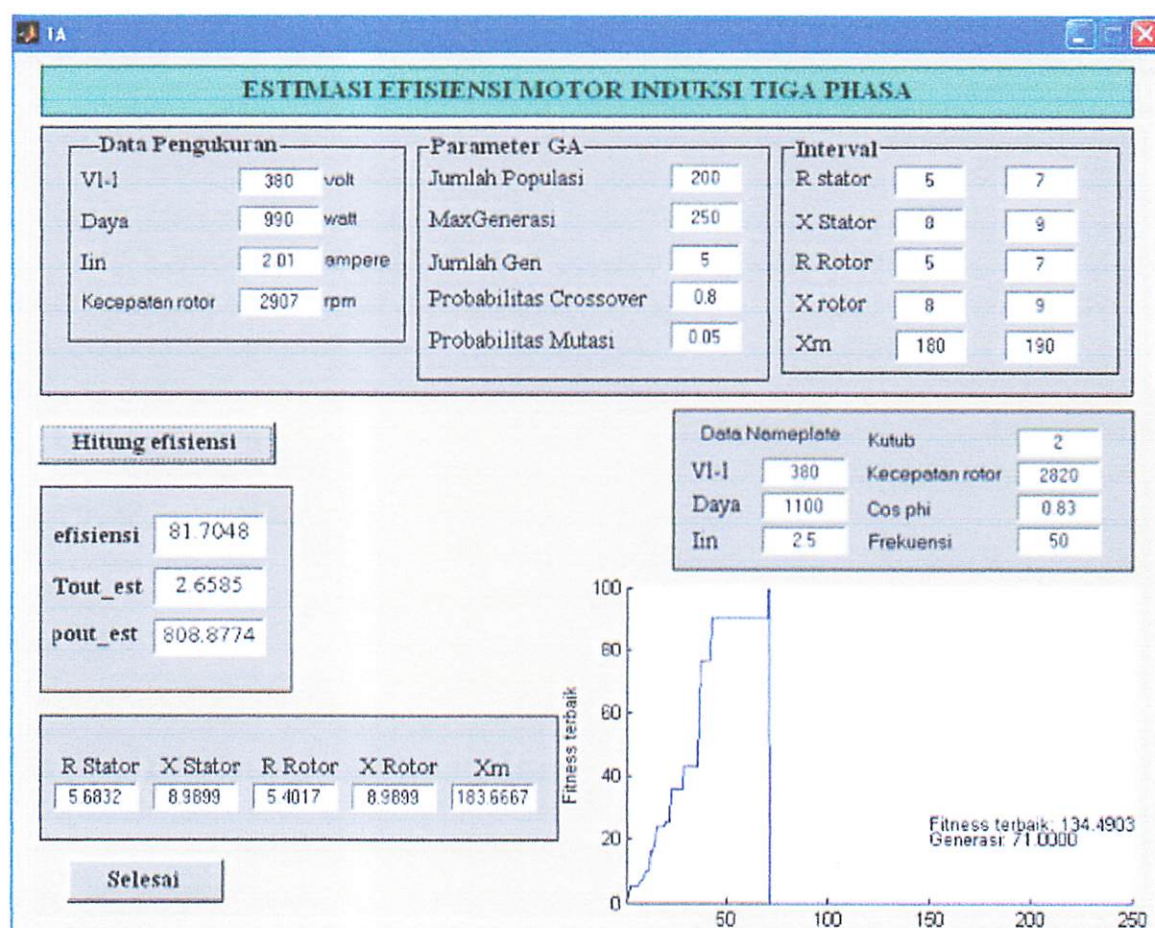
Efisiensi motor induksi tiga fasa metode algoritma genetika pada beban 50%



4.5.3 Pada beban 75%

Gambar 4-3

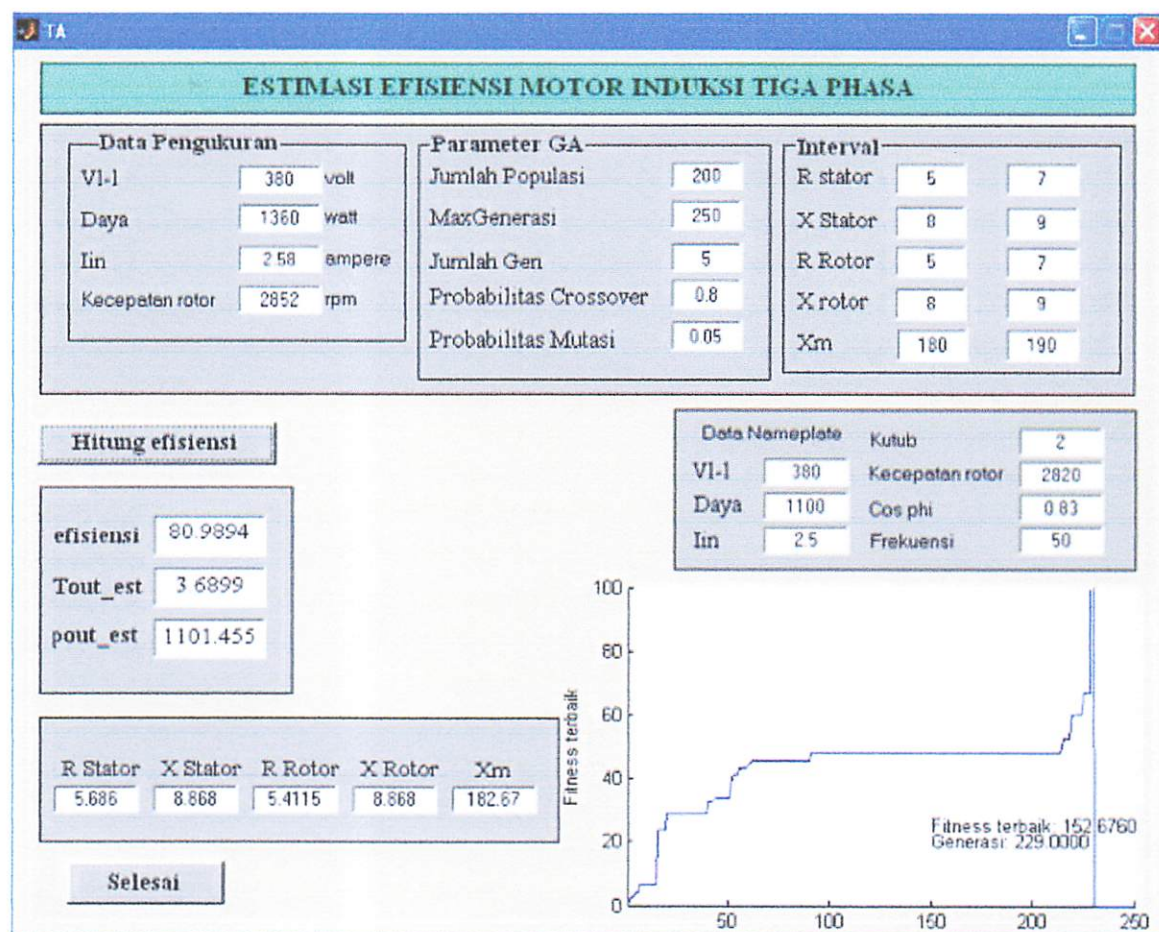
Efisiensi motor induksi tiga fasa metode algoritma genetika pada beban 75%



