

SKRIPSI

ESTIMASI PARAMETER ADAPTIF MOTOR DC DENGAN METODE ALGORITMA GENETIK MENGGUNAKAN PERANGKAT LUNAK MATLAB



Disusun oleh:
FANDI JULIANDRI BIJAKSANA
NIM. 01.12.014

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

SEPTEMBER 2007

LEMBAR PERSETUJUAN

**ESTIMASI PARAMETER ADAPTIF MOTOR DC DENGAN
METODE ALGORITMA GENETIK MENGGUNAKAN
PERANGKAT LUNAK MATLAB**

SKRIPSI

*Disusun dan Diajukan Untuk Melengkapi dan Memenuhi Syarat-Syarat
Guna Mencapai Gelar Sarjana Teknik*

Disusun Oleh :

FANDI JULIANDRI BIJAKSANA

01.12.014

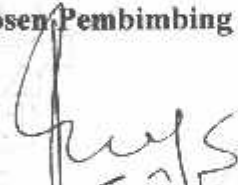
Diperiksa dan disetujui,

Dosen Pembimbing I,



Ir. M. Abdul Hamid, MT
Nip. Y. 101 880 0188

Dosen Pembimbing II,



Ir. Eko Nurcahyo
Nip. Y. 102 870 0172

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro



Ir. F. Yudi Limpraptono, MT
NIP.Y. 103 950 0274

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO (S-1)
KONSENTRASI TEKNIK ENERGI LISTRIK
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2007**

ABSTRAKSI

ESTIMASI PARAMETER ADAPTIF MOTOR DC DENGAN METODE ALGORITMA GENETIK MENGGUNAKAN PERANGKAT LUNAK MATLAB

**(Fandi Juliandri Bijaksana, 01.12.014, Teknik Energi Listrik (S-1))
(Dosen Pembimbing I : Ir. M.Abd.Hamid, MT.)
(Dosen Pembimbing II : Ir. Eko Nurcahyo.)**

Matlab merupakan program yang sangat lengkap untuk simulasi sebuah sistem, karena penggunaan Matlab sangat luas untuk analisis sistem. Dalam analisis ini dilakukan dengan bantuan simulasi menggunakan simulink, yaitu salah satu program simulasi yang ada pada program Matlab.

Pada skripsi ini disajikan hasil penelitian tentang estimasi parameter adaptif motor dc dengan metode algoritma genetik. Dalam penelitian ini, dengan menggunakan metode algoritma genetik, parameter yang dihasilkan dapat mendekati parameter motor aktual nya.

Dalam pembuatan model motor DC yang optimal dalam artian mendekati karakteristik nyata, metode yang dipergunakan adalah algoritma genetik. Algoritma genetik adalah suatu metode pencarian solusi yang berdasarkan pada seleksi alam dan evolusi genetik. Algoritma genetik membentuk model motor DC dengan dasar rangkaian ekuivalen. Pembentukan model dilakukan dengan tidak merekonfigurasi tetapi menentukan nilai-nilai parameter adaptif motor tersebut. Penelitian menghasilkan solusi optimal untuk program ini adalah pada skenario pengujian #1 dengan MSE 0.00087856.

Kata kunci : Parameter Adaptif, Motor DC, Algoritma Genetik, Simulink Matlab

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur kehadirat Allah SWT, berkat limpahan Rahmat dan Hidayah-Nya, sehingga penyusun dapat menyelesaikan skripsi ini.

Skripsi ini disusun sebagai salah satu persyaratan dalam menyelesaikan studi program strata satu (S-1) jurusan Teknik Elektro, Program Studi Teknik Energi Listrik, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang

Sebelum dan selama penyusunan skripsi ini, penyusun telah banyak mendapatkan bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini penyusun menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Abraham Lomi, MSFE, selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang.
2. Bapak Ir. Mochtar Asroni, MSME, Selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional Malang.
3. Bapak Ir. F. Yudi Limpraptono, MT, selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional Malang.
4. Bapak Ir. M.Abd.Hamid, MT, selaku Dosen pembimbing I
5. Bapak Ir. Eko Nurcahyo selaku Dosen pembimbing II
6. Orang tuaku dan seluruh keluarga yang selalu memberikan do'a, kasih sayang dan dukungan hingga terselesaikannya skripsi ini.
7. Serta semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu – persatu, yang turut serta membantu menyelesaikan skripsi ini.

Penyusun menyadari akan segala kekurangan yang ada dalam skripsi ini, maka dengan kerendahan hati penyusun mengharapkan kritik dan saran demi penyempurnaan skripsi ini. Akhirnya, kepada semua pihak yang telah bekerja keras dan bersungguh-sungguh hingga terwujudnya skripsi ini, saya menyampaikan penghargaan dan terima kasih.

Malang, Agustus 2007

Penulis

DAFTAR ISI

| | |
|----------------------------------------|-----|
| HALAMAN JUDUL | i |
| LEMBAR PERSETUJUAN | ii |
| ABSTRAKSI | iii |
| KATA PENGANTAR | iv |
| DAFTAR ISI | vi |
| DAFTAR GAMBAR | ix |
| DAFTAR TABEL | xi |
| DAFTAR GRAFIK | xii |
| BAB I PENDAHULUAN | |
| 1.1. Latar Belakang | 1 |
| 1.2. Rumusan Masalah | 2 |
| 1.3. Tujuan | 3 |
| 1.4. Batasan Masalah | 3 |
| 1.5. Metodologi Penelitian | 3 |
| 1.6. Sistematika Pembahasan | 4 |
| 1.7. Kontribusi | 5 |
| BAB II LANDASAN TEORI | |
| 2.1. Umum | 6 |
| 2.2. Prinsip Kerja Motor DC | 7 |
| 2.3. Jenis-Jenis Motor DC | 10 |
| 2.4. Motor DC Penguatan Terpisah | 12 |

| | |
|-----------------------------------------|----|
| 2.5. Pengaturan Kecepatan Motor DC..... | 14 |
| 2.6. Pengaturan Tegangan Jangkar..... | 15 |
| 2.7. Spesifikasi Motor DC | 16 |

BAB III TEORI DASAR ALGORITMA GENETIK DAN MATLAB

SIMULINK

| | |
|--------------------------------------------------------------|----|
| 3.1. Algoritma Genetik..... | 18 |
| 3.1.1. Konsep Dasar | 18 |
| 3.1.2. Istilah-Istilah Algoritma Genetik..... | 19 |
| 3.1.3. Komponen-komponen Utama Pada Algoritma Genetika..... | 22 |
| 3.2. Matlab Simulink..... | 29 |
| 3.3. Penurunan Rumus Persamaan Adaptif | 32 |
| 3.4. Implementasi dan Proses Perhitungan dengan Matlab | 33 |
| 3.5. Algoritma Program | 34 |
| 3.5.1. Algoritma Pemecahan Masalah Secara Umum | 34 |
| 3.6. Flowchart Pemecahan Masalah Secara Umum..... | 34 |

BAB IV ANALISIS SIMULASI DAN PENGUJIAN SISTEM

| | |
|-----------------------------------------|----|
| 4.1. Pengujian Parameter Motor Dc | 35 |
| 4.1.1. Alat-alat yang digunakan..... | 35 |
| 4.2. Inputan Motor Dc | 36 |
| 4.3. Simulasi Motor Dc..... | 37 |
| 4.3.1. Pemodelan Sistem..... | 38 |
| 4.4. Analisa Hasil Simulasi..... | 45 |

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------|----|
| 4.4.1. Analisa Hasil Perbandingan Model Dan Aktual pada belitan medan..... | 46 |
|-------------------------------------------------------------------------------|----|

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

| | |
|-----------------------|----|
| 5.1. Kesimpulan | 50 |
| 5.2. Saran | 50 |

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

| | | |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 2-1 | Konstruksi Motor DC | 7 |
| Gambar 2-2 | Interaksi Antara Medan magnet Dan Penghantar Yang Dialiri Arus..... | 8 |
| Gambar 2-3 | Rangkaian Jenis Motor DC Penguatan Terpisah..... | 11 |
| Gambar 2-4 | Rangkaian Jenis Motor DC Penguatan Sendiri | 12 |
| Gambar 2-5 | Diagram Skematik Jangkar-Medan Ter kendali Motor DC..... | 15 |
| Gambar 3-1 | Representasi <i>String Bit</i> | 22 |
| Gambar 3-2 | <i>Roulette-Wheel Selection</i> | 24 |
| Gambar 3-3 | <i>Roulette-Wheel Selection</i> Keadaan Sebelum <i>Ranking</i> | 25 |
| Gambar 3-4 | <i>Roulette-Wheel Selection</i> Keadaan Sesudah <i>Ranking</i> | 26 |
| Gambar 3-5 | Ilustrasi Operator Dengan <i>One Point Crossover</i> | 27 |
| Gambar 3-6 | Ilustrasi Operator Dengan <i>Two Point Crossover</i> | 27 |
| Gambar 3-7 | Ilustrasi Operator <i>Crossover</i> Dengan <i>Uniform Crossover</i> | 28 |
| Gambar 3-8 | Tampilan <i>Source</i> Blok Diagram | 30 |
| Gambar 3-9 | <i>Simulink Library</i> Pada Matlab 7.04..... | 31 |
| Gambar 3-10 | Tampilan M-Files | 32 |
| Gambar 4-1 | Teraan Model Motor Dc | 38 |
| Gambar 4-2 | Pemodelan Sistem Simulasi | 39 |
| Gambar 4-3 | Inputan <i>Transfer Fcn</i> | 39 |
| Gambar 4-4 | Inputan <i>Transfer Fcn</i> 1 | 40 |
| Gambar 4-5 | menampilkan Tout..... | 40 |

| | | |
|------------|-------------------------------------------------|----|
| Gambar 4-6 | Menampilkan Yout..... | 41 |
| Gambar 4-7 | Memasukkan Tout Dan Yout pada M-Files..... | 42 |
| Gambar 4-8 | Tampilan Command Windows Skenario Pertama | 43 |
| Gambar 4-9 | Tampilan Command Windows Skenario Kedua..... | 44 |

DAFTAR TABEL

| | | |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 3-1 | Istilah yang digunakan dalam Algoritma Genetika..... | 20 |
| Tabel 4-1 | Parameter Masukan Motor Dc Shunt | 36 |
| Tabel 4-2 | Hasil Pengujian Simulasi Matlab Skenario Pertama..... | 44 |
| Tabel 4-3 | Hasil Pengujian Simulasi Matlab Skenario Kedua..... | 45 |
| Tabel 4-4 | Hasil Pengujian Simulasi Matlab Skenario Pertama dan Kedua | 45 |
| Tabel 4-5 | Hasil Perbandingan Pada Belitan Medan Antara Model Dan Aktual Pada Skenario Pertama..... | 46 |
| Tabel 4-6 | Hasil Perbandingan Pada Belitan Medan Antara model dan aktual pada Skenario Kedua..... | 48 |

DAFTAR GRAFIK

| | | |
|------------|---------------------------------------------------------------|----|
| Grafik 4.1 | Kurva Kecepatan Angular Motor Dc..... | 41 |
| Grafik 4.2 | Kurva Keluaran Kecepatan Angular Motor Dc Terhadap Waktu..... | 43 |
| Grafik 4.3 | Kurva Perbandingan Kecepatan Angular Skenario Pertama..... | 46 |

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Motor DC (*Direct Current*) atau motor arus searah termasuk dalam kategori jenis motor yang paling banyak digunakan baik dalam lingkungan industri, peralatan rumah tangga hingga ke mainan anak-anak ataupun sebagai piranti pendukung sistem instrumen elektronik. Motor DC memiliki jenis yang beragam mulai dari tipe magnet

permanen, seri, *shunt* ataupun jenis magnet kompon. Tipe motor DC diimplementasikan berdasarkan jenis magnet yang digunakan. Kelebihan motor DC memiliki torsi yang tinggi, tidak memiliki kerugian daya reaktif dan tidak menimbulkan harmonisa pada sistem tenaga listrik yang mensuplainya. Selain torsi motor DC juga memiliki akurasi kontrol yang tinggi sehingga motor DC sering digunakan untuk aplikasi *servo* seperti pengendali kecepatan pemintal benang atau pengendali posisi antena penerima satelit.

Perencanaan suatu sistem tenaga baik dalam skala industri besar ataupun kecil tidak akan lepas dari suatu asumsi bagaimana sistem ini akan berjalan dengan baik melalui suatu sudut tinjauan perilaku atau karakteristik sistem. Karakteristik utama yang harus diketahui adalah karakteristik elektrik sistem tersebut seperti lonjakan arus *start*, *profil* tegangan transien hingga analisa transien pada saat sistem terjadi gangguan. Kemampuan mengetahui kondisi sistem yang sebenarnya akan memberikan hasil perencanaan yang baik dan

optimal. Proses interpretasi atau menafsirkan perilaku sistem bukan merupakan pekerjaan yang mudah karena akan berkaitan dengan perilaku statik dan dinamik sistem. Permodelan dan simulasi harus dilakukan secara *iteratif* dan *trial-error*. Penggunaan perangkat lunak komputer juga akan menentukan akurasi model yang diambil.

Algoritma genetik merupakan metode yang banyak dipergunakan oleh para ilmuwan untuk menyelesaikan permasalahan-permasalahan tak linier. Algoritma ini mengadopsi mekanisme seleksi alam dan evolusi genetik sebagai dasar pemikirannya. Algoritma genetik pertama kali diperkenalkan oleh John Holland sebagai *whitepaper* di Universitas Michigan. Pada tahap awal algoritma ini tidak begitu menarik minat para ilmuwan, setelah De Jong murid John Holland mengimplementasikan algoritma genetik untuk memecahkan permasalahan kalkulus yang pada saat itu algoritma kalkulus tidak dapat memecahkannya barulah banyak ilmuwan berniat untuk mempelajarinya.

1.2. Rumusan Masalah

Berkaitan dengan permasalahan pada latar belakang tersebut, maka dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

- Bagaimana memperkirakan parameter adaptif pada belitan medan pada motor dc dengan menggunakan algoritma genetik

Oleh sebab itu dipelajari apakah dengan menggunakan algoritma genetik akan didapatkan kinerja yang sesuai dengan yang diharapkan. sehubungan dengan itu skripsi ini kami beri judul:

“ESTIMASI PARAMETER ADAPTIF MOTOR DC DENGAN METODE ALGORITMA GENETIK MENGGUNAKAN PERANGKAT LUNAK MATLAB”

1.3.Tujuan

Mengestimasi atau memperkirakan parameter adaptif pada belitan medan pada motor dc dengan menggunakan metode algoritma genetik untuk mendapatkan hasil yang mendekati karakteristik motor yang nyata.

1.4. Batasan Masalah

Agar pembahasan skripsi ini lebih terarah sesuai dengan tujuan, maka permasalahan dibatasi oleh hal-hal sebagai berikut:

- Analisis dilakukan pada Motor Dc shunt DE LORENZO/DL1023 P, dengan daya 1,1 kW, tegangan nominal jangkar 220 V, arus nominal jangkar 6.5 A, tegangan nominal medan 190 V, arus nominal medan 0.38 A, putaran 3000 rpm
- Pembahasan hanya ditekankan pada analisa penentuan parameter-parameter motor dc shunt
- Metode yang digunakan untuk mencari parameter adalah dengan metode algoritma genetik
- Yang diestimasi parameter adaptif adalah pada belitan medan
- Simulasi dengan menggunakan *software* MatLab 7.04

1.5. Metodologi Penelitian

Adapun metodologi penulis dalam menyusun skripsi ini adalah:

1. Studi Literatur

2. Melakukan percobaan dan pengambilan data dari motor dc shunt yang akan dianalisa.
3. Simulasi dengan *software* Matlab
4. Menganalisa data hasil simulasi
5. penarikan kesimpulan

1.6 Sistematika Penulisan

BAB I Pendahuluan

Bab ini berisi tentang uraian latar belakang, rumusan masalah, tujuan, batasan masalah, metodologi pembahasan, dan sistematika penulisan.

