

## PENGGUNAAN GENETIC ALGORITHM UNTUK OPTIMASI PENENTUAN PARAMETER MOTOR INDUKSI DENGAN INVERTER TIGA PHASA

**Birowo \*1, Herri Trisna Frianto. \*2 Agus Priyono \*3 Agus Sofwan \*3**

STMIK Triguna Dharma Medan

Jl. A.H. Nasution No. 73 F- Medan

Email : birowonanang@yahoo.co.id,

### Abstrak

Paper ini menguraikan parameter motor induksi tiga-fasa yang akan dipakai melakukan prediksi kinerja motor induksi tersebut, ditentukan berdasarkan data yang tersedia dari pabrik dan dipasaran. Motor induksi tiga fasa tersebut mempunyai arus maksimum, arus starting, arus beban penuh dan factor kerja untuk beban penuh. Bila pengaturan gerakan tidak linier untuk mendapatkan kinerja yang optimum dari motor tersebut, maka parameter-parameter dari motor induksi tiga fasa perlu dikaji lagi dengan menggunakan Genetic Algorithm. Hukum pengaturan Algoritma Genetika dijabarkan dengan hukum liapunov pada pemodelan linier untuk gerakan crane. Referensi model dipilih untuk model linier yang stabil. Maka Simulasi dibentuk untuk keandalan Algoritma Genetika pada model non linier. Simulasi control balik penuh ditunjukkan pada gerakan crane yang non linier Adapun model yang digunakan dari motor tersebut adalah model d-q.

Kata kunci : parameter, algoritma genetika, model d-q

### Abstract

*This journal describes a three phase induction motor of parametre to predictive a induction motor to work. In use based a data of designing of industries and fabrication. Three phase Industion motor is using maximum current, staring current full load current and power factor to full load. If its to needed a find to work amount optimum for induction motor, Although for non-linear movement controlling. Non linear movement controlling in hoist crane selected to test Genetic Algorithm through simulation is non linear hoist crane movement model which basically is unstable. Genetic Algorithm Control rule is derived using Lyapunov theory based on linearization model from hoist crane movement. Reference model selected was stabilized linear model. Then simulation was performed to observe Genetic algorithm performance on non linear model. Full state feedback control through simulation has been shown not able to stabilize hoist crane movement. It is modeling using to motor with dq model.*

**Keywords:** Parametre, Genetic Algorithm, d-q Model

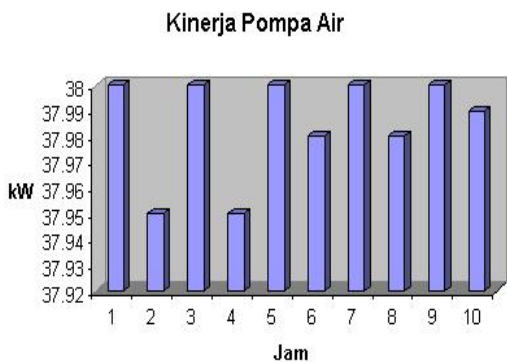
**I. PENDAHULUAN**

Daya yang diperlukan oleh pompa untuk memompakan air bersih ditentukan oleh head dan debit air dari pompa. Setelah daya dan kinerja dari pompa diketahui, maka kebutuhan daya dari motor induksi yang dibutuhkan untuk menggerakkan pompa induksi tiga fasa ditentukan dari kinerja pompa tersebut. Selanjutnya besar motor beserta data dan parameter dapat ditentukan berdasarkan ukuran yang ada d pasaran.

Namun motor induksi yang tersedia di pasaran seringkali tidak menghasilkan kinerja yang dikehendaki. Karena itu perlu dikaji lagi parameter - parameter dari motor yang dikeluarkan oleh pabrik pembuatannya. Sehingga diperoleh kondisi arus yang optimum. Hal itu dapat dilakukan dengan menggunakan genetic algorithm.

**2. Pemilihan Motor Induksi Untuk Pompa Air**

Kinerja dari pompa air di dermaga Ketapang diperlihatkan pada gambar-1



Gambar-1, Kinerja Pompa Air

Berdasarkan gambar-1, maka daya rata-rata yang dibutuhkan oleh pompa air adalah 24,16 kW. Selanjutnya dipilih motor

yang ada dipasaran dengan data yang tercantum dalam table-1.

Tabel-1 Parameter Motor Induksi

HP (Daya) V	33	Rs (ohm)	0,0556
*Tegangan)	220	Rr (ohm)	0,028
f (rekuensi)	50	Xls (ohm)	0,2158
Tmula (N.m)	456.6	Xlr (ohm)	0,471
Pole	2	Xm (ohm)	3,906
Tnominal	35.56	J (kg.m2)	0.59

**3. Kinerja dari Motor Induksi**

Kinerja motor induksi tiga fasa dapat diprediksi dari model yang dikembangkan untuk maksud itu. Dalam makalah ini digunakan model d-q. Dari parameter model tersebut selanjutnya kinerja dari motor yang dinyatakan oleh kurva karakteristik arus terhadap waktu yang dapat ditentukan.

Untuk membuat kinerja dari motor induksi menjadi optimum, maka parameter dari motor induksi perlu dikaji lagi dengan menggunakan Genetic Algorithm. Makalah ini membahas hal tersebut.

**4. Model Motor Induksi Tiga Fasa**

Persamaan tegangan untuk motor induksi dalam model d-q adalah :

$$Vds = rs.ids + d\lambda ds /dt - \omega.\Psi qs \quad (1)$$

$$Vqs = rs.ids + d\lambda qs /dt - \omega.\Psi ds \quad (2)$$

$$V'qr = r'r.iqr + d\lambda qr /dt - (\omega e - \omega r)\lambda' dr \quad (3)$$

$$V'dr = r'r.iqr + d\lambda dr /dt - (\omega e - \omega r)\lambda