4.5.4 Pada beban 100%

Gambar 4-4

Efisiensi motor induksi tiga fasa metode algoritma genetika pada beban 100%



Tabel 4-5**Hasil estimasi efisiensi motor induksi tiga phasa metode algoritma genetika**

Beban	VL-L (Volt)	Pin (Watt)	Iin (Ampere)	Nr (rpm)	Efisiensi (%)	Torsi (N.m)	Pout (watt)
25%	380	420	1.54	2971	69.576	0.939	292.219
50%	380	720	1.72	2929	79.179	1.859	570.092
75%	380	990	201	2907	81.704	2.658	808.877
100%	380	1360	2.59	2852	80.989	3.689	1101.455

4.6 Perbandingan hasil efisiensi motor induksi tiga fase metode algoritma genetika dengan hasil efisiensi motor induksi tiga fase pengujian

$$\% \text{ Error } \eta = \frac{\text{Efisiensi pengujian} - \text{Efisiensi metode Algoritma Genetika}}{\text{Efisiensi pengujian}} \times 100$$

$$\% \text{ Error Torsi} = \frac{\text{Torsi pengujian} - \text{Torsi metode Algoritma Genetika}}{\text{Torsi pengujian}} \times 100$$

$$\% \text{ Error Pout} = \frac{\text{Pout pengujian} - \text{Pout metode Algoritma Genetika}}{\text{Pout pengujian}} \times 100$$

- Beban 25%

$$\% \text{ Error } \eta = \frac{69.596 - 69.576}{69.596} \times 100 = 0.02\%$$

$$\% \text{ Error Torsi} = \frac{0.94 - 0.939}{0.94} \times 100 = 0.1\%$$

$$\% \text{ Error Pout} = \frac{292.306 - 292.219}{292.306} \times 100 = 0.02\%$$

- Beban 50%

$$\% \text{ Error } \eta = \frac{79.196 - 79.179}{79.196} \times 100 = 0.02\%$$

$$\% \text{ Error Torsi} = \frac{1.86 - 1.859}{1.86} \times 100 = 0.05\%$$

$$\% \text{ Error Pout} = \frac{570.216 - 570.092}{570.216} \times 100 = 0.02\%$$

- Beban 75%

$$\% \text{ Error } \eta = \frac{81.752 - 81.704}{81.752} \times 100 = 0.05\%$$

$$\% \text{ Error Torsi} = \frac{2.66 - 2.658}{2.66} \times 100 = 0.08\%$$

$$\% \text{ Error Pout} = \frac{809.347 - 808.877}{809.347} \times 100 = 0.05\%$$

- Beban 100%

$$\% \text{ Error } \eta = \frac{80.993 - 80.98}{81.59} \times 100 = 0.01\%$$

$$\% \text{ Error Torsi} = \frac{3.69 - 3.689}{3.69} \times 100 = 0.02\%$$

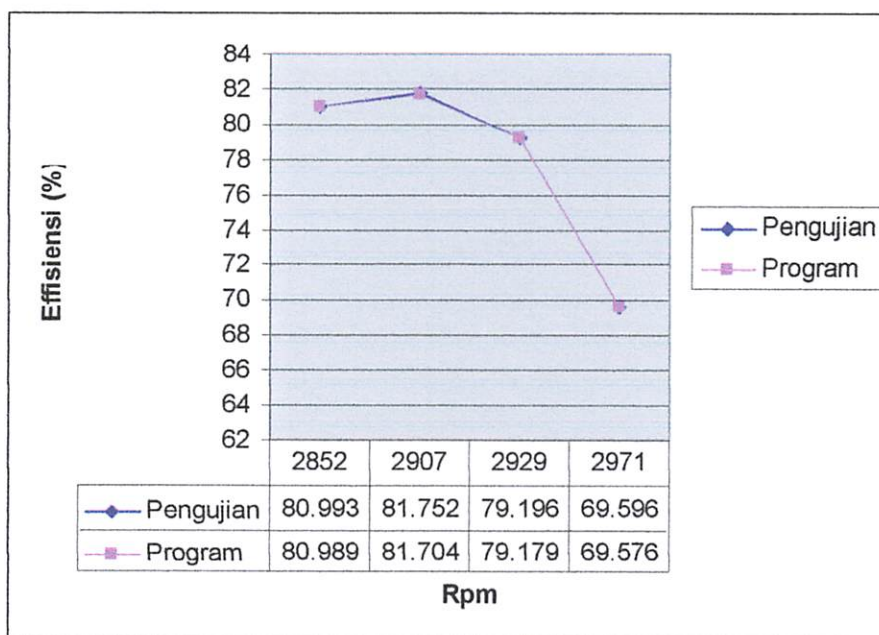
$$\% \text{ Error Pout} = \frac{1101.499 - 1101.455}{1101.499} \times 100 = 0.004\%$$