BAB II Dasar Teori

Membahas tentang teori Dasar Motor DC, konstruksi dasar motor dc, prinsip kerja motor dc, rangkain ekivalen motor dc, pengaturan kecepatan dan teori-teori lain yang mendukung.

BAB III Teori Dasar Algoritma Genetik Dan MatLab Simulink

Berisi tentang teori dasar algoritma genetik dan matlab simulink

BAB IV Simulasi dan analisa hasil

Membahas tentang analisa data pengujian yang digunakan dalam penentuan parameter adaptif, tampilan program, perbandingan hasil pengujian dengan program algoritma genetik.

BAB V Kesimpulan dan Saran

Bab ini berisi kesimpulan hasil penelitian yang telah dilakukan dan saran untuk pengembangan selanjutnya.

1.7 Kontribusi

Identifikasi motor dc dengan HP besar dengan menggunakan simulasi komputer akan banyak membantu dalam pengamatan karakteristik dinamis motor tersebut. Informasi yang dihasilkan bermanfaat dalam perencanaan dan biaya investasi. Identifikasi motor dc dengan program komputer adalah dapat dilakukannya proses simulasi gangguan pada sistem tersebut tanpa harus mempertaruhkan keselamatan sistem.

BAB II

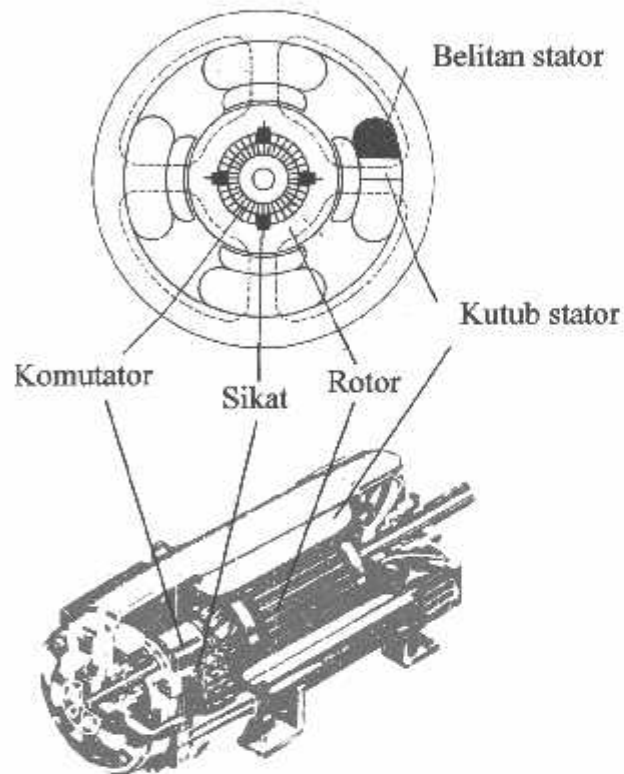
LANDASAN TEORI

2.1. Umum

Motor DC adalah peralatan elektromekanis yang mengubah daya listrik menjadi daya mekanis dengan arus searah sebagai suplai energi listriknya. Motor DC terdiri dari dua bagian dasar yaitu *stator* dan *rotor*. *Stator* merupakan bagian dari motor DC yang tidak bergerak sedangkan *rotor* merupakan bagian yang bergerak. Pada *stator* terdapat belitan yang dinamakan belitan medan karena berfungsi menghasilkan medan magnet, sedangkan pada *rotor* terdapat belitan yang dinamakan belitan jangkar karena berfungsi membawa arus beban. Pada poros *rotor* terdapat komutator dan sikat, komutator bergerak bersamaan dengan poros *rotor* sedangkan sikat tidak bergerak tetapi menyentuh komutator. Komutator berupa silinder yang terbuat dari beberapa segmen tembaga yang terisolasi satu sama lain, dan sikat terbuat dari bahan karbon. Komutator dan sikat secara bersamaan berfungsi sebagai penyearah. Gambar 2.1 merupakan gambar konstruksi motor DC.

Penggunaan motor arus searah sudah sangat dikenal secara luas. Keuntungan-keuntungan yang menonjol akan penggunaan motor-motor arus searah tersebut timbul dengan penunjukan karakteristik operasinya. Motor DC secara luas dipergunakan dalam berbagai macam penerapan yang memerlukan putaran yang dapat diatur dan beberapa penerapannya digunakan pada industri tekstil, industri kertas dan lain-lain.

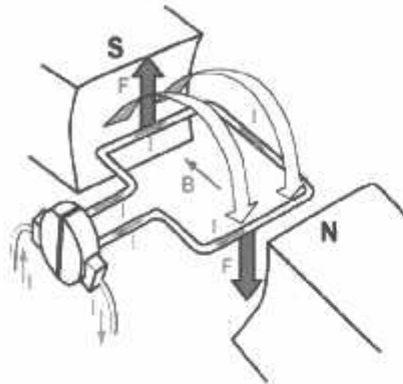
Motor DC terutama motor DC penguatan terpisah mempunyai keunggulan-keunggulan tersendiri, yang mana motor DC penguatan terpisah ini mempunyai kecepatan yang hampir konstan pada tegangan jepit yang konstan meskipun terjadi perubahan beban.



Gambar 2.1.
Konstruksi Motor DC⁽⁵⁾

2.2. Prinsip Kerja Motor DC

Prinsip kerja motor DC berdasarkan pada penghantar yang dialiri arus ditempatkan dalam suatu medan magnet sehingga penghantar tersebut akan mengalami gaya. Gaya menimbulkan torsi sehingga menghasilkan putaran. Penghantar yang berputar akan menimbulkan tegangan AC sehingga diubah menjadi tegangan DC oleh komutator dan sikat.



Gambar 2.2.
Interaksi Antara Medan Magnet Dan Penghantar Yang Dialiri Arus⁽⁴⁾

Gaya yang dihasilkan sebesar: (Cathey, 2001:50)

$$F = B.I.l \dots\dots\dots(2-1)$$

Gaya itu menimbulkan torsi sebesar:

$$T = F.r \dots\dots\dots(2-2)$$

$$T = B.I.l.r$$

dengan:

F = Gaya (N).

B = Rapat fluks (T).

l = Arus yang mengalir pada penghantar (A).

l = Panjang penghantar (m).

r = Jari-jari inti jangkar (m).

T = Torsi (Nm).

Jangkar memiliki jumlah penghantar dan cabang paralel penghantar sehingga dari Persamaan (2-1) dan (2-2) didapatkan:

$$T = \frac{Z}{a} B I_a l r \dots\dots\dots(2-3)$$

dengan:

Z = Jumlah penghantar jangkar.

a = Jumlah cabang paralel penghantar jangkar yang berada di antara sikat.

I_a = Arus jangkar (A).

Rapat fluks yang dihasilkan sebesar:

$$B = \frac{\phi \cdot p}{2\pi \cdot r l} \dots\dots\dots(2-4)$$

Jika Persamaan (2-4) diberikan ke Persamaan (2-3) didapatkan:

$$T = \frac{z}{a} B I_a l r = \frac{z}{a} \frac{\phi \cdot p}{2\pi \cdot r l} B I_a l r$$

maka akan didapatkan nilai 'T' sebesar :

$$T = \frac{p \cdot Z}{2\pi \cdot a} \phi I_a \dots\dots\dots(2-5)$$

Dimana telah diketahui bahwa besarnya nilai K pada motor DC sebagai berikut :

$$K = \frac{p \cdot z}{2\pi \cdot a}$$

Sehingga persamaan (2-5) dapat ditulis juga sebagai berikut :

$$T = K \cdot \phi \cdot I_a \dots\dots\dots(2-6)$$

dengan:

p = Jumlah kutub stator.

ϕ = Fluks tiap kutub stator (Wb).

K = Konstanta mesin.

Putaran jangkar yang berada dalam medan magnet akan menghasilkan gaya gerak listrik lawan sebesar:

$$E_a = K \cdot \phi \cdot \omega_m \dots\dots\dots(2-7)$$

Daya yang dihasilkan sebesar:

$$P = E_a \cdot I_a \dots\dots\dots(2-8)$$

Dari persamaan (2-7) dan (2-8):

$$P = K \cdot \phi \cdot I_a \cdot \omega_m \dots\dots\dots(2-9)$$

$$P = T \cdot \omega_m \dots\dots\dots(2-10)$$

dengan:

E_a = Gaya gerak listrik lawan (V).

P = Daya (W).

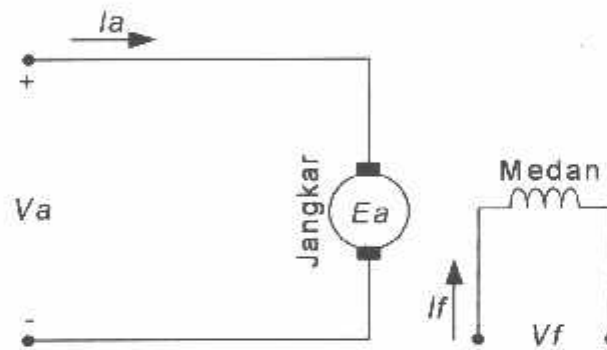
ω_m = Putaran (rad/s).

2.3. Jenis-Jenis Motor DC

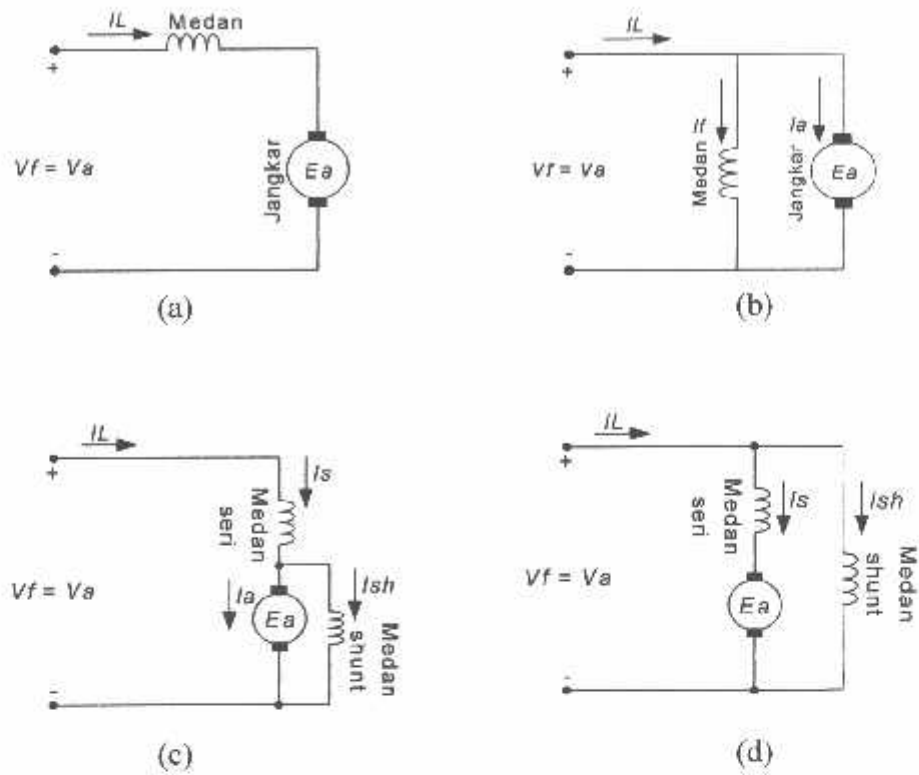
Motor DC berdasarkan jenis penguatannya terbagi menjadi 2 yaitu: motor DC penguatan terpisah dan motor DC penguatan sendiri. Penguatan pada motor DC diberikan oleh belitan medan sehingga jenis penguatan motor DC berdasarkan pada cara pemberian catu tegangan pada belitan medan yang akan menimbulkan medan magnet.

Motor DC penguatan terpisah dicatu oleh dua sumber tegangan terpisah pada belitan medan dan belitan jangkarnya seperti pada Gambar 2.3. Motor DC penguatan sendiri dicatu oleh satu sumber pada belitan medan dan belitan jangkarnya. Motor DC penguatan sendiri berdasarkan cara menghubungkan belitan medan dan belitan jangkarnya terbagi menjadi tiga yaitu: motor DC *shunt*, seri dan kompon. Motor DC

shunt belitan medan dan belitan jangkarnya dihubungkan paralel, motor DC seri belitan medan dan belitan jangkarnya dihubungkan seri, sedangkan motor DC kompon merupakan penggabungan dari motor DC *shunt* dan motor DC seri yang terbagi menjadi dua macam yaitu: kompon panjang dan kompon pendek seperti pada Gambar 2.4. Motor DC penguatan terpisah dibandingkan motor DC penguatan sendiri memiliki kelebihan dalam pengaturan tegangan sumbernya yaitu pengaturan tegangan jangkar dan pengaturan tegangan medan sehingga memiliki jangkauan pengaturan yang lebih luas.



Gambar 2.3.
Rangkaian Jenis Motor DC Penguatan Terpisah^[3]



Gambar 2.4.
Rangkaian Jenis Motor DC Penguatan Sendiri (a) Seri. (b) Shunt.
(c) Kompon Pendck. (d) Kompon Panjang^[3]

Untuk selanjutnya di sini hanya akan ditinjau motor DC penguatan terpisah.

2.4. Motor DC Penguatan Terpisah

Rangkaian motor DC penguatan terpisah seperti pada Gambar 2.3. terdiri atas belitan medan dan belitan jangkar yang modelnya dapat diwakili oleh unsur-unsur resistansi dan induktansi. Berdasarkan rangkaian tersebut didapatkan persamaan:

(Slemon, 1992:146)

$$V_f = R_f \cdot I_f + L_f \frac{dI_f}{dt} \dots\dots\dots(2-11)$$

$$V_a = E_a + I_a \cdot R_a + L_a \frac{dI_a}{dt} \dots\dots\dots(2-12)$$

Jika persamaan (2-7) diberikan ke persamaan (2-12) didapatkan:

$$V_a = K \cdot \phi \cdot \omega_m + I_a \cdot R_a + L_a \frac{dI_a}{dt} \dots\dots\dots(2-13)$$

Berdasarkan persamaan (2-6) untuk model mekanis motor DC penguatan terpisah adalah:

$$T = J \frac{d\omega}{dt} + B \cdot \omega + T_w \dots\dots\dots(2-14)$$

dengan:

V_f = Tegangan medan (V).

L_f = Induktansi belitan medan (H).

R_f = Resistansi belitan medan (Ω).

I_f = Arus medan (A).

V_a = Tegangan jangkar (V).

L_a = Induktansi belitan jangkar (H).

R_a = Resistansi belitan jangkar (Ω).

I_a = Arus jangkar (A).

J = Momen inersia ($\text{kg} \cdot \text{m}^2$).

B = Koefisien gesekan motor $\{\text{Nm}/(\text{rad/s})\}$.

T_w = Torsi beban (Nm).

Untuk operasi motor dalam keadaan mantap pada persamaan (2-11), (2-12), (2-13), dan (2-14) turunan terhadap waktunya adalah nol sehingga persamaannya berturut-turut menjadi:

$$V_f = R_f I_f \dots\dots\dots(2-15)$$

$$V_a = E_a + I_a \cdot R_a \dots\dots\dots(2-16)$$

$$V_a = K\phi\omega_m + I_a \cdot R_a \quad \dots\dots\dots(2-17)$$

$$T = B\omega + T_w \quad \dots\dots\dots(2-18)$$

Untuk menghitung kinerja dari motor DC maka digunakan keempat persamaan di atas, yang terdiri atas tiga persamaan sistem listrik pada jangkar dan medan yaitu: persamaan (2-15), (2-16), (2-17) dan satu persamaan sistem mekanik pada poros *rotor* yaitu persamaan (2-18).