Tabel 4-6
Perbandingan efisiensi motor induksi tiga fase metode genetika algoritma dengan hasil efisiensi motor induksi tiga fase pengujian

Beban	Pengujian			Program AG			Selisih (%)		
	Efisiensi (%)	Torsi (N.m)	Pout (Watt)	Efisiensi (%)	Torsi (N.m)	Pout (watt)	% η	% Torsi	% Pout
25%	69.596	0.94	292.3067	69.576	0.939	292.219	0.02	0.1	0.02
50%	79.196	1.86	570.216	79.179	1.859	570.092	0.02	0.05	0.02
75%	81.752	2.66	809.347	81.704	2.658	808.877	0.05	0.08	0.05
100%	80.993	3.69	1101.499	80.989	3.689	1101.455	0.01	0.02	0.004

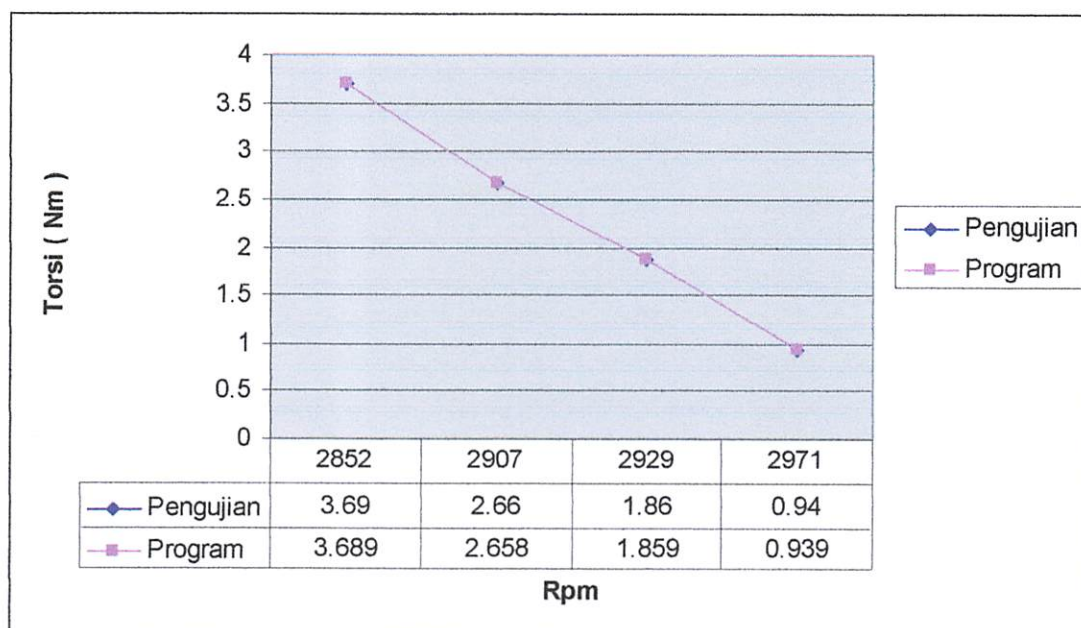
Grafik 3-1

Grafik perbandingan efisiensi motor induksi tiga phasa metode genetika algoritma dengan efisiensi motor induksi tiga phasa pengujian