Berdasarkan persamaan (2-17) didapatkan hubungan antara *torsi* dan kecepatan motor DC penguatan terpisah sebagai berikut:

$$\omega_m = \frac{V_a - I_a \cdot R_a}{(K\phi)} \quad \dots\dots\dots(2-19)$$

2.5. Pengaturan Kecepatan Motor DC

Motor DC merupakan mesin penggerak yang banyak digunakan karena memiliki kelebihan pada pengaturan kecepatannya. Pada umumnya pengaturan kecepatan motor DC penguatan terpisah dan motor DC penguatan sendiri hampir sama. Pengaturan kecepatan pada motor DC penguatan terpisah lebih luas dibandingkan pengaturan kecepatan pada motor DC penguatan sendiri dikarenakan motor DC penguatan terpisah dicatu oleh dua sumber.

Untuk selanjutnya di sini hanya akan ditinjau pengaturan kecepatan motor DC penguatan terpisah.

Kecepatan motor DC penguatan terpisah dapat diatur sesuai persamaan (2-19)

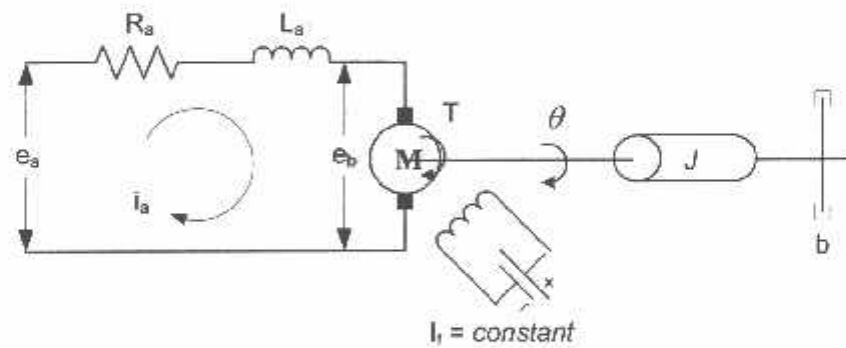
dengan menggunakan tiga metode yaitu:

- Pengaturan fluksi/medan.
- Pengaturan resistansi jangkar.
- Pengaturan tegangan jangkar.

Untuk selanjutnya di sini hanya akan ditinjau motor DC penguatan terpisah dengan pengaturan jangkar.

2.6. Pengaturan Tegangan Jangkar

Pada metode ini resistansi jangkar dan sisi medannya dijaga konstan sehingga pengaturan hanya dilakukan pada tegangan jangkarnya. Pengaturan kecepatan dilakukan dengan mengatur tegangan jangkar seperti pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5.
Diagram Skematik Jangkar-Magnet Terkendali Motor DC^[1]

Dimana :

- R_a = tahanan kumparan jangkar (*ohm*)
- L_a = induktansi kumparan jangkar (*Henry*)
- e_a = tegangan yang dikenakan pada jangkar (*volt*)

- e_b = gaya gerak listrik (ggl) lawan motor (*volt*)
- i_a = arus kumparan jangkar (*ampere*)
- i_f = arus medan (*ampere*)
- θ = perpindahan sudut dari poros motor (*radian*)
- T = torsi yang diberikan oleh motor (*radian*)
- J = moment inersia ekivalen dari motor dan beban pada poros ($Kg \cdot m^2$)
- b = koefisien gesek ($N \cdot m / rad / det$)

2.7. Spesifikasi Motor DC

Adapun parameter motor DC yang akan digunakan dalam Skripsi ini adalah sebagai berikut :

Adapun spesifikasi dari motor DC yang digunakan adalah sebagai berikut :

Data motor DC penguatan terpisah yang dipergunakan berdasarkan *name plate* adalah sebagai berikut:

- Jenis Motor : Motor DC *shunt*
- Daya : 1,1 *kW*
- Tegangan nominal jangkar : 220 *V*
- Arus nominal jangkar : 6,5 *A*
- Tegangan nominal medan : 190 *V*
- Arus nominal medan : 0,38 *A*
- Putaran : 3000 *rpm*

Dari pengujian didapat nilai-nilai parameter motor DC sebagai berikut :

- $V_a = 150 \text{ V}$
- $T = 0,07 \text{ Nm}$

- $N = 2500 \text{ rpm}$
- $I_a = 0,84 \text{ A}$
- $R_a = 4,71 \Omega$
- $L_a = 0,03 \text{ H}$
- $R_f = 422 \Omega$
- $L_f = 3,3 \text{ H}$

Untuk menentukan konstanta motor ($K\phi$) diambil beberapa parameter dari data pengujian sebelumnya yaitu:

- $V_a = 150 \text{ V}$
- $T = 0,07 \text{ Nm}$
- $N = 2500 \text{ rpm}$
- $I_a = 0,84 \text{ A}$

Berdasarkan data di atas maka konstanta motor ($K\phi$) dapat dihitung sesuai persamaan (2-19).

BAB III

TEORI DASAR ALGORITMA GENETIK DAN MATLAB SIMULINK

3.1 Algoritma Genetika

3.1.1 Konsep Dasar^[5]

Algoritma Genetika merupakan metode *adaptive* yang biasa digunakan untuk memecahkan suatu 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 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 melalui 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/string yang terdiri dari 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* yang 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.

3.1.2 Istilah-Istilah Algoritma Genetika^[5]

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 3-1
Istilah Yang Digunakan Dalam Algoritma Genetika^[5]

| Istilah | Keterangan |
|-----------|-----------------------------------------------------------------|
| Kromosom | Individu berupa segmen string yang sudah ditentukan |
| Gen | Bagian dari string |
| 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 |

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

a) Jumlah Generasi (*MAXGEN*)

Merupakan jumlah perulangan (iterasi) dilakukannya rekombinasi dan seleksi. Jumlah generasi ini mempengaruhi kestabilan output dan lama iterasi (waktu proses Algoritma Genetika). Jumlah generasi yang besar dapat mengarahkan ke arah solusi yang optimal, namun akan membutuhkan waktu yang lama. Sedangkan jika jumlah generasinya terlalu sedikit maka solusi akan terjebak pada lokal optimum.

b) 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 Genetika menjadi buruk. Dalam hal ini dibutuhkan ruang yang lebih besar untuk mempersentasikan keseluruhan ruang permasalahan. Selain itu

pengguna populasi yang besar dapat mencegah terjadinya konvergensi pada wilayah lokal.

c) Probabilitas Crossover (P_c)

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 nilai probabilitas *crossover* maka semakin cepat struktur baru yang diperkenalkan dalam populasi. Namun tingkat probabilitas *crossover* maka struktur dengan nilai fungsi obyektif yang baik dapat hilang lebih cepat dari seleksi. Sebaliknya jika probabilitas terlalu kecil akan menghalangi proses pencarian dalam proses Algoritma Genetika.

d) Probabilitas Mutasi (P_m)

Mutasi digunakan untuk meningkatkan variasi populasi digunakan untuk menentukan tingkat mutasi yang terjadi, karena frekuensi terjadinya mutasi tersebut menjadi $P_m \times POPSIZE \times N$, dimana N adalah panjang struktur / 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

e) Panjang Kromosom (NVAR)

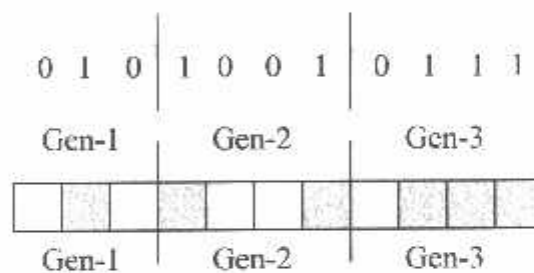
Panjang kromosom berbeda – beda sesuai dengan model permasalahan. Titik solusi dalam ruang permasalahan dikodekan dalam bentuk kromosom/string

yang terdiri dari komponen genetik terkecil yaitu gen. Pengkodean dapat memakai bilangan seperti string biner, integer, floating point dan abjad.

3.1.3 Komponen-komponen Utama Pada Algoritma Genetika^[6]

A. Teknik Pengkodean

Teknik pengkodean disini meliputi pengkodean gen dari kromosom. Gen merupakan bagian dari kromosom. Satu gen biasanya akan mewakili satu variabel. Gen dapat dipresentasikan dalam bentuk : *string bit*, pohon, *array* bilangan *real*, daftar aturan, elemen program, elemen permutasi, atau representasi lainnya yang dapat diimplementasikan untuk operator genetika. Gambar 3.1 menunjukkan representasi *string bit*.



Gambar 3.1
Representasi String Bit^[6]

Demikian juga, kromosom dapat dipresentasikan dengan menggunakan :

- String bit : 10011, 01101, 11101, dst
- Bilangan *real* : 65.66, -67.98, 562.88, dst
- Elemen permutasi : E2, E5, E10, dst
- Daftar aturan : R1, R2, R3, dst
- Elemen program : pemrograman genetika
- Struktur lainnya.

B. Prosedur 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 pada populasi tersebut. Inisialisasi kromosom dilakukan secara acak namun harus tetap memperhatikan domain solusi dan kendala permasalahan yang ada.

C. Fungsi Evaluasi

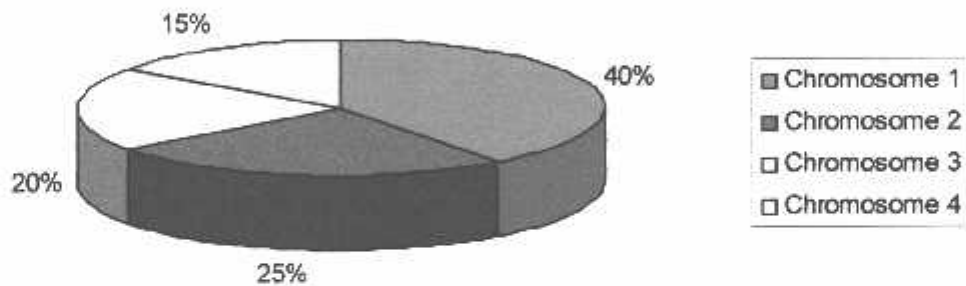
Ada 2 hal yang harus dilakukan dalam melakukan evaluasi kromosom yaitu : evaluasi fungsi objektif (fungsi tujuan) dan konversi fungsi objektif ke dalam fungsi *fitness*. Selain secara umum, fungsi *fitness* diturunkan dari fungsi objektif dengan nilai yang tidak negatif. Apabila ternyata nilai dari fungsi objektif adalah negatif maka perlu ditambahkan suatu konstanta c agar nilai *fitness* yang terbentuk menjadi negatif.

D. Seleksi

Seleksi ini 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 dan bagaimana *offspring* terbentuk dari individu-individu tersebut. Langkah pertama yang harus dilakukan dalam seleksi ini adalah pencarian nilai *fitness*. Masing-masing individu dalam suatu wadah seleksi akan menerima probabilitas reproduksi yang tergantung pada nilai objektif dirinya sendiri terhadap nilai objektif dari semua individu dalam wadah seleksi tersebut. Nilai *fitness* inilah yang nantinya akan digunakan pada tahap-tahap seleksi berikutnya. Ada beberapa metode seleksi dari induk, antara lain :

1. *Roulette Wheel Selection*

Metode seleksi *roulette* ini merupakan metode yang paling sederhana dan sering juga dikenal dengan nama *stochastic sampling with replacement*. Dimana setiap individual memiliki harga *fitness* sehingga didapatkan probabilitas individual ($f(t) / \sum f(t)$) tersebut di *copykan* pada populasi yang baru. Untuk individual yang memiliki probabilitas 20% untuk jumlah populasi 10 maka kemungkinan individual tersebut dapat terpilih sebanyak dua kali. Ilustrasi kerja operator ini dapat digambarkan seperti pada gambar 3.2 :

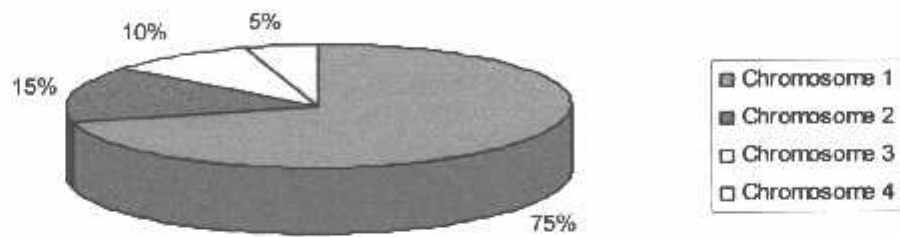


Gambar 3.2
Roulette-Wheel Selection

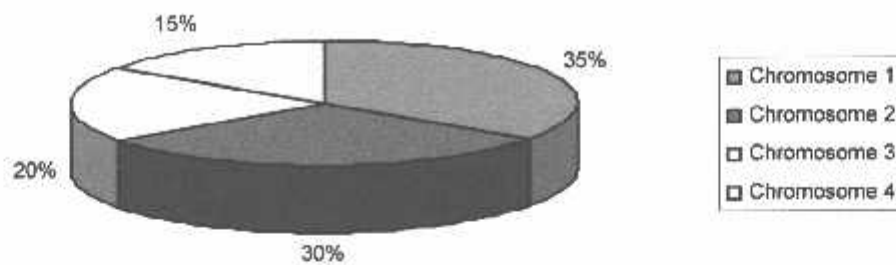
2. *Rank Selection*

Apabila *fitness* yang dimiliki oleh suatu kromosom dalam populasi berbeda terlalu jauh dari kromosom lainnya maka hal ini dapat menjadi permasalahan. Misalnya bila kromosom terbaik mempunyai *fitness* yang menyebabkan besarnya tempat yang dimilikinya dalam *roulette wheel* sebesar 90% maka kromosom-kromosom yang lain akan mempunyai peluang yang terlalu kecil untuk diseleksi.

Rank selection pertama kali merangking populasi dan kemudian setiap kromosom diberi nilai *fitness* baru 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 mempunyai peluang untuk diseleksi.



Gambar 3.3
Keadaan Sebelum *Ranking*



Gambar 3.4
Keadaan Sesudah *Ranking*

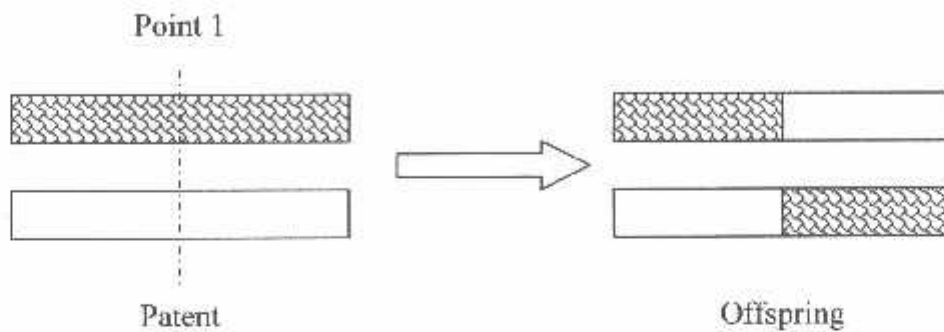
E. Operator Genetika^[6]

1. *Crossover* (Pindah Silang)

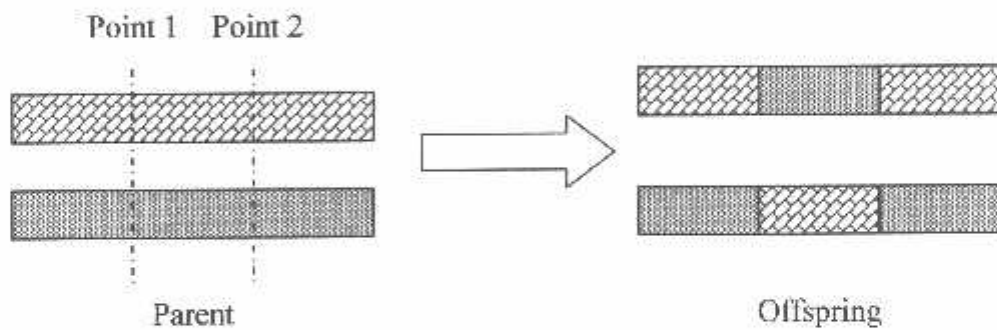
Fungsi dari *crossover* adalah menghasilkan kromosom anak dari kombinasi materi-materi gen dua kromosom induk. Cara kerjanya dengan membangkitkan sebuah nilai random r_k dimana $k = 1, 2, 3, \dots, \text{POPSIZE}$. Probabilitas *crossover* (P_c) ditentukan dan digunakan untuk mengendalikan frekuensi operator *crossover*. Apabila nilai $r_k < P_c$ maka kromosom ke- k terpilih untuk mengalami *crossover*. *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 *parent* tersebut dengan batas titik persilangan tersebut. Ilustrasi kerja operator ini digambarkan seperti pada gambar 3.5.

Kemudian ditingkatkan lagi dengan menggunakan *two point crossover*. Penentuan posisi titik persilangan sama seperti *one point crossover* sebelumnya.

Pemilihan secara random dilakukan dua kali. Kemudian nilai *offspring* diambil dari dua *parent* tersebut dengan batas dua titik persilangan tersebut. Ilustrasi kerja operator ini digambarkan seperti pada gambar 3.6

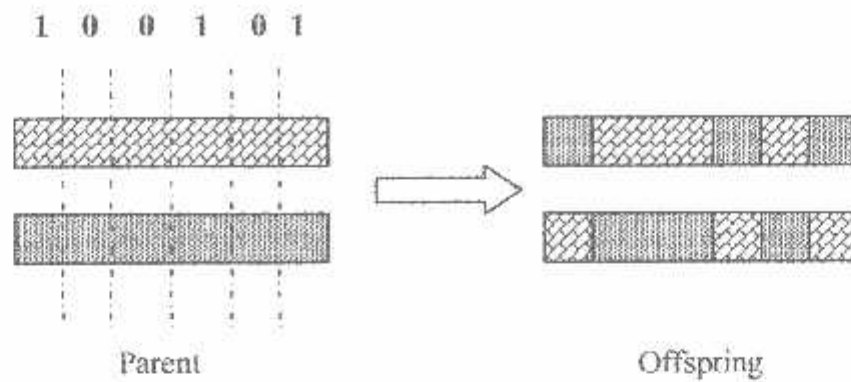


Gambar 3.5
Ilustrasi Operator Dengan One Point Crossover^[6]



Gambar 3.6
Ilustrasi Operator Dengan Two Point Crossover^[6]

Untuk *crossover uniform* dibangkitkan suatu nilai random 0 dan 1 sepanjang jumlah kromosom untuk nilai loci. Jika nilai yang dibangkitkan mempunyai nilai 1 maka *allele parent 2* dan *offspring 2* untuk loci tersebut diambil dari *allele parent 1* dan *offspring 2* untuk loci tersebut diambil dari *allele parent 2*. Ilustrasi kerja operator ini digambarkan seperti pada gambar 3.7



Gambar 3.7
Ilustrasi Operator Crossover Dengan Uniform Crossover^[8]

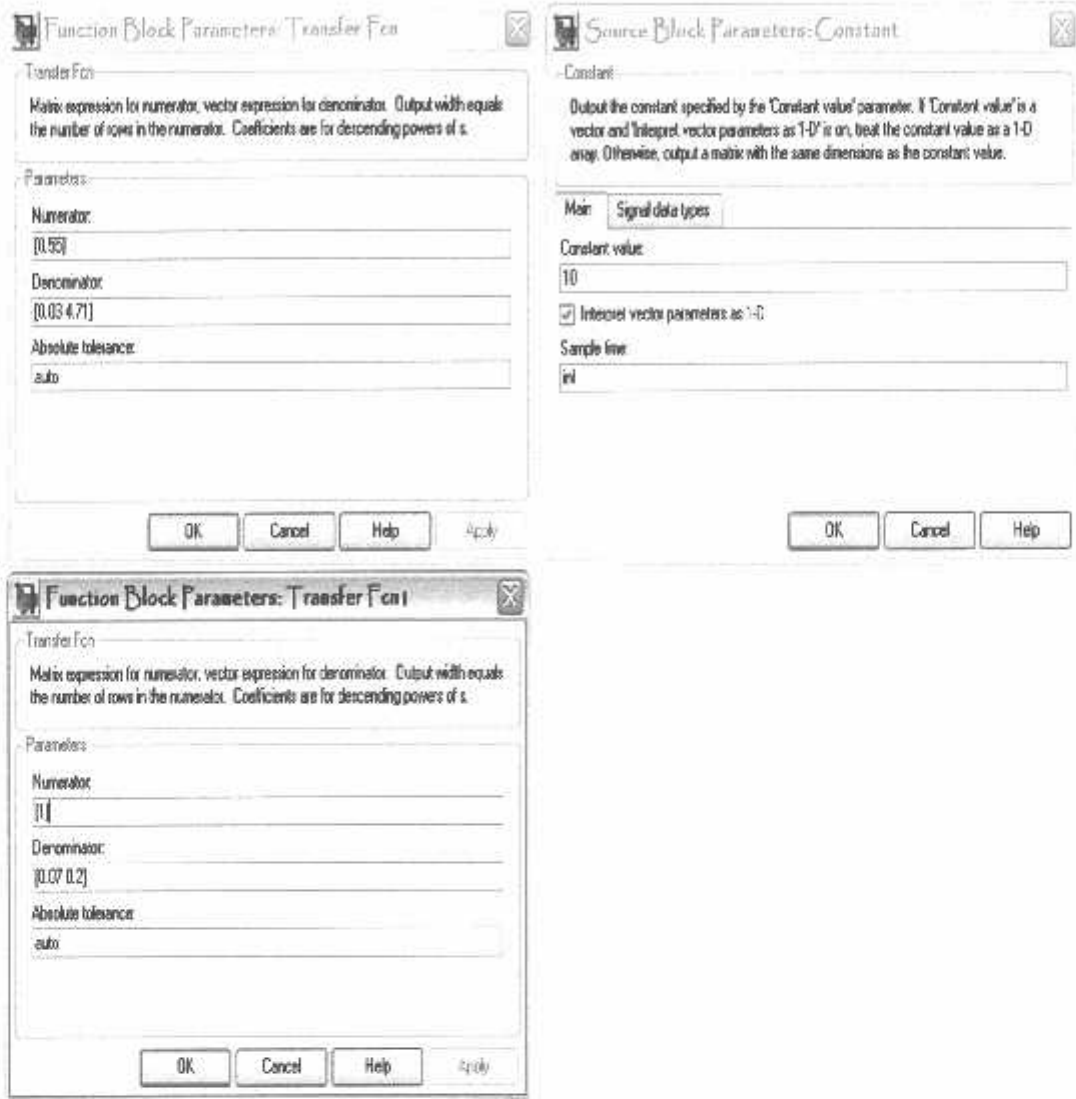
2. Mutation (Mutasi)

Operator mutasi digunakan untuk memodifikasi satu atau lebih nilai gen dalam satu individu. Cara kerjanya dengan membangkitkan sebuah nilai random r_k , dimana $k = 1, 2, 3, \dots, NVAR$ (panjang kromosom). Probabilitas mutasi (P_m) ditentukan dan digunakan untuk mengendalikan frekuensi operator mutasi. Apabila nilai random r_k, P_m maka gen ke- k kromosom tersebut terpilih untuk mengalami mutasi. Mutasi dengan mengganti gen 0 dengan 1 atau sebaliknya gen 1 dan 0, biasanya disebut *flip*, yaitu membalik nilai ke 1 atau 1 ke 0.

Fungsi dari operator mutasi adalah untuk menghindari agar solusi masalah yang diperoleh bukan merupakan solusi optimum lokal. Seperti halnya pada operator *crossover*, tipe dan implementasi dari operator mutasi bergantung pada jenis pengkodean dan permasalahan yang dihadapi. Seberapa sering mutasi dilakukan dinyatakan dengan suatu probabilitas mutasi (P_m). Posisi elemen pada kromosom yang akan mutasi ditentukan secara random. Mutasi dikerjakan dengan cara melakukan perubahan pada elemen tersebut.

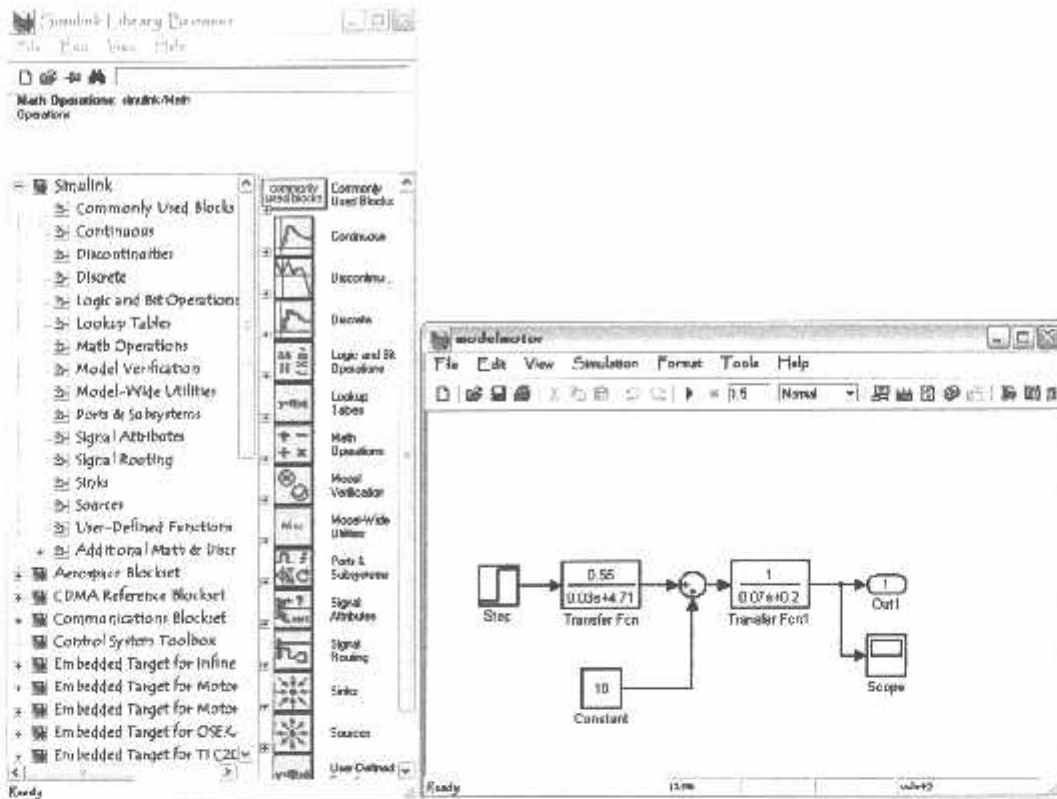
3.2. Matlab Simulink

MATLAB merupakan suatu software yang sangat baik untuk digunakan menganalisa berbagai kebutuhan dalam bidang teknik. Di dalam matlab terdapat dua bagian yang penting yaitu M-files yang berfungsi untuk menuliskan listing programnya dan simulink yang digunakan untuk melakukan simulasi. Dengan menggunakan simulink yang merupakan kesatuan dalam program tersebut kita dapat melakukan suatu pemodelan sistem kontrol atau suatu plant yang akan diatur. Hal itu dapat di desain dengan menggunakan blok-blok yang telah tersedia serta setting parameter-parameter akan menjadi lebih mudah. Blok-blok simulink dapat juga dibentuk dari persamaan matematika dengan menggunakan blok *transfer function* sehingga kita dapat menuliskan persamaan dalam blok tersebut sesuai dengan parameter yang kita cari. Dengan memasukkan data parameter, tahanan kumparan jangkar, induktansi kumparan jangkar, momen inersia dan konstanta motor pada source blok parameter yang ada. Pada simulasi motor dc shunt pada simulink ini menggunakan parameter konstan sebagai nilai tetap untuk masukan simulasi motor dc. Antara lain; konstanta gangguan, $C=10$ dan koefisien gesek, $F=0.2$ nms.



Gambar 3-8

Tampilan Source Blok Parameter



Gambar 3-9
Simulink Library Pada MATLAB 7.04

Dalam simulink tersebut terdapat beberapa blok yang dapat digunakan untuk pemodelan kontrol atau analisa dalam dunia elektrik. Selain Simulink dalam MATLAB juga terdapat M-Files yaitu bagian untuk menuliskan listing program yang dengan hasil program setelah dijalankan akan disimulasikan dengan Blok Simulink yang telah dibuat.

```

Editor - J:\MotorGANDataTA.m
File Edit Text Cell Tools Debug Desktop Window Help
147 - popsize=50;
148 - porose=0.1;
149 - ymatmax=0.001;
150 - pflip=0.5;
151 - len=20;
152 - Ka=10;
153 - global Ra;
154 - maxgen=50;
155 - popsize=50;
156 - porose=0.05;
157 - ymatmax=0.001;
158 - pflip=0.5;
159 - len=20;
160 - Ka=10;
161 - global Ra;
162 - [obron,min,avg,max]=Genetic(maxgen,popsize,len,porose
163 - disp(' ');
164 - [Ia,Ra,J,F,K,ya,mae]=HitungFitnessAKbar(obron);
165 - disp(' ');
166 - disp(' HASIL PROGRAM GENETIC ALGORITHM');
167 - disp(' ');
168 - disp('-----');
169 - disp([' Ia (ampere) = ' num2str(Ia) ']);
170 - disp([' Ra (ohm) = ' num2str(Ra) ']);
171 - disp([' J (rpm) = ' num2str(J) ']);
172 - disp([' F (amp) = ' num2str(F) ']);
173 - disp([' K = ' num2str(K) ']);
174 - disp('-----');
175 - disp(' ');
176 - disp([' mae = ' num2str(mae) ']);
177 - figure(3);
178 - plot(ta, ya, 'o-', tx, yb, 'r-');
179 - xlabel('Time (ms)');
180 - ylabel('kecepatan Angkutan (rpm)');
181 - legend('Aktual','Model');

```

Gambar 3-10
Tampilan M-Files

3.3. Penurunan rumus persamaan adaptif

Analisa motor DC dimulai dengan analisa torsi yang dihasilkan motor DC yaitu:

$$T = K_1 \psi I_a$$

dimana T adalah torsi, K_1 konstanta, ψ fluks (wb/m²) dan I_a adalah arus armatur.

Karakteristik motor DC adalah fluks yang dihasilkan pada belitan sebanding dengan tegangan arus medan pada belitan tersebut, maka :

$$\psi = I_f \quad \text{maka:}$$

$$T = K_2 I_f$$

Persamaan KVL pada belitan medan adalah

$$e_f = L_f \frac{dI_f}{dt} + R_f I_f$$

Persamaan torsi yang berlaku pada motor DC yang berkaitan dengan momen inersia dan koefisien gesekan adalah :

$$J \frac{d^2\theta}{dt^2} + F \frac{d\theta}{dt} = T = K_2 I_f$$

Dengan transformasi Laplace :

$$E_f(s) = (L_f s + R_f) I_f(s)$$

$$K_2 I_f(s) = (Js^2 + fs)\theta(s)$$

Diperoleh hubungan

$$I_f(s) = \frac{(Js^2 + fs)\theta(s)}{K_2}$$

$$\omega(s) = \frac{K_2}{(sJ + f)(sL_f + R_f)} E(s)$$

Persamaan akhir merupakan persamaan adaptif yang akan dipergunakan oleh algoritma genetik untuk men-tuning parameter adaptif plant model motor DC yang akan dioptimasi.