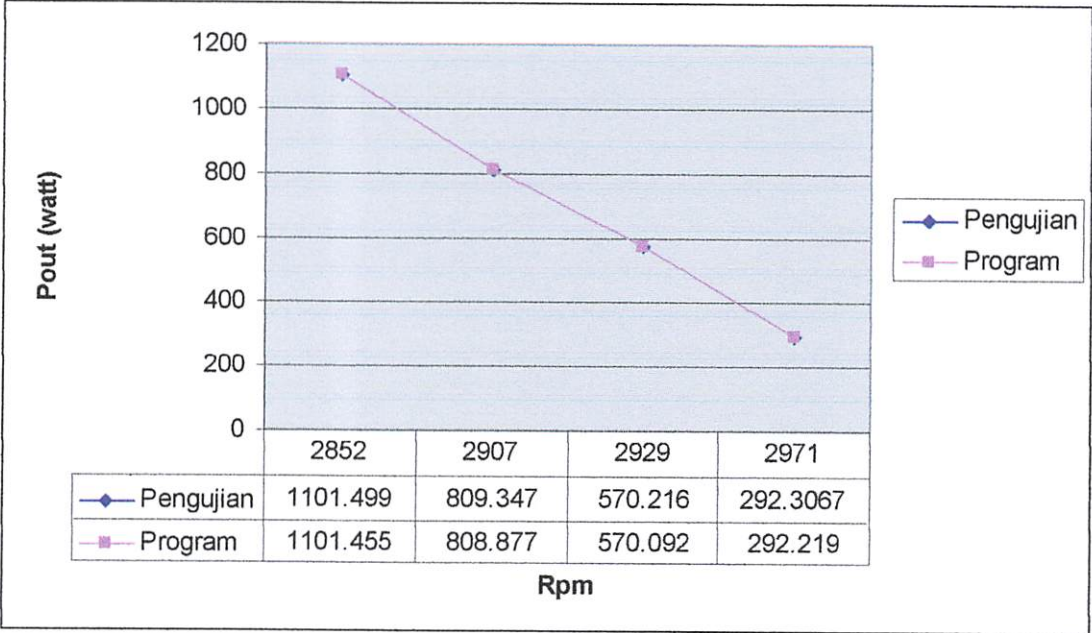


Grafik 3-2

Grafik perbandingan torsi motor induksi tiga phasa metode genetika algoritma dengan torsi motor induksi tiga phasa pengujian



Grafik 3-3
Grafik perbandingan daya motor induksi tiga phasa metode genetika
algoritma dengan daya motor induksi tiga phasa pengujian



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Setelah dilakukan analisis, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Setelah dilakukan perbandingan antara hasil pengujian dan hasil program terdapat selisih nilai eror untuk:

- Beban 25% untuk efisiensi adalah 0.02%, Torsi adalah 0.1%, Daya keluar adalah 0.02%
- Beban 50% untuk efisiensi adalah 0.02%, Torsi adalah 0.05%, Daya keluar adalah 0.02%
- Beban 75% untuk efisiensi adalah 0.05%, Torsi adalah 0.08%, Daya keluar adalah 0.05%
- Beban 100% untuk efisiensi adalah 0.01%, Torsi adalah 0.02%, Daya keluar adalah 0.004%

Sehingga program untuk estimasi motor induksi tiga fasa menggunakan metode algoritma genetika pada penelitian ini sudah valid

2. Dengan program ini maka mengetahui efisiensi motor induksi 3 fasa de-lorenzo DL-1021 bisa dilakukan secara *on-line* tanpa melepas motor dari bebannya cukup dengan set masukan Data *nameplate*, VI-1, Daya input, Arus input, dan kecepatan rotor
3. Dengan program ini maka mengetahui efisiensi motor induksi 3 fasa de-lorenzo DL-1021 tidak diperlukan menggunakan torsimeter sehingga biaya peralatan dan kerumitan mengukur torsi dapat dikurangi

DAFTAR PUSTAKA

1. ZUHAL, **DASAR TEKNIK TENAGA LISTRIK** , Cetakan kedua, Penerbit ITB Bandung, 1991
2. Prof. Ir. Abdul Kadir , **Mesin Induksi**, cetakan ke-tiga, Penerbit Djambatan, 2003
3. Arthur E. Fitzgerald, Charles Kingsley, Jr., and Stephen D. Umans, ***Electric Machinery***, Sixth Edition, McGraw-Hill, 2003.
4. Stephen J. Chapman, ***Electrical Machinery Fundamentals***, McGraw-Hill International Editions, 1985.
5. Jack Rosenbalt, P.E. M. Harold Friedman, PE, TMH Edition, McGrawhill, 1980.
6. Ir. Yusuf Ismail Nakhoda, MT, **Diktat Kuliah Komputasi Cerdas**, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang.
7. Suyanto, **Algoritma Genetika dalam MATLAB**, Penerbit ANDI Yogyakarta, 2005.
8. Gunaidi Abdia Away, "The Shortcut of MATLAB Programming", Penerbit INFORMATIKA
9. Buku manual, ***Squirrelcage Asynchronous Motor*** , Delorenzo DL 1021
11. Jafar Mohammadi, Mohammad B.B, Sharifian Khalil Banan, ***Induction Motor Efficiency Estimation Using Genetic Algorithm*** , Proceeding of world academy science, engineering, and technology volume 3 january 2005 ISSN 1307-6884
12. T. Phumiphak, and C. Chat-uthai, ***Estimation of Induction Motor Parameters Based on Field Test Coupled with Genetic Algorithm***
13. Saffet Ayasun and Chika O. Nwankpa, ***Induction Motor Tests Using MATLAB/Simulink and Their Integration Into Undergraduate Electric Machinery Courses***, IEEE TRANSACTIONS ON EDUCATION, VOL. 48, NO. 1, FEBRUARY 2005

14. www.gemotors.com.br
15. www.donglinmotor.com

LAMPIRAN



FORMULIR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : NANDA ALI MASYHARI
Nim : 03.12.042
Masa Bimbingan : 09 AGUSTUS 2008 s/d JANUARI 2009
Judul Skripsi : ESTIMASI EFISIENSI MOTOR INDUKSI TIGA PHASA DENGAN METODE GENETIKA ALGORITMA DI LABORATORIUM KONVERSI ENERGI ELEKTRIK INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