3.4. Implementasi dan Proses Perhitungan dengan Matlab

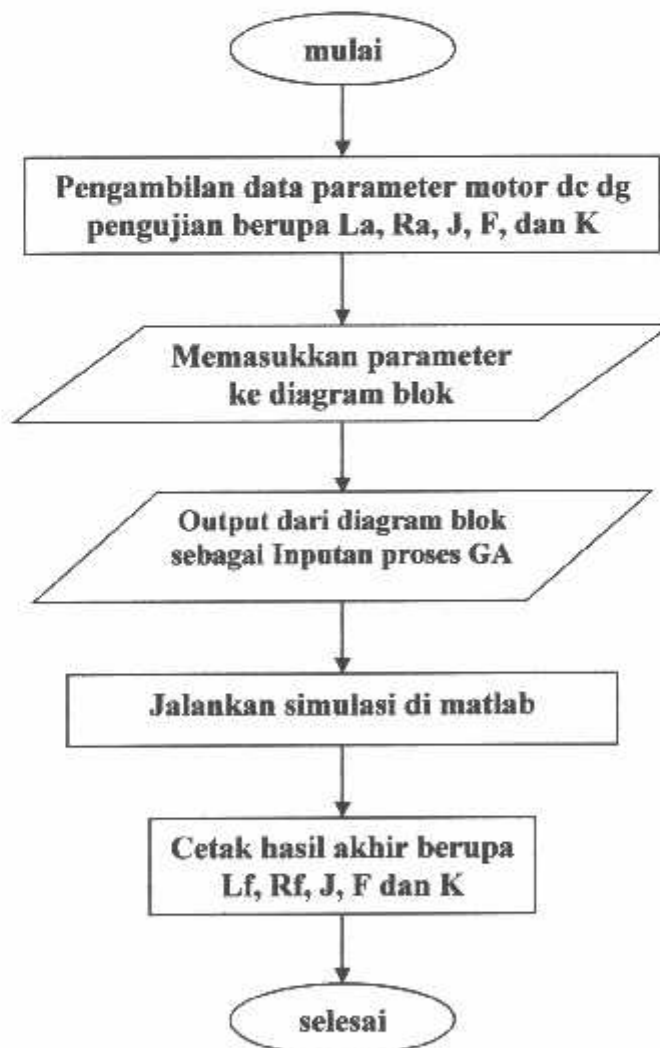
Pada skripsi ini matlab difungsikan pada perhitungan dari pengujian motor dc. Pengujian ini di maksudkan untuk menentukan parameter motor dc seperti tahanan kumparan jangkar (R_a), induktansi belitan jangkar (L_a), momen inersia (J), koefisien gesek (F), konstanta motor (K), yang nantinya parameter-parameter tersebut digunakan sebagai inputan pada proses GA dan diproses di matlab untuk menghasilkan parameter yang adaptif berupa nilai induktansi belitan medan (L_f), tahanan belitan medan (R_f), momen inersia (J), koefisien gesek (F), konstanta motor (K). Proses simulasi ini menggunakan MATLAB 7.04

3.5 Algoritma Program

3.5.1 Algoritma Pemecahan Masalah Secara Umum

1. Pengujian Parameter Motor DC Shunt
2. Memasukkan parameter motor dc shunt dari hasil pengujian ke blok diagram yang terdapat pada MatLab
3. Output Dari Diagram Blok Sebagai Inputan Pada Proses GA
4. Menjalankan simulasi Motor dc menggunakan MATLAB 7.04
5. Menampilkan Kurva Perbandingan Kecepatan Angular
6. Menampilkan hasil simulasi berupa L_f , R_f , J , F , K .

3.6 Flowchart Pemecahan Masalah Secara Umum



BAB IV

ANALISIS SIMULASI DAN PENGUJIAN SISTEM

4.1. Pengujian Parameter Motor Dc

4.1.1 Alat-alat yang digunakan

a. Motor DC Shunt DE LORENZO / DL 1023P

Data papan (*Name-Plate*)

| | |
|----------------------------|-------------------------|
| • Jenis Motor | : Motor DC <i>shunt</i> |
| • Daya | : 1.1 <i>kW</i> |
| • Tegangan nominal jangkar | : 220 <i>V</i> |
| • Arus nominal jangkar | : 6.5 <i>A</i> |
| • Tegangan nominal medan | : 190 <i>V</i> |
| • Arus nominal medan | : 0,38 <i>A</i> |
| • Putaran | : 3000 <i>rpm</i> |

- Satu set alat ukur (watt meter, ampere meter, volt meter) DELORENZO/DL 1031
- AC/DC voltage regulator DELORENZO/DL 1013 M2
- Tachometer DELORENZO/DL 2026
- Eddy Current Brake DELORENZO/DL 1019 M
- Multimeter Sanwa 6108141
- Excitation Rheostat DELORENZO/DL 1017 RHD
- Starting Rheostat DELORENZO/DL 1017 RHE

4.2. Inputan Motor Dc

Dengan menggunakan data yang ada pada bab II kita dapat menghitung ω_m dan $K\phi$

Dengan menggunakan rumus $\omega_m = \frac{2\pi.Nm}{60}$ maka

$$\omega_m = \frac{2.314.2500}{60}$$

$$\omega_m = 261,6 \text{ rad/sec}$$

Dengan menggunakan rumus (2.19) maka dapat dicari konstanta mesin ($K\phi$)

yaitu:

$$\omega_m = \frac{Va - Ia.Ra}{(K\phi)}$$

$$261,6 = \frac{150 - (0,84.4,71)}{K\phi}$$

$$K\phi = \frac{146,04}{261,66}$$

$$K\phi = 0,55$$

Tabel 4-1

Parameter Masukan Motor Dc Shunt

| Ra(Ω) | La(H) | J(Kg-m ²) | F(nms) | K |
|----------------|-------|-----------------------|--------|------|
| 4,71 | 0,03 | 0,07 | 0,2 | 0,55 |

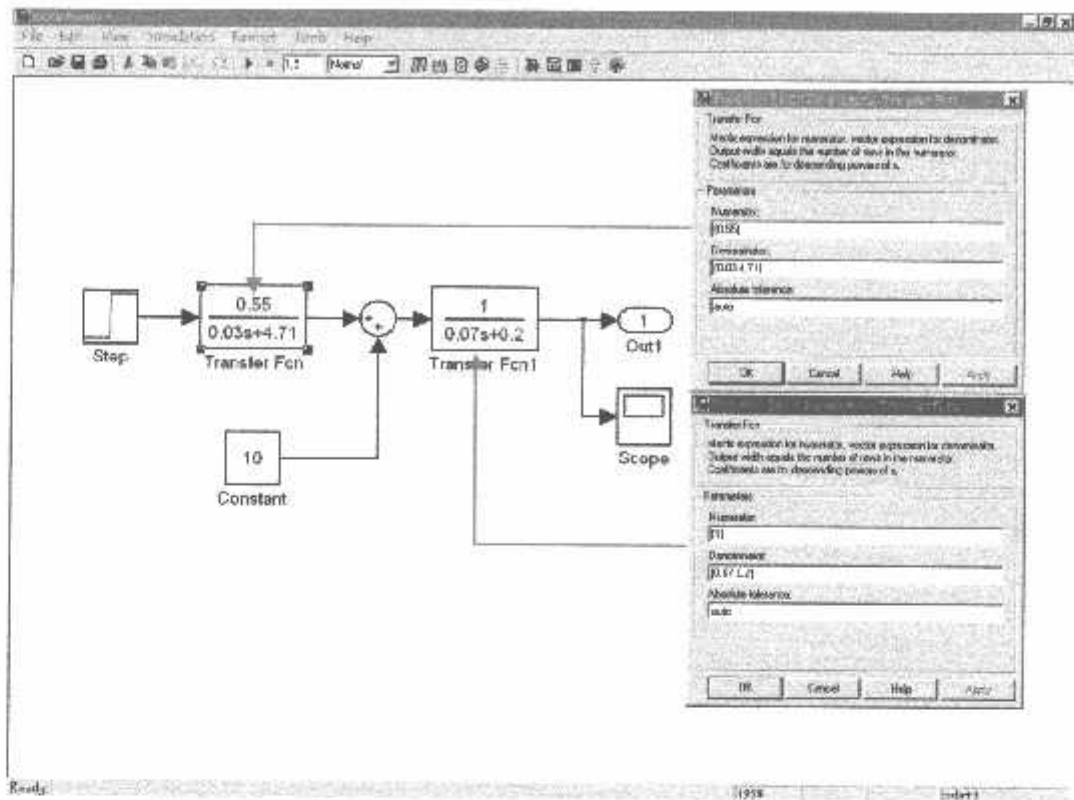
4.3. Simulasi Motor Dc

Model penyelesaian permasalahan modeling motor DC menggunakan algoritma genetik adalah dengan mengoptimasi perilaku motor DC dilihat dari tanggapan sistem motor DC terhadap input step. Sebelumnya sudah diketahui hubungan antara kecepatan tegangan input pada motor DC dapat didekati dengan persamaan:

$$\omega(s) = \frac{K_2}{(sJ + f)(sLf + Rf)} E(s)$$

Dalam bab ini akan dilakukan simulasi estimasi motor DC. Simulasi dilakukan dengan MatLab 7.04 . Sebelum simulasi terlebih dahulu dibuat model simulink dan rangkaian pengaturan motor DC nya.

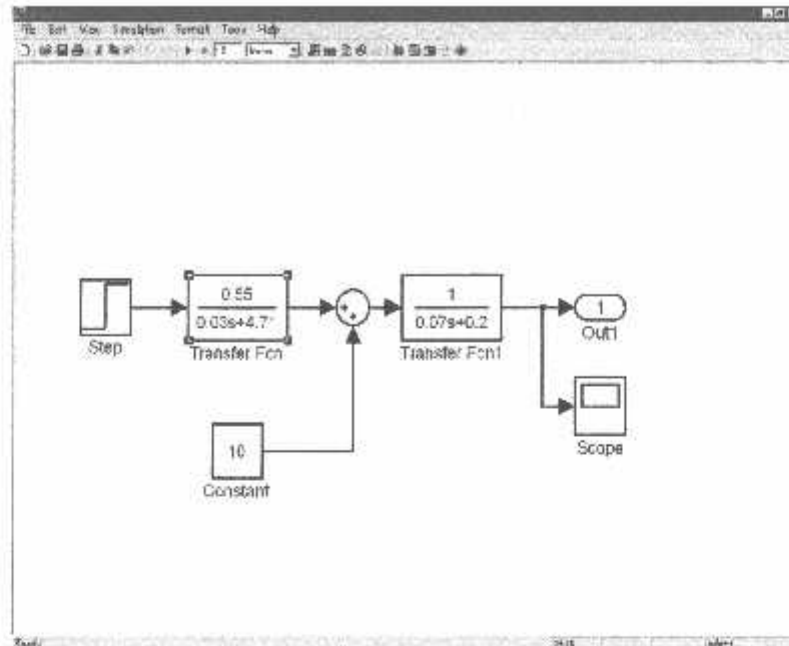
Pada pengujian ini motor yang digunakan yaitu, motor DC shunt, dengan teraan parameter-parameter sebagai berikut :



Gambar 4-1 .Teraan Model Motor Dc

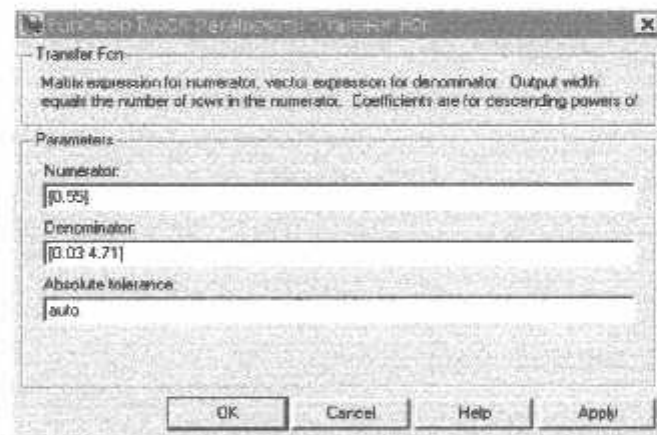
4.3.1 Pemodelan Sistem

Pada pemodelan system adalah untuk memudahkan dalam pengendalian motor. Bagaimana memodelkan system fisik ke dalam bentuk simulasi, dapat dilihat pada gambar berikut :



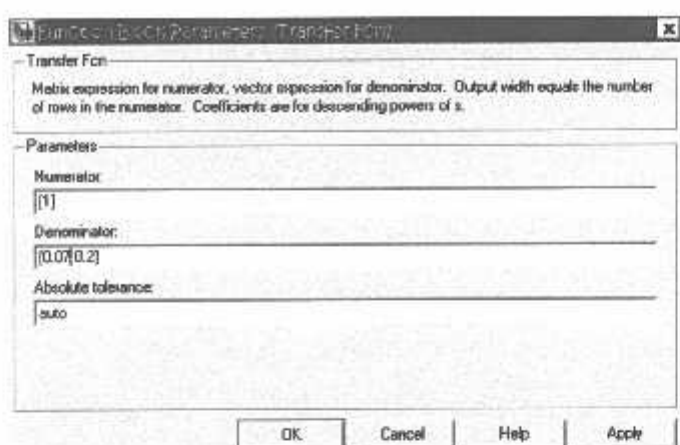
Gambar 4-2 Pemodelan Sistem Simulasi

Untuk mengisi parameter Transfer Fcn kita double klik pada Transfer Fcn, masing-masing untuk K, La dan Ra. Seperti gambar berikut.



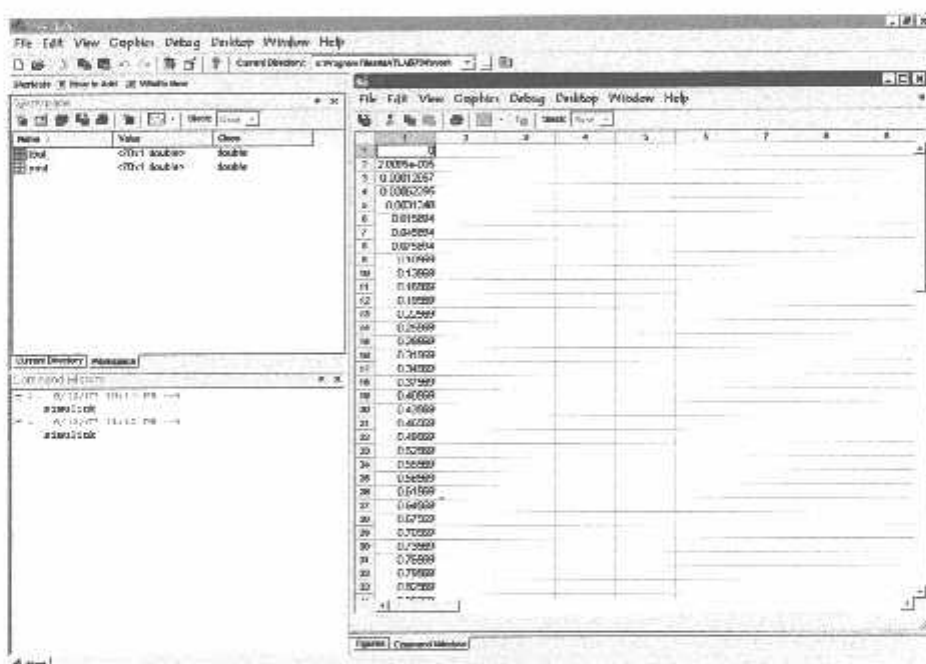
Gambar 4-3 Inputan Transfer Fcn

Lalu untuk memasukkan data parameter Transfer Fcn1, kita double klik pada transfer fcn1 masing-masing untuk J dan F. Seperti gambar berikut.