No.	Tanggal	Uraian	Paraf Pembimbing
1.	16-09-08	1. Bab I : 1. Jelaskan alanya Bekerja berdasarkan dianal alat ukur yang ditera, : 2. Bab II Uraian membahas teori se-	
2.		daugkan Bab III membahas Aspek teknis 2. Bab II : 1. Pada pembahasan GA lengkap do-	
3.		ngan Algoritma dan Diagram Alir kearah umum.	
4.		3. Bab III : 1. Tampilkan data lengkap setiap alat	
4.		1. Bab IV : 1. Sajikan Algoritma dan Diagram Alir yang spesifik terkait Program ini 2. Sajikan hasil pengujian dan perhitungannya.	
5.	22-10-08	Bab I : uraian dan penjelasan tentang alat ukur yang dipakai dalam percobaan dikita dan cara menggunakannya	
6.		Bab II : ide dan rancangannya, bagaimana teknik pengukuran yang akan digunakan.	
7.	02-01-09	1. Bab I : 1. Jelaskan alanya mengapa perlu uraian teori yang akan digunakan 1. torisonal atau prinsip diabolkan	
8.		2. Bab II : 2. Jelaskan juga pada Diagram Alir pembaca 2.19, torisonal harus diukur juga	
9.	06-01-09	Bab II : 1. perlu ditamabah 2.65. Penulis tidak ada 2. Perbaiki FlowChart, karena kesalahan yang menimbulkan kesalahan	
10.	06-02-09	Bab III : Dari penjelasan prinsip kerja torisonal melakukan dan pelajari apa itu di crosscheck 1. Perhitungannya	

Malang, 2008
Dosen Pembimbing,

Ir.H.Almizan Abdullah, MSEE

NIP.Y.103.900.0208

Form.S-4b



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

FORMULIR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : NANDA ALI MASYHARI
 Nim : 03.12.042
 Masa Bimbingan : Februari 2009 s/d Juli 2009
 Judul Skripsi : **ESTIMASI EFISIENSI MOTOR INDUKSI TIGA PHASA DENGAN METODE GENETIKA ALGORITMA DI LABORATORIUM KONVERSI ENERGI ELEKTRIK INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

No.	Tanggal	Uraian	Paraf Pembimbing
1.	11-02-09	Bab IV : 1. Perlu penjelasan mengenai dimensinya Alat Ukur 1 dan nama yg Alat Ukur 2 2. Penjelasan balok, fungsi dan torsi meter dan konektivitasnya.	
2.			
3.			
4.			
5.			
6.			
7.			
8.			
9.			
10.			

Malang, 2009
 Dosen Pembimbing,

Ir. H. Almizan Abdullah MSEE
 Nip. Y. 103 900 0208

Form.S-4b



FORMULIR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : NANDA ALI MASYHARI
Nim : 03.12.042
Masa Bimbingan : Februari 2009 s/d Juli 2009
Judul Skripsi : ESTIMASI EFISIENSI MOTOR INDUKSI TIGA PHASA DENGAN
METODE GENETIKA ALGORITMA DI LABORATORIUM KONVERSI
ENERGI ELEKTRIK INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

No.	Tanggal	Uraian	Paraf Pembimbing
1.		Konsultasi materi Awal	
2.		Konsultasi Bab I & II	
3.		Konsultasi perbaikan Bab II	
4.		Konsultasi Bab III & IV	
5.		Perbaikan Bab IV	
6.		Konsultasi materi Akhir	
7.		Ace. buku	
8.			
9.			
10.			

Malang, 2009
Dosen Pembimbing,

Ir. WIDODO PUDJI M, MT
Nip. Y. 102 8700171

Form.S-4b



PERSETUJUAN PERBAIKAN SKRIPSI

Dari hasil ujian skripsi Jurusan Teknik Elektro jenjang strata satu (S-1)
yang diselenggarakan pada :

Hari : Sabtu
Tanggal : 14 Maret 2009

Telah dilakukan perbaikan skripsi oleh :

1. Nama : Nanda Ali Masyhari
2. NIM : 03.12.042
3. Jurusan : Teknik Elektro
4. Konsentrasi : Teknik Energi Listrik
5. Judul Skripsi: : **ESTIMASI EFISIENSI MOTOR INDUKSI TIGA PHASA DENGAN METODE ALGORITMA GENETIKA DI LABORATORIUM KONVERSI ENERGI ELEKTRIK INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

Perbaikan meliputi :

No	Materi Perbaikan	Ket
1.	BAB 3 judul tabel di atas tabelnya	if
2.	Diagram alir pada halaman 39 diperbaiki langkah-langkah alirannya	if
3.	Apa maksud beban 25%, 50%, 75%, 100%, dan bagaimana cara mendapatkannya	if

Dosen Penguji

Irrine Budi, ST, MT
NIP.132 314 400

Dosen Pembimbing I

Ir. H. Almizan Abdullah, MSEE

Dosen Pembimbing II

Ir. Widodo Pudji, MT
NIP.Y.102 870 0171



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

Formulir Perbaikan Ujian Skripsi

Dalam pelaksanaan Ujian Skripsi Janjang Strata 1 Jurusan Teknik Elektro Konsentrasi T. Energi Listrik / T. Elektronika / T. Infokom, maka perlu adanya perbaikan skripsi untuk mahasiswa :

NAMA : Nanda Ali
NIM : 03.12.042
Perbaikan meliputi :

- judul tabel 2 atau tabelnya ! ϕ 1/2 m
- pendahuluan hal 39 ~~hal bisa diperbaiki~~.
- uraian bisa kpl alirannya dengan 1
- Tabel 4-6 hal 72 apa maksud
• beban 25 Ω , 50 Ω , 75 Ω , 100 Ω }
byun (artinya?)

Malang, 14 Desember 2009

(Irine Rasi S.)