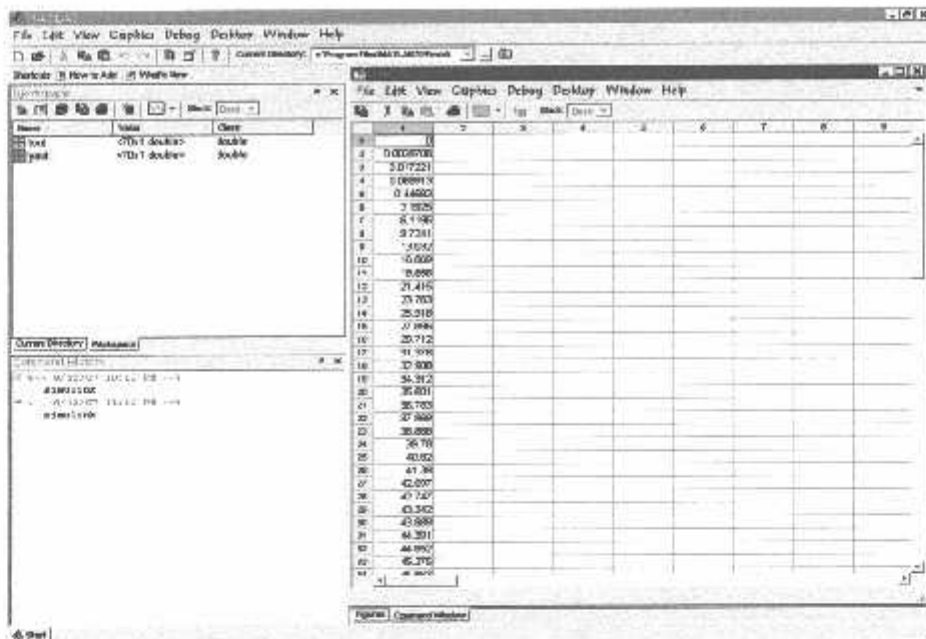


Gambar 4-4 Inputan Transfer Fcn1

Lalu di run sehingga menampilkan Tout (time) dan Yout (kecepatan angular) seperti berikut:

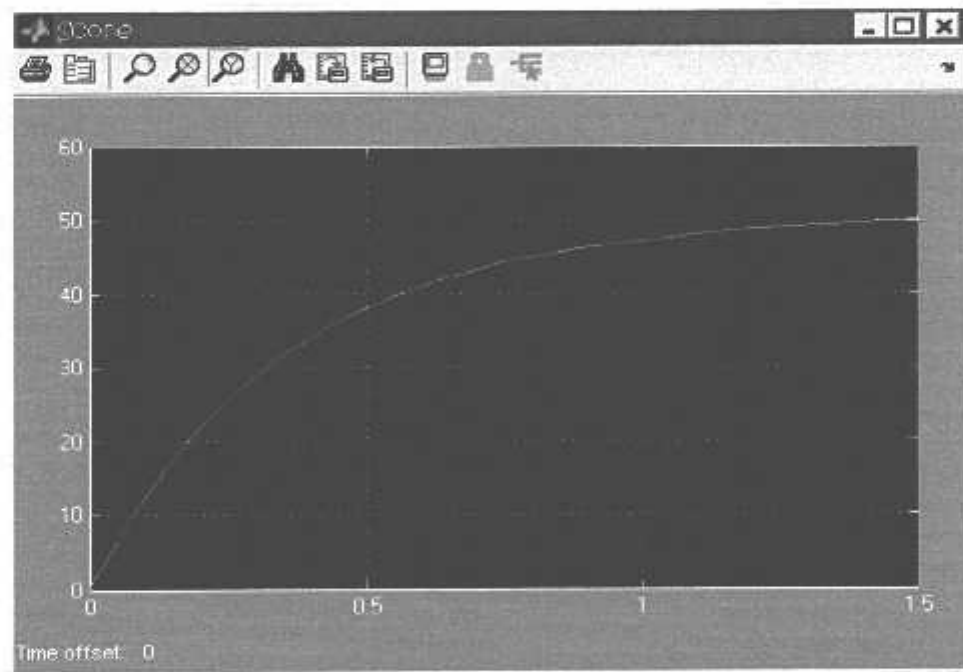


Gambar 4-5 Menampilkan Tout



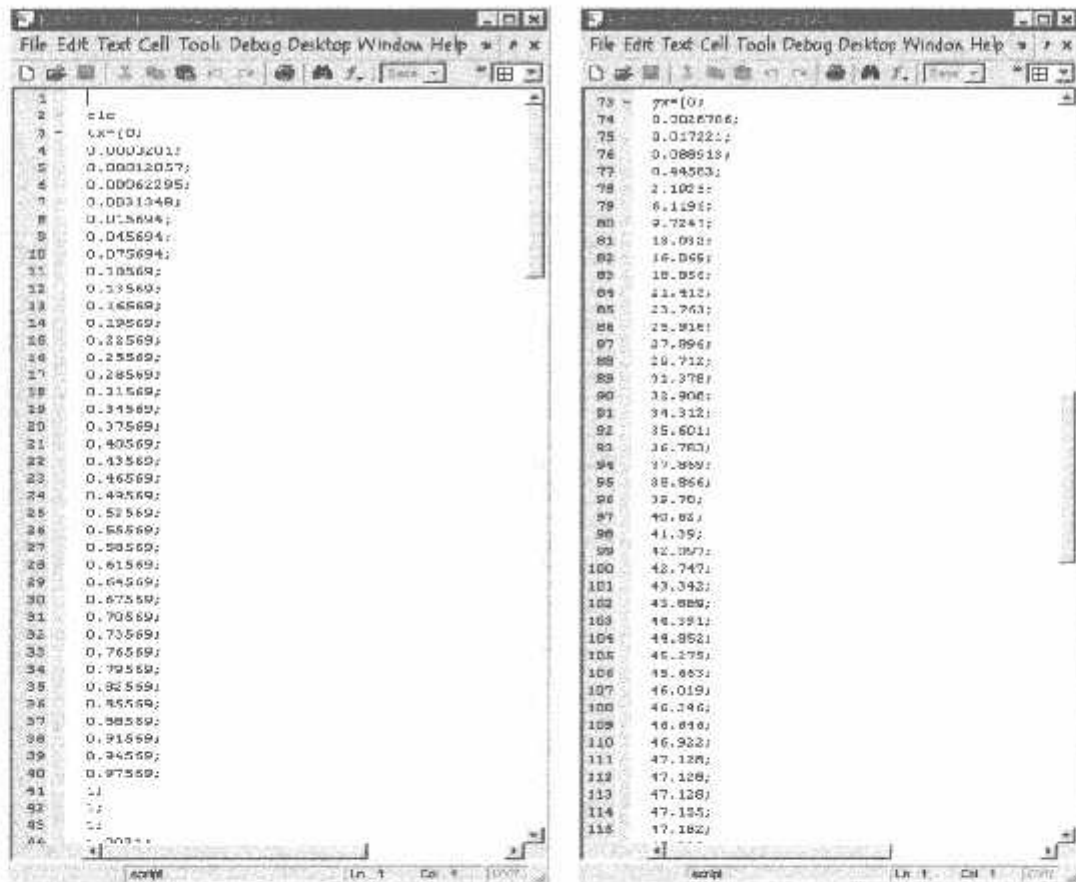
Gambar 4-6 Menampilkan Yout

Dan menghasilkan kurva hasil respon kecepatan angular yang dihasilkan seperti tampak pada grafik 4.1



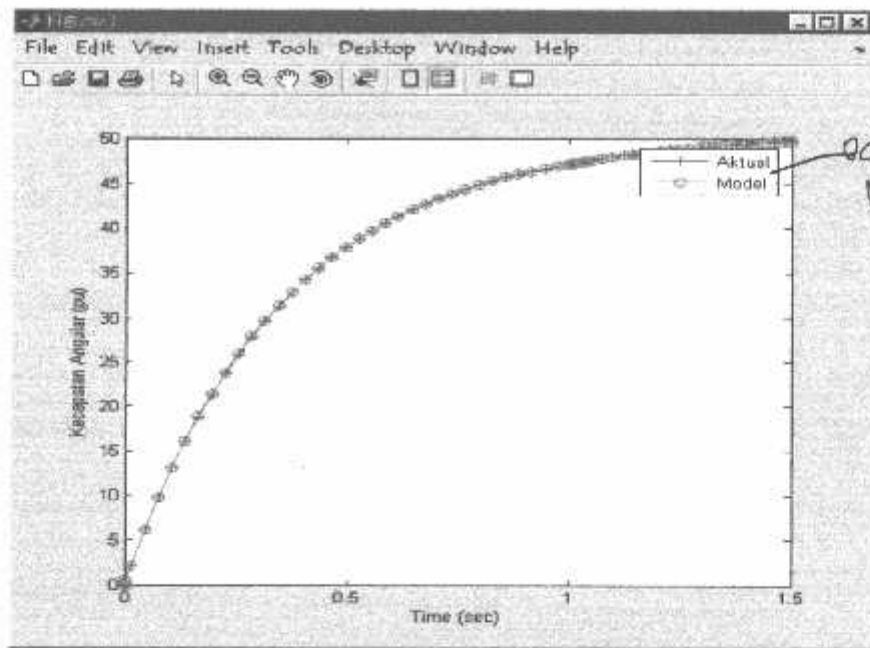
Grafik 4-1. Kurva Kecepatan Angular Motor Dc

Memasukkan Tout dan Yout ke Data TA seperti berikut:

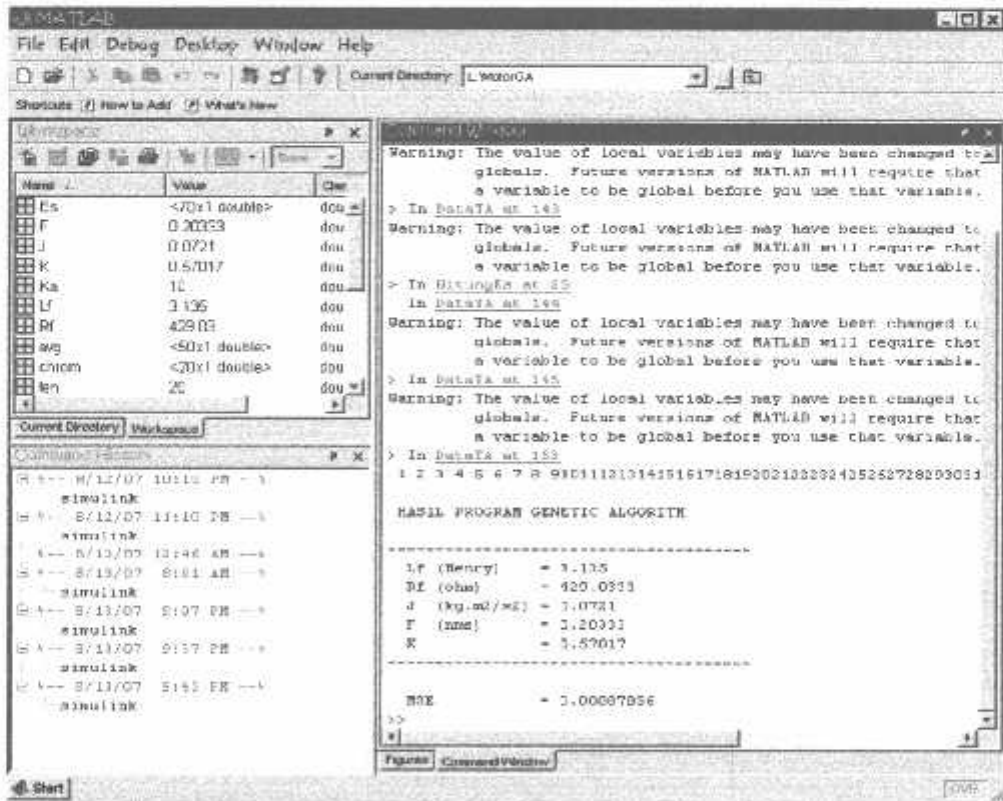


Gambar 4-7 Memasukkan Tout dan Yout pada M-Files

setelah parameter motor ditentukan maka akan dapat melakukan *running* rangkaian simulasi motor induksi, dan dapat melihat dari hasil simulasi pada *command windows* pada master Matlab



Grafik 4-2
Kurva Keluaran Kecepatan Angular Motor Dc Terhadap Waktu



Gambar 4-8 Tampilan Command Windows Skenario Pertama

*PC & Pm
 harus lebih
 bnyk. Variasi.
 * Lampiran
 validasi
 prog. awal
 bab 4.*

- Pada skenario pertama inputan GA yang digunakan adalah:

$P_c=0.85, P_m=0.003, \text{Popsize}=50, \text{Generasi}=50$

*→ harus lebih
 bnyk percobaan.*

Setelah dilakukan pengujian pertama didapatkan hasil akhir:

Tabel 4-2

Hasil Pengujian Simulasi Matlab Skenario pertama

| Lf(H) | Rf(Ω) | J(kg.m2/s2) | F(nms) | K | MSE |
|-------|----------------|-------------|---------|---------|------------|
| 3.135 | 429.0333 | 0.0721 | 0.20333 | 0.57017 | 0.00087856 |

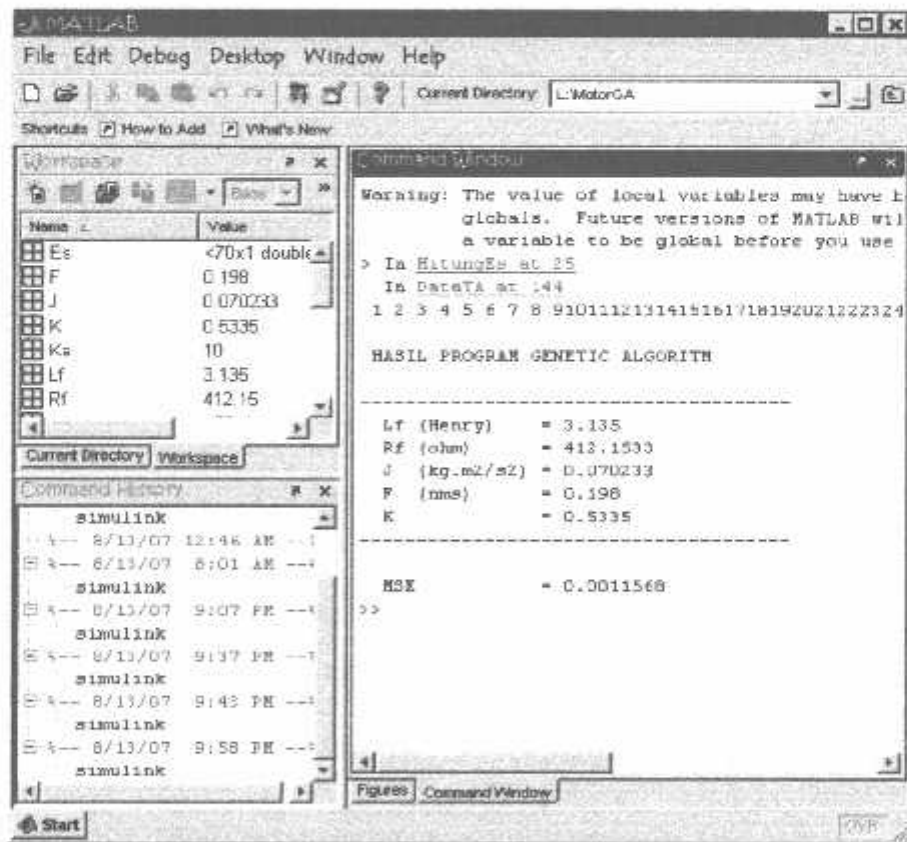
*→ Pc & Pm
 harus lebih bnyk
 variasi*

*→ mse di
 semua
 dirata !!*

- Pada skenario kedua inputan GA yang digunakan adalah:

$P_c=0.95, P_m=0.0001, \text{Popsize}=50, \text{Generasi}=50.$

Maka didapatkan hasil sebagai berikut:



Gambar 4-9 Tampilan Command Windows Skenario Kedua

Setelah dilakukan pengujian kedua didapatkan hasil akhir:

Tabel 4-3

Hasil Pengujian Simulasi Matlab Skenario kedua

| Lf(H) | Rf(Ω) | J(kg.m²/s²) | F(nms) | K | MSE |
|--------------|--------------------------------|------------------------------------------|---------------|---------------|------------------|
| 3.135 | 412.1533 | 0.070233 | 0.198 | 0.5335 | 0.0011568 |