**BERITA ACARA SEMINAR PROPOSAL SKRIPSI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1**

Konsentrasi : Teknik Energi Listrik/Teknik Elektronika*)

1.	Nama Mahasiswa: <u>NANDA ALI MACHARI</u>	Nim: <u>02.12.043</u>		
2.	Keterangan	Tanggal	Waktu	Tempat
	Pelaksanaan	<u>02/08/2023</u>		Ruang:
3.	Spesifikasi Judul (berikan tanda silang)**)			
	a. Sistem Tenaga Elektrik	e. Elektronika & Komponen		
	b. Energi & Konversi Energi	f. Elektronika Digital & Komputer		
	c. Tegangan Tinggi & Pengukuran	g. Elektronika Komunikasi		
	d. Sistem Kendali Industri	h. lainnya		
4.	Judul Proposal yang diseminarkan Mahasiswa	<u>ESTIMASI EFISIENSI MOTOR INDUKSI TIGA PHASE DENGAN METODE ALGORITMA GA NETIKA DI LABORATORIUM KONVERSI ENERGI ELEKTRIK ITN MALANG</u>		
5.	Perubahan Judul yang diusulkan oleh Kelompok Dosen Keahlian			
6.	Catatan:			
7.	Catatan:			
	Persetujuan Judul Skripsi			
	Disetujui, Dosen Keahlian I	Disetujui, Dosen Keahlian II		
	Mengetahui, Ketua Jurusan.	Disetujui, Calon Dosen Pembimbing ybs		
		Pembimbing I	Pembimbing II	
	<u>Ir. F. Yudi Limpraptono, MT</u> NIP. P. 1039500274			

Perhatian:

1. Keterangan: *) Coret yang tidak perlu
**) dilingkari a, b, c, ...atau g sesuai bidang keahlian



LEMBAR PENGAJUAN JUDUL SKRIPSI JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1

Konsentrasi : Teknik Energi Listrik/Teknik Elektronika/Teknik Komputer & Informatika*)

1.	Nama Mahasiswa: <u>NANDA ALI MASYHARI</u>		Nim: <u>03.12.092</u>	
2.	Waktu Pengajuan	Tanggal:	Bulan:	Tahun:
Spesifikasi Judul (berilah tanda silang)**)				
3.	☐ a. Sistem Tenaga Elektrik		☐ e. Elektronika & Komponen	
	☒ b. Energi & Konversi Energi		☐ f. Elektronika Digital & Komputer	
	☐ c. Tegangan Tinggi & Pengukuran		☐ g. Elektronika Komunikasi	
	☐ d. Sistem Kendali Industri		☐ h. lainnya	
4.	Konsultasikan judul sesuai materi bidang ilmu kepada Dosen*) <u>Ir. Almizan Abdullah, MSEE</u>		Ketua Jurusan <u>Ir. F. Yudi Limpraptono, MT</u> NIP. P. 1039500274	
5.	Judul yang diajukan mahasiswa:	<u>Estimasi Efisiensi Motor Induksi Tiga Fasa Dengan Metode Algoritma Genetika Di laboratorium Konversi Energi Elektrik ITN Malang</u>		
6.	Perubahan judul yang disetujui Dosen sesuai materi bidang ilmu			
Catatan:				
7.	Persetujuan Judul skripsi yang dikonsultasikan kepada Dosen materi bidang ilmu		Disetujui Dosen <u>24-07-2008</u> <u>Almizan</u>	

Perhatian:

1. Formulir pengajuan ini harap dikembalikan kepada jurusan paling lambat satu minggu setelah disetujui kelompok dosen keahlian dengan dilampirkan proposal skripsi beserta persyaratan skripsi sesuai form S-1
2. Keterangan: *) Coret yang tidak perlu
**) dilingkari a, b, c, ...atau g sesuai bidang keahlian



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

Malang, Juli 2008

Lampiran : Satu Lembar
Perihal : **Kesediaan Sebagai
Dosen Pembimbing**

Kepada : Yth. Bapak/Ibu. Ir. H. Aluizan Abdullah,
MSEE

Dosen Jurusan Elektro/ T.Energi Listrik
Institut Teknologi Nasional Malang
di-
Malang

Yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Nanda Ali Masyhari
Nim : 03.12.042
Semester : X
Jurusan : TEKNIK ELEKTRO
Konsentrasi : ENERGI LISTRIK S-1

Dengan ini mengajukan permohonan, kiranya Bapak/Ibu bersedia menjadi Dosen Pembimbing Utama / ~~Pendamping~~ dari 1 atau 2 Dosen Pembimbing, untuk penyusunan skripsi dengan judul :

**ESTIMASI EFISIENSI MOTOR INDUKSI TIGA PHASA
DENGAN METODE ALGORITMA GENETIKA DI
LABORATORIUM KONVERSI ENERGI ELEKTRIK INSTITUT
TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

Seperti proposal terlampir.

Adapun Tugas tersebut sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik pada jurusan Teknik Elektro.

Demikian permohonan kami, atas kesediaan Bapak/Ibu kami ucapkan terimakasih.

Mengetahui,
Ketua Jurusan
Teknik Elektro

Ir. F. Yudi Limpraptono, MT
Nip. P. 1039500274

Malang, Juli 2008

Pemohon.

Nanda Ali Masyhari
Nim : 03.12.042

Form S-3a



Malang, Juli 2008

Lampiran : Satu Lembar
Perihal : **Kesediaan Sebagai
Dosen Pembimbing**

Kepada : Yth. Bapak/Ibu. Ir. Widodo Pudji M, MT
Dosen Jurusan Elektro/ T.Energi Listrik
Institut Teknologi Nasional Malang
di-
Malang

Yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Nanda Ali Masyhari
Nim : 03.12.042
Semester : X
Jurusan : TEKNIK ELEKTRO
Konsentrasi : ENERGI LISTRIK S-1

Dengan ini mengajukan permohonan, kiranya Bapak/Ibu bersedia menjadi Dosen Pembimbing ~~Utama~~ ⁷ Pendamping dari 1 atau 2 Dosen Pembimbing, untuk penyusunan Skripsi dengan judul :

**ESTIMASI EFISIENSI MOTOR INDUKSI TIGA PHASA
DENGAN METODE ALGORITMA GENETIKA DI
LABORATORIUM KONVERSI ENERGI ELEKTRIK INSTITUT
TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

Seperti proposal terlampir.

Adapun Tugas tersebut sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik pada jurusan Teknik Elektro.

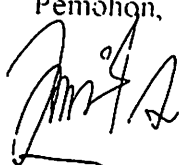
Demikian permohonan kami, atas kesediaan Bapak/Ibu kami ucapkan terimakasih.

Mengetahui,
Ketua Jurusan
Teknik Elektro


Ir. F. Yudi Limpraptono, MT
Nip. P. 1039500274

Malang, Juli 2008

Pemohon,


Nanda Ali Masyhari
Nim : 03.12.042



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

PERNYATAAN KESEDIAAN SEBAGAI DOSEN PEMBIMBING SKRIPSI

Sesuai dengan Permohonan Mahasiswa :

Nama : Nanda Ali Masyhari
Nim : 03.12.042
Semester : X
Jurusan : TEKNIK ELEKTRO
Konsentrasi : ENERGI LISTRIK S.

Dengan ini menyatakan **bersedia / tidak bersedia** menjadi Dosen Pembimbing Utama / ~~Pendamping~~, untuk penyusunan Skripsi Mahasiswa tersebut dengan judul :

**ESTIMASI EFISIENSI MOTOR INDUKSI TIGA PHASA
DENGAN METODE ALGORITMA GENETIKA DI
LABORATORIUM KONVERSI ENERGI ELEKTRIK INSTITUT
TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

Demikian pernyataan ini kami buat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Malang, Juli 2008
Yang Membuat Pernyataan,

Ir. Almizan Abdullah, MSEE
Nip. Y 1039006208

Catatan :

1. Setelah disetujui agar formulir ini diserahkan mahasiswa/i yang bersangkutan kepada jurusan untuk diproses lebih lanjut.
2. *) Coret yang tidak perlu



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

PERNYATAAN KESEDIAAN SEBAGAI DOSEN PEMBIMBING SKRIPSI

Sesuai dengan Permohonan Mahasiswa .

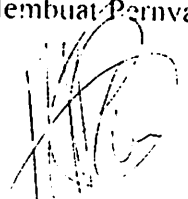
Nama : Nanda Ali Masyhari
Nim : 03.12.042
Semester : X
Jurusan : TEKNIK ELEKTRO
Konsentrasi : ENERGI LISTRIK S-1

Dengan ini menyatakan ~~bersedia~~ / ~~tidak bersedia~~ menjadi Dosen Pembimbing ~~Utama~~ / ~~Pendamping~~ untuk penyusunan Skripsi Mahasiswa tersebut dengan judul :

**ESTIMASI EFISIENSI MOTOR INDUKSI TIGA PHASA
DENGAN METODE ALGORITMA GENETIKA DI
LABORATORIUM KONVERSI ENERGI ELEKTRIK INSTITUT
TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

Demikian pernyataan ini kami buat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Malang, Juli 2008
Yang Membuat Pernyataan,


Ir. Widodo Puji M. MT
Nip. 1020700171

Catatan :

1. Setelah disetujui agar formulir ini diserahkan mahasiswa/I yang bersangkutan kepada jurusan untuk diproses lebih lanjut.
2. ~~Coret~~ Coret yang tidak perlu

Form. S - 3b



LABORATORIUM KONVERSI ENERGI ELEKTRIK ITN MALANG
KAMPUS II :JL RAYA KARANGLO KM 2 TLP (0341) 417636 EXT 604

Dengan hormat, yang bertandatangan di bawah ini sebagai pemohon, saya mahasiswa dengan identitas sebagai berikut :

Nama : Nanda Ali Masyhari
NIM : 03.12.042
Jurusan : Teknik Energi Listrik
Fakultas : Teknologi Industri
Waktu : 18 - Januari 2009

Mengajukan permohonan peminjaman alat untuk keperluan pengambilan data

Daftar peralatan yang dipinjam:

NO	KODE ALAT	NAMA ALAT	TRADEMARK
1.	DL 1021	Motor Induksi <i>Squirrelcage</i> Tiga Fasa DeLorenzo	De-Lorenzo
2.	DL 1019	Electromagneticbrake	De-Lorenzo
3.	DL 1031	Digital Multimeter DeLorenzo	De-Lorenzo
4.	DL 2006	Digital torsimeter	De-Lorenzo
5.	1013 M2	AC voltage Regulator dan DC Supply	De-Lorenzo
6.		Digital stroboscope	De-Lorenzo
7.		Digital Clamp on AC Power Hitester	HIOKI
8.	DT9205A	Digital Avometer	Xiole
9.			

Catatan : 1. Apabila terjadi kerusakan pada yang digunakan saya sanggup mengganti
2. bersedia mematuhi segala peraturan yang berlaku di Laboratorium konversi Energi Elektrik

Demikian surat permohonan ini saya buat dengan sebenar-benarnya dan dapat dipertanggungjawabkan, Terima kasih.

Assisten Pendamping


Ahmad zainul
03.12.036

Pemohon


Nanda Ali Masyhari
03.12.042

Ka Lab Konversi Energi Elektrik


Ir. M Abdul Hamid, MT
NIP. 101 880 0018

Lembar Data Hasil Pengujian Parameter Motor Induksi

1. Pengujian Arus Searah (*DC Test*)

Data Hasil Pengujian Arus Searah alat ukur 1 Digital Multimeter DeLorenzo DL 1031

NO	Vdc (Volt)	I (Ampere)
1.	4	0.74
2.	6	1.11
3.	8	1.44
4.	10	1.78
5.	12	2.13

Data Hasil Pengujian Arus Searah alat ukur 2 Digital Avometer Xiolo DT9205A

NO	Vdc (Volt)	I (Ampere)
1.	4.1	0.76
2.	6.	1.13
3.	8.2	1.46
4.	10.1	1.8
5.	12.1	2.15

2. Pengujian Tanpa Beban (*No Load Test*)

Data Hasil Pengujian Beban nol alat ukur 1 Digital Multimeter DeLorenzo DL 1031

I_{motor} (Ampere)			P_{3 Phase} (WATT)	V_{L-L} (Volt)	Frekuensi (Hz)	Nr
R	S	T				
0.58	0.68	0.58	90	220	50	2998

Data Hasil Pengujian Beban nol alat ukur 2 Digital Clamp on AC Power Hitester HIOKI

I _{motor} (Ampere)			P _{3 Phasa} (WATT)	V _{L-L} (Volt)	Frekuensi (Hz)	Nr
R	S	T				
0.58	0.67	0.59	90.2	220.1	50	2996

Data Rata-rata Hasil Pengujian Beban nol

I _{motor} (Ampere)			P _{3 Phasa} (WATT)	V _{L-L} (Volt)	Frekuensi (Hz)	Nr
R	S	T				
0.58	0.675	0.585	90.1	220.05	50	2997

3. Pengujian Rotor Tertahan (*Blocked Rotor Test*)

Data Hasil Pengujian Motor Rotor tertahan alat ukur 1 Digital Multimeter DeLorenzo DL 1031

I _{motor} (Ampere)			P _{3 Phasa} (WATT)	V _{L-L} (Volt)
R	S	T		
2.5	2.58	2.49	196	84

Data Hasil Pengujian Motor Rotor tertahan alat ukur 2 Digital Clamp on AC Power Hitester HIOKI

I _{motor} (Ampere)			P _{3 Phasa} (WATT)	V _{L-L} (Volt)
R	S	T		
2.5	2.58	2.5	196.2	84.1

Data Rata-rata Hasil Pengujian Motor Rotor tertahan

I_{motor} (Ampere)			P_{3 Phasa} (WATT)	V_{L-L} (Volt)
R	S	T		
2.5	2.58	2.5	196.1	84.05

4. Pengujian Berbeban

Data Hasil Pengujian Motor Berbeban alat ukur 1 Digital Multimeter DeLorenzo DL 1031

Beban	VL-L (Volt)	Pin (Watt)	I_{in} (Ampere)	Nr	Torsi beban
25%	380	420	1.55	2970	0.94
50%	380	720	1.73	2930	1.86
75%	380	990	2.02	2909	2.66
100%	380	1360	2.6	2853	3.69

Data Hasil Pengujian Motor Berbeban alat ukur 2 Digital Clamp on AC Power Hitester HIOKI

Beban	VL-L (Volt)	Pin (Watt)	I_{in} (Ampere)	Nr	Torsi beban
25%	380.1	420	1.53	2972	0.94
50%	380.1	720	1.71	2928	1.86
75%	380.1	990	2.0	2907	2.66
100%	380.1	1360	2.58	2851	3.69

Data Rata-rata Hasil Pengujian Motor Berbeban

Beban	VL-L (Volt)	Pin (Watt)	Iin (Ampere)	Nr	Torsi beban
25%	380.05	420	1.54	2971	0.94
50%	380.05	720	1.72	2929	1.86
75%	380.05	990	2.01	2908	2.66
100%	380.05	1360	2.59	2852	3.69

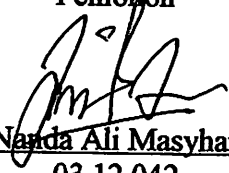
Assisten Pendamping



Achmad Zainul

03.12.036

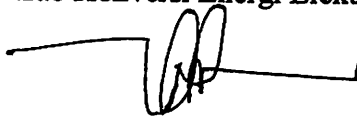
Pemohon



Nanda Ali Masyhari

03.12.042

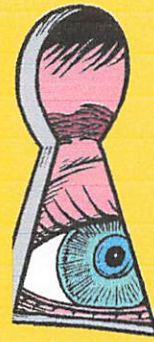
Ka Lab Konversi Energi Elektrik



Ir. M Abdul Hamid

NIP. 101 880 0018

THANKS TO



Alhamdulillahirobbilalamiin...thanks to ALLAH swt dan nabi besar MUHAMMAD saw, papa (alh, slalu tetap di hatiku) dan mama (makasih ya mam semuanya, n maaf kalo sering marah2, sekarang gak lagi), mbah yang di banggle dan mbah yang di jiwut, keluarga besar di blitar (maaf jadi jarang ke blitar) , pak put ,mbak nur, rida, sasa, pakpuh syafrudin, pakpuh wiwik sampe tante cembik, anak kos, pak almizan abdullah dan pak widodo pudji(makasih bimbingan dan arahannya), fajri(partner satu bimbingan, kalo ada bisnis yang menjanjikan ajak aku ya bro), agustinus (thanks bro), aris muzi, rocky, septian, inul, agung, mas husen semua teman2 angkatan 2003 yang udah lulus dan yang belum lulus dan teman2 se-yudisium, pak abdul hamid dan anak2 lab konversi energi elektrik, institut teknologi nasional.

mig33 community (adjim, gres, panky, ty42_menhut, aero46, b.q, jojomojojo, tinuk, di3va, otiscitas, m3lati-, violeetha, alifirman, irwan), sjboy, xspeed, off stupid, V.O.D hardcore