4.4. Analisa Hasil Simulasi

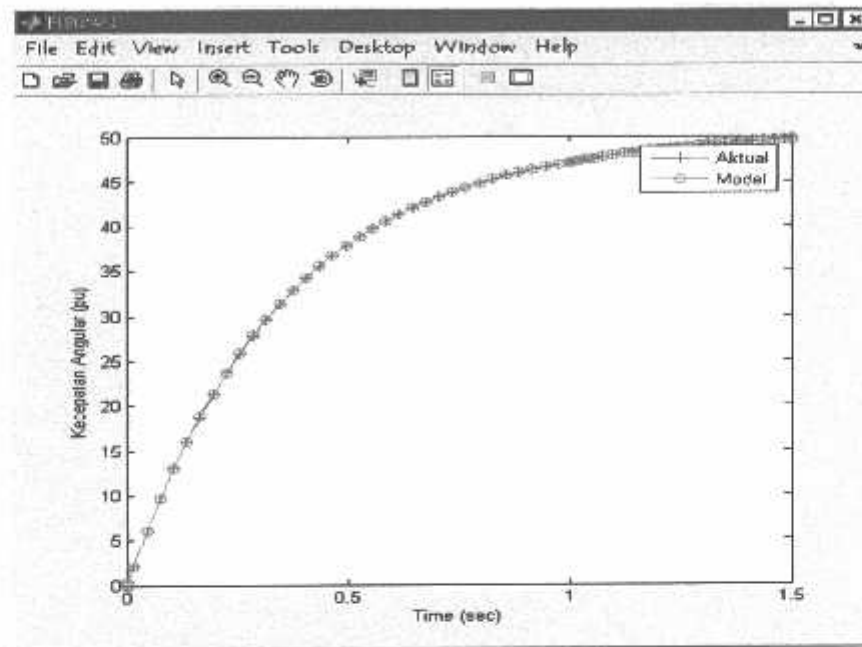
Tabel 4-4

Hasil Pengujian Simulasi Matlab Skenario Pertama Dan Kedua

| Skenario | Pc | Pm | Popsize | Generasi | P1 | P2 | P3 | P4 | P5 | MSE |
|-----------------|-----------|-----------|----------------|-----------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| 1. | 0,85 | 0,003 | 50 | 50 | 3.135 | 429.033 | 0.0721 | 0.20333 | 0.57017 | 0.000879 |
| 2. | 0,95 | 0,0001 | 50 | 50 | 3.135 | 412.153 | 0.07023 | 0.198 | 0.5335 | 0.001157 |

Pengujian pada skenario #1 menghasilkan individu terbaik dengan nilai MSE sebesar 0.000879 pada generasi ke 50. Parameter estimasi motor DC yang diperoleh adalah $P1=Lf=3.135H$, $P2=Rf=429.033 \Omega$, $P3=J=0.0721 \text{ kg.m}^2 / \text{s}^2$, $P4=F=0.2033 \text{ nms}$ dan $P5=K=0.57017$, perbedaan antara MSE individu generasi pertama dengan generasi kedua sangat besar kemudian hanya dengan 50 generasi berikutnya diperoleh MSE yang baik. Hal ini menunjukkan efektifitas algoritma genetik pada skenario #1 sangat tinggi. Simulasi keluaran

antara model referensi dengan model hasil GA diperlihatkan pada Grafik 4-3, model motor DC GA mampu mengadaptasi parameter model motor referensi sehingga hasilnya sangat mirip.



Grafik 4-3
Kurva Perbandingan Kecepatan Angular Skenario #1

4.4.1 Analisa Hasil Perbandingan Model Dan Aktual Pada Belitan Medan

Tabel 4-5

Hasil Perbandingan Pada Belitan Medan antara Model Dan Aktual
Pada Skenario Pertama

| MODEL | | | | | AKTUAL | | | | |
|-------|----------|--------|---------|---------|--------|-----|------|-----|------|
| Lf | Rf | J | F | K | Lf | Rf | J | F | K |
| 3.135 | 429.0333 | 0.0721 | 0.20333 | 0.57017 | 3,3 | 422 | 0,07 | 0,2 | 0,55 |

1. Output skenario pertama didapatkan masing-masing error sebesar:

$$\bullet \text{ Error Lf} = \frac{Lf_{\text{aktual}} - Lf_{\text{model}}}{Lf_{\text{aktual}}} \times 100\%$$

$$e \text{ Lf} = \frac{3,3 - 3,135}{3,3} \times 100\%$$

$$e \text{ Lf} = 0,31\%$$

$$\bullet \text{ Error Rf} = \frac{Rf_{\text{aktual}} - Rf_{\text{model}}}{Rf_{\text{aktual}}} \times 100\%$$

$$e \text{ Rf} = \frac{422 - 429,0333}{422} \times 100\%$$

$$e \text{ Rf} = 0,01\%$$

$$\bullet \text{ Error J} = \frac{J_{\text{aktual}} - J_{\text{model}}}{J_{\text{aktual}}} \times 100\%$$

$$e \text{ J} = \frac{0,07 - 0,0721}{0,07} \times 100\%$$

$$e \text{ J} = 0,03\%$$

$$\bullet \text{ Error F} = \frac{F_{\text{aktual}} - F_{\text{model}}}{F_{\text{aktual}}} \times 100\%$$

$$e \text{ F} = \frac{0,2 - 0,2033}{0,2} \times 100\%$$

$$e \text{ F} = 0,01\%$$

$$\bullet \text{ Error K} = \frac{K_{\text{aktual}} - K_{\text{model}}}{K_{\text{aktual}}} \times 100\%$$

$$e \text{ K} = \frac{0,55 - 0,5017}{0,55} \times 100\%$$

$$e \text{ K} = 0,03\%$$

$$\bullet \text{ Error Rata-rata} = \frac{\sum E}{5} = \frac{0,31 + 0,01 + 0,03 + 0,01 + 0,03}{5} = 0,078\%$$

Tabel 4-6

**Hasil Perbandingan Pada Belitan Medan Antara Model Dan Aktual
Pada Skenario Kedua**

| MODEL | | | | | AKTUAL | | | | |
|-------|----------|----------|-------|--------|--------|-----|------|-----|------|
| Lf | Rf | J | F | K | Lf | Rf | J | F | K |
| 3.135 | 412.1533 | 0.070233 | 0.198 | 0.5335 | 3,3 | 422 | 0,07 | 0,2 | 0,55 |

2. Pada output skenario kedua didapatkan masing-masing error sebesar:

- Error Lf = $\frac{Lf_{aktual} - Lf_{model}}{Lf_{aktual}} \times 100\%$

$$e Lf = \frac{3,3 - 3,135}{3,3} \times 100\%$$

$$e Lf = 0,31\%$$

- Error Rf = $\frac{Rf_{aktual} - Rf_{model}}{Rf_{aktual}} \times 100\%$

$$e Rf = \frac{422 - 412,1533}{422} \times 100\%$$

$$e Rf = 0,02\%$$

- Error J = $\frac{J_{aktual} - J_{model}}{J_{aktual}} \times 100\%$

$$e J = \frac{0,07 - 0,070233}{0,07} \times 100\%$$

$$e J = 0,003\%$$

- Error F = $\frac{F_{aktual} - F_{model}}{F_{aktual}} \times 100\%$

$$e F = \frac{0,2 - 0,198}{0,2} \times 100\%$$

$$e F = 0,01\%$$

- Error K = $\frac{K_{aktual} - K_{model}}{K_{aktual}} \times 100\%$

$$e K = \frac{0,55 - 0,5335}{0,55} \times 100\%$$

$$e K = 0,03\%$$

- Error Rata-rata = $\frac{\sum E}{5} = \frac{0,31 + 0,02 + 0,003 + 0,01 + 0,03}{5} = 0,0746\%$

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari analisis kerja dan hasil pengujian motor dc shunt DE LORENZO DL 1023 P dengan program Simulink Matlab ini dapat diambil kesimpulan, Setelah melakukan serangkaian percobaan yang disesuaikan dengan skenario skenario yang telah ditetapkan, maka penyelesaian solusi optimal parameter motor DC Shunt dengan menggunakan metode GA sudah berjalan sesuai dengan perencanaan program Matlab dengan solusi terbaik diperoleh pada skenario pengujian #1. Dengan Pc 0.85, Pm 0.003, Popsiz 50, Generasi 50 menghasilkan parameter adaptif pada belitan medan motor dc berupa $L_f=3.135$ H, $R_f=429.033 \Omega$, $J=0.0721 \text{ kg.m}^2 / \text{s}^2$, $F=0.2033$ nms dan $K=0.57017$ dengan nilai error rata-rata sebesar 0.078 %.

5.2 Saran

Setelah melakukan penyusunan skripsi ini kami mempunyai beberapa masukan untuk dikembangkan yaitu untuk lebih mempermudah analisa dapat digunakan MATLAB dengan versi terbaru.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ogata, Katsuhiko, "*Teknik Kontrol Automatik Jilid 1*", University Of Minnesota, Edisi kedua, Penerbit Erlangga, Jakarta, 1997.
 - [2] A. E. Fitzgerald; Charles Kingsley, Jr.; Stephen D Umans, 1992, *Mesin-Mesin Listrik*, Erlangga, Jakarta
 - [3] [http:// www.NEETS.com](http://www.NEETS.com)
 - [4] [http:// www.HyperPhysics.com](http://www.HyperPhysics.com)
 - [5] Setiawan, Kuswara, "*Paradigma Sistem Cerdas (Artificial Intelligence)*", Bayumedia Publishing
 - [6] Kusumadewi Sri, 2003, Artificial intelligence, Graha Ilmu, Yogyakarta.
 - [7] Sukmadi Tedjo, "Perkiraan parameter adaptif motor dc dengan metode algoritma genetik" jurusan teknik elektro, universitas diponogoro.
 - [8] Zuhail, 2000, *Dasar Teknik Tenaga Listrik dan Elektronika Daya*, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
-

LAMPIRAN

- ✚ **Berita Acara Ujian Skripsi**
 - ✚ **Lembar Bimbingan Skripsi**
 - ✚ **Form. S-2**
 - ✚ **Form. S-3a**
 - ✚ **Form. S-3b**
 - ✚ **Form. S-4a**
 - ✚ **Form. S-4b**
 - ✚ **Listing Program**
-



BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

Nama : FANDI JULIANDRI BIJAKSANA
Nim : 01.12.014
Jurusan : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : Teknik Energi Listrik
Judul Skripsi : ESTIMASI PARAMETER ADAPTIF MOTOR DC
DENGAN METODE ALGORITMA GENETIK
MENGUNAKAN PERANGKAT LUNAK MATLAB

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

Hari : Senin
Tanggal : 03 September 2007
Dengan Nilai : 79,45 (B+) *84*



Panitia Ujian Skripsi

Ir. Mochtar Asroni, MSME
Ketua

Ir. F. Yudi Limpraptono, MT
Sekertaris

Anggota Penguji

Ir. Yusuf Ismail Nakhoda, MT
Penguji I

Ir. Djojo Priatmono, MT
Penguji II



**LEMBAR PENGAJUAN JUDUL SKRIPSI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1**

Konsentrasi : Teknik Energi Listrik/Teknik Elektronika *)

| | | |
|--------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Nama Mahasiswa : FANDI JB | Nim : 0112019 |
| 2 | Waktu pengajuan | Tanggal : Bulan : APRIL Tahun : 2007 |
| 3 | Spesifikasi judul (berilah tanda silang) | |
| | a. Sistem Tenaga Elektrik <input checked="" type="checkbox"/> b. Energi & Konversi Energi c. Tegangan Tinggi & Pengukuran d. Sistem Kendali Industri | e. Elektronika & Komponen f. Elektronika Digital & Komputer g. Elektronika Komunikasi h. lainnya |
| 4 | Konsultasikan judul sesuai materi bidang ilmu kepada Dosen *) : <i>Ir. M. Abd. Hamid, MT. Juf</i> | Mengetahui, Ketua Jurusan. <i>Ir. F. Yudi Limpraptono, MT</i> Nip. Y. 1030500274 |
| 5 | Judul yang diajukan mahasiswa : | ESTIMASI PARAMETER ADAPTIF MOTOR DC DENGAN METODE ALGORITMA GENETIK MENGGUNAKAN PERANGKAT LUNAK MATLAB |
| 6 | Perubahan Judul yang disetujui Dosen sesuai materi bidang ilmu | |
| Catatan : | | |
| 7 | Persetujuan Judul Skripsi yang dikonsultasikan kepada Dosen materi bidang ilmu | Disetujui. 5-4-2007. Dosen <i>[Signature]</i> |

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

Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2

MALANG

Lampiran : 1 (satu) berkas

Pembimbing Skripsi

Kepada : Yth. Bapak **Ir. M.Abd.Hamid, MT.**

Dosen Institut Teknologi Nasional

MALANG

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Fandi Juliandri Bijaksana

Nim : 01.12.014

Jurusan : Teknik Elektro S-1

Konsentrasi : Teknik Energi Listrik

Dengan ini mengajukan permohonan, kiranya Bapak bersedia menjadi Dosen Pembimbing Utama / Pendamping dari 1 atau 2 dosen pembimbing *) , untuk penyusunan Skripsi dengan judul (proposals terlampir) :

ESTIMASI PARAMETER ADAPTIF MOTOR DC DENGAN METODE ALGORITMA GENETIK MENGGUNAKAN PERANGKAT LUNAK MATLAB

Adapun tugas tersebut sebagai salah satu syarat untuk menempuh Ujian Akhir Sarjana Teknik.

Demikian permohonan kami dan atas kesediaan Bapak kami ucapkan terima kasih.

Malang, April 2007

**Ketua
Jurusan Teknik Elektro S-1**

Ir. F. Yudi Limpraptono, MT
Nip. 103 950 0274

Hormat kami,

Fandi Juliandri Bijaksana

*) coret yang tidak perlu

Form S-3a



PERNYATAAN KESEDIAAN DALAM PEMBIMBINGAN SKRIPSI

Sesuai permohonan dari mahasiswa :

Nama : Fandi Juliandri Bijaksana
Nim : 01.12.014
Semester : X II(Dua belas)
Jurusan : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : Teknik Energi Listrik

Dengan ini Menyatakan bersedia Membimbing Skripsi dari mahasiswa tersebut,
dengan judul :

**ESTIMASI PARAMETER ADAPTIF MOTOR DC DENGAN METODE
ALGORITMA GENETIK MENGGUNAKAN PERANGKAT LUNAK MATLAB**

Demikian surat pernyataan ini kami buat agar dipergunakan seperlunya.

Malang, April 2007

**Kami yang Membuat
pernyataan**

Ir. M. Abd. Hamid, MT
Nip. Y. 101 880 0188

Catatan :
Setelah disetujui agar formulir ini
Diserahkan mahasiswa yang
bersangkutan
Kepada jurusan untuk diproses lebih
lanjut

Form S-3b



Lampiran : 1 (satu) berkas

Pembimbing Skripsi

Kepada : Yth. Bapak **Ir. Eko Nurcahyo**
Dosen Institut Teknologi Nasional
MALANG

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Fandi Juliandri Bijaksana

Nim : 01.12.014

Jurusan : Teknik Elektro S-1

Konsentrasi : Teknik Energi Listrik

Dengan ini mengajukan permohonan, kiranya Bapak bersedia menjadi Dosen Pembimbing Utama / Pendamping dari 1 atau 2 dosen pembimbing (*), untuk penyusunan Skripsi dengan judul (proposals terlampir) :

**ESTIMASI PARAMETER ADAPTIF MOTOR DC DENGAN
METODE ALGORITMA GENETIK MENGGUNAKAN
PERANGKAT LUNAK MATLAB**

Adapun tugas tersebut sebagai salah satu syarat untuk menempuh Ujian Akhir Sarjana Teknik.

Demikian permohonan kami dan atas kesediaan Bapak kami ucapkan terima kasih.

Malang, April 2007

**Ketua
Jurusan Teknik Elektro S-1**

Ir. F. Yudi Limpraptono, MT
Nip. 103 950 0274

Hormat kami,

Fandi Juliandri Bijaksana

*) coret yang tidak perlu



PERNYATAAN KESEDIAAN DALAM PEMBIMBINGAN SKRIPSI

Sesuai permohonan dari mahasiswa :

Nama : Fandi Juliandri Bijaksana
Nim : 01.12.014
Semester : XII (Dua belas)
Jurusan : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : Teknik Energi Listrik

Dengan ini Menyatakan bersedia Membimbing Skripsi dari mahasiswa tersebut,
dengan judul :

**ESTIMASI PARAMETER ADAPTIF MOTOR DC DENGAN METODE
ALGORITMA GENETIK MENGGUNAKAN PERANGKAT LUNAK MATLAB**

Demikian surat pernyataan ini kami buat agar dipergunakan seperlunya.

Malang, April 2007

**Kami yang Membuat
pernyataan**

**Ir. Eko Nurcahyo
Nip. Y.102 870 0172**

Catatan :
Setelah disetujui agar formulir ini
Diserahkan mahasiswa yang
bersangkutan
Kepada jurusan untuk diproses lebih
lanjut

Form S-3b



FORMULIR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : FANDI JULIANDRI BIJAKSANA
Nim : 01.12.014
Masa Bimbingan : 25 Mei 2007 s/d 25 November 2007
Judul Skripsi : ESTIMASI PARAMETER ADAPTIF MOTOR DC MENGGUNAKAN METODE ALGORITMA GENETIK MENGGUNAKAN PERANGKAT LUNAK MATLAB

| No. | Tanggal | Uraian | Paraf Pembimbing |
|-----|---------|---------------------------------------------------------|------------------|
| 1. | 15/8'07 | Batasan masalah diperbaiki sesuai yg dibahas. | NF |
| 2. | 15/8'07 | Pd. Bab III tambah dan onflowchart | NF |
| 3. | 15/8'07 | Masukkan perancangan simulink | NF |
| 4. | 15/8'07 | Kesimpulan diperjelas. | NF |
| 5. | 16/8'07 | Kesimpulan diperbaiki | NF |
| 6. | 16/8'07 | Perancangan simulink dari persamaan umum, misal Bab III | NF |
| 7. | 18/8'07 | Ace makalah | NF |
| 8. | | | |
| 9. | | | |
| 10. | | | |

Malang,
Dosen Pembimbing I,

Ir. Abdul Hamid, MT
Nip. Y. 101 880 0188

Form.S-4b



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK**

PT. BNI (PERSERO) MALANG
 BANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
 Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

Malang, 28 Mei 2007

Nomor : ITN-292/LTA/2/2007
 Lampiran : -
 Perihal : **BIMBINGAN SKRIPSI**
 Kepada : **Yth. Sdr. Ir. EKO NURCAHYO**

Dosen Pembimbing
 Jurusan Teknik Elektro S-1
 di
 Malang

Dengan Hormat,
 Sesuai dengan permohonan dan persetujuan dalam proposal Skripsi untuk Mahasiswa:

Nama : FANDI JULIANDRI B
 Nim : 0112014
 Fakultas : Teknologi Industri
 Jurusan : Teknik Elektro S-1
 Kosentrasi : Teknik Energi Listrik S-1

Maka dengan ini pembimbingan tersebut kami serahkan sepenuhnya kepada Saudara/I selama masa waktu 6 (enam) bulan, terhitung mulai tanggal:

25 Mei 2007 s/d 25 November 2007

Sebagai satu syarat untuk menempuh ~~Diploma~~ Sarjana Teknik, Jurusan Teknik Elektro-S1 Demikian atas perhatian serta kerjasamanya yang baik kami sampaikan terima kasih.



Ketua Jurusan
 Teknik Elektro S-1

[Signature]
 Ir. F. Yudi Limpraptono, MT
 NIP. Y. 1039500274

Tembusan Kepada Yth:

1. Mahasiswa Yang Bersangkutan
2. Arsip

Form S-4a




FORMULIR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : FANDI JULIANDRI BIJAKSANA
Nim : 01.12.014
Masa Bimbingan : 25 Mei 2007 s/d 25 November 2007
Judul Skripsi : ESTIMASI PARAMETER ADAPTIF MOTOR DC MENGGUNAKAN METODE ALGORITMA GENETIK MENGGUNAKAN PERANGKAT LUNAK MATLAB

| No. | Tanggal | Uraian | Paraf Pembimbing |
|-----|----------|-------------------------------------------------|------------------|
| 1. | 15/8 '07 | Konsultasi Bab I dan Bab II | I |
| 2. | 15/8 '07 | ACC Bab I, Bab II dan konsultasi Bab III | I |
| 3. | 15/8 '07 | ACC Bab III dan konsultasi Bab IV | I |
| 4. | 15/8 '07 | Revisi Bab III dan konsultasi Bab V | I |
| 5. | 16/8 '07 | ACC Bab IV dan Bab V | I |
| 6. | 16/8 '07 | Memeriksa kembali kemampuan dan batasan masalah | I |
| 7. | 18/8 '07 | Konsultasi makalah seminar hasil | I |
| 8. | 27/8 '07 | ACC maju seminar Hasil | I |
| 9. | 31/8 '07 | Perbaikan dan revisi laporan skripsi | I |
| 10. | 1/9 '07 | ACC maju ujian komprehensif | I |

Malang,
Dosen Pembimbing II,


Ir. Eko Nurcahyo
Nip. Y. 102 870 0172

Form.S-4b

```
clc
tx=[0;
0.0000201;
0.00012057;
0.00062295;
0.0031348;
0.015694;
0.045694;
0.075694;
0.10569;
0.13569;
0.16569;
0.19569;
0.22569;
0.25569;
0.28569;
0.31569;
0.34569;
0.37569;
0.40569;
0.43569;
0.46569;
0.49569;
0.52569;
0.55569;
0.58569;
0.61569;
0.64569;
0.67569;
0.70569;
0.73569;
0.76569;
0.79569;
0.82569;
0.85569;
0.88569;
0.91569;
0.94569;
0.97569;
1;
1;
1;
1.0031;
1.0061;
1.0113;
1.0171;
```

1.0241;
1.0324;
1.0427;
1.0558;
1.0732;
1.097;
1.1249;
1.1418;
1.1587;
1.1813;
1.2086;
1.2264;
1.2443;
1.2669;
1.2932;
1.3113;
1.3294;
1.3518;
1.3776;
1.396;
1.4144;
1.4367;
1.462;
1.485;
1.5];
yx=[0;
0.0028706;
0.017221;
0.088913;
0.44583;
2.1925;
6.1196;
9.7241;
13.032;
16.069;
18.856;
21.415;
23.763;
25.918;
27.896;
29.712;
31.378;
32.908;
34.312;
35.601;
36.783;

37.869;
38.866;
39.78;
40.62;
41.39;
42.097;
42.747;
43.342;
43.889;
44.391;
44.852;
45.275;
45.663;
46.019;
46.346;
46.646;
46.922;
47.128;
47.128;
47.128;
47.155;
47.182;
47.229;
47.284;
47.348;
47.424;
47.516;
47.628;
47.772;
47.956;
48.158;
48.272;
48.381;
48.519;
48.674;
48.769;
48.859;
48.967;
49.084;
49.16;
49.231;
49.315;
49.405;
49.466;
49.523;
49.589;

```

49.658;
49.717;
49.753];
global tx yx;
[Es]=HitungEs(tx,yx);
global Es;
maxgen=50;
popsize=50;
pcross=0.1;
pmutasi=0.001;
pflip=0.5;
len=20;
Ka=10;
global Ka;
maxgen=50;
popsize=50;
pcross=0.85;
pmutasi=0.003;
pflip=0.5;
len=20;
Ka=10;
global Ka;
[chrom,min,avg,max]=Genetic(maxgen,popsize,len,pcross,pmutasi,pflip);
disp(' ');
[Lf,Rf,J,F,K,ys,mse]=HitungFitnessAkhir(chrom);
disp(' ');
disp(' HASIL PROGRAM GENETIC ALGORITM');
disp(' ');
disp('-----');
disp([' Lf (Henry)   = ' num2str(Lf) ]);
disp([' Rf (ohm)    = ' num2str(Rf) ]);
disp([' J (kg.m2/s2) = ' num2str(J) ]);
disp([' F (nms)     = ' num2str(F) ]);
disp([' K          = ' num2str(K) ]);
disp('-----');
disp(' ');
disp([' MSE       = ' num2str(mse) ]);
figure(1);
plot(tx,yx,'b-+',tx,ys,'r-o');
xlabel('Time (sec)');
ylabel('Kecepatan Angular (pu)');
legend('Aktual','Model');
%=====

```

```
function [val]=DecodeBin1ToReal(chrom1,min,max)
nparam=length(chrom1);
sum=0;
powerof2=1;
sa=2^nparam-1;
for i=nparam:-1:1
    if chrom1(i)==1
        sum=sum+powerof2;
    end
    powerof2=powerof2*2;
end
sum=sum/sa;
val=min+sum*(max-min);
```

```

function [chrom,min,avg,max]=Genetic(maxgen,popsize,len,pcross,pmutasi,pflip)
min=zeros(maxgen,1);
avg=zeros(maxgen,1);
max=zeros(maxgen,1);
parent=Initparent(popsize,len,pflip);
[sumFitness,Min,Avg,Max]=Statistik(popsize,parent);
BestIndi=FindBestparent(popsize,len,parent);
for i=1:maxgen
    [child]=Generasi(popsize,len,pcross,pmutasi,parent,sumFitness);
    [parent]=Replikasi(popsize,len,parent,child);
    [sumFitness,Min,Avg,Max]=Statistik(popsize,parent);
    tmpIndi=FindBestparent(popsize,len,parent);
    if BestIndi.fitness<tmpIndi.fitness
        BestIndi=GetIndividu(len,tmpIndi);
    end
    min(i)=Min;
    avg(i)=Avg;
    max(i)=Max;
    fprintf('%2.0f,i);
end
chrom=zeros(len,1);
for i=1:len
    chrom(i)=BestIndi.chrom(i);
end

function [chrom]=CreateRandomChrom(len,pflip)
for i=1:len
    rnd=0+rand*(1-0);
    if rnd<=pflip
        chrom(i)=1;
    else
        chrom(i)=0;
    end
end

function [rnd]=GetRandomInt(min,max)
ran=min+rand*(max-min);
rnd=round(ran);

function [Indi]=GetIndividu(len,rIndi)
for i=1:len
    Indi.chrom(i)=rIndi.chrom(i);
end
Indi.fitness=rIndi.fitness;

function [parent]=Initparent(popsize,len,pflip)

```

```

for i=1:popsiz
    parent(i).chrom=CreateRandomChrom(len,pflip);
    parent(i).fitness=HitungFitness(parent(i).chrom);
end

function [sumFitness,min,avg,max]=Statistik(popsiz,indi)
min=indi(1).fitness;
max=indi(1).fitness;
sumFitness=indi(1).fitness;
for i=2:popsiz
    sumFitness=sumFitness+indi(i).fitness;
    if min>indi(i).fitness
        min=indi(i).fitness;
    end
    if max<indi(i).fitness
        max=indi(i).fitness;
    end
end
avg=sumFitness/popsiz;

function [BestIndi]=FindBestparent(popsiz,len,parent)
max=parent(1).fitness;
nom=1;
for i=2:popsiz
    if max<parent(i).fitness
        max=parent(i).fitness;
        nom=i;
    end
end
sa=round(nom);
BestIndi=GetIndividu(len,parent(sa));

function [mate]=Seleksi(popsiz,parent,sumFitness)
partsum=0;
mate=0;
rnd=rand*sumFitness;
for i=1:popsiz
    partsum=partsum+parent(i).fitness;
    if partsum>rnd
        mate=i;
        break;
    end
end
if mate==0
    mate=popsiz;
end

```

```

function [allele]=Mutasi(pmutasi,rAllele)
rnd=rand;
if rnd<pmutasi
    if rAllele==1
        allele=0;
    elseif rAllele==0
        allele=1;
    end
else
    allele=rAllele;
end

```

```

function [chrom1,chrom2]=Crossover(len,pcross,pmutasi,chromP1,chromP2)
rnd=rand;
if rnd<pcross
    point=GetRandomInt(1,(len-1));
    for i=1:point
        chrom1(i)=Mutasi(pmutasi,chromP1(i));
        chrom2(i)=Mutasi(pmutasi,chromP2(i));
    end
    for i=(point+1):len
        chrom1(i)=Mutasi(pmutasi,chromP2(i));
        chrom2(i)=Mutasi(pmutasi,chromP1(i));
    end
else
    for i=1:len
        chrom1(i)=Mutasi(pmutasi,chromP1(i));
        chrom2(i)=Mutasi(pmutasi,chromP2(i));
    end
end

```

```

function [parent]=Replikasi(popsize,len,parent,child)
for i=1:popsize
    sa=i;
    while sa==i
        sa=GetRandomInt(1,popsize);
    end
    if child(i).fitness>parent(sa).fitness
        tmp(i)=GetIndividu(len,child(i));
    else
        tmp(i)=GetIndividu(len,parent(sa));
    end
end
for i=1:popsize
    parent(i)=GetIndividu(len,tmp(i));
end

```

end

```
function [child]=Generasi(popsize,len,pcross,pmutasi,parent,sumFitness)
```

```
i=1;
```

```
while (i<popsize)
```

```
    mate1=Seleksi(popsize,parent,sumFitness);
```

```
    mate2=Seleksi(popsize,parent,sumFitness);
```

```
    [child(i).chrom,child(i+1).chrom]=Crossover(len,pcross,pmutasi,...  
                                                parent(mate1).chrom,parent(mate2).chrom);
```

```
    child(i).fitness=HitungFitness(child(i).chrom);
```

```
    child(i+1).fitness=HitungFitness(child(i+1).chrom);
```

```
    i=i+2;
```

```
end
```

```

function [Es]=hitungEs(tx,yx)
Ndata=length(tx);
Ndata=length(tx);
Lf=3.3;
Rf=422;
J=0.07;
F=0.2;
K=0.55;
Es=zeros(Ndata,1);
for i=1:Ndata
    ab=K/((tx(i)*J+F)*(tx(i)*Lf+Rf));
    Es(i)=yx(i)/ab;
end
dF=0.05;
batasChrom(1).min=Lf-Lf*dF;
batasChrom(1).max=Lf+Lf*dF;
batasChrom(2).min=Rf-Rf*dF;
batasChrom(2).max=Rf+Rf*dF;
batasChrom(3).min=J-J*dF;
batasChrom(3).max=J+J*dF;
batasChrom(4).min=F-F*dF;
batasChrom(4).max=F+F*dF;
batasChrom(5).min=K-K*dF;
batasChrom(5).max=K+K*dF;
global batasChrom;

```

```

function [fit]=HitungFitness(chrom)
global len;
global batasChrom;
global tx yx;
global Es;
sa=0;
for i=1:5
    for j=1:4
        sa=sa+1;
        chrom1(j)=chrom(sa);
    end
    value(i)=DecodeBin1ToReal(chrom1,batasChrom(i).min,batasChrom(i).max);
end
Lf=value(1);
Rf=value(2);
J=value(3);
F=value(4);
K=value(5);
Ndata=length(tx);
ys=zeros(Ndata,1);
for i=1:Ndata
    ys(i)=K/((tx(i)*J+F)*(tx(i)*Lf+Rf))*Es(i);
end
sum=0;
for i=1:Ndata
    sum=sum+((yx(i)-ys(i))^2);
end
global Ka;
fit=Ka/(sum/Ndata);

```

```

function [Lf,Rf,J,F,K,ys,fit]=HitungFitnessAkhir(chrom)
global len;
global batasChrom;
global tx yx;
global Es;
sa=0;
for i=1:5
    for j=1:4
        sa=sa+1;
        chrom1(j)=chrom(sa);
    end
    value(i)=DecodeBin1ToReal(chrom1,batasChrom(i).min,batasChrom(i).max);
end
Lf=value(1);
Rf=value(2);
J=value(3);
F=value(4);
K=value(5);
Ndata=length(tx);
ys=zeros(Ndata,1);
for i=1:Ndata
    ys(i)=K/((tx(i)*J+F)*(tx(i)*Lf+Rf))*Es(i);
end
sum=0;
for i=1:Ndata
    sum=sum+((yx(i)-ys(i))^2);
end
global Ka;
fit=sum/Ndata;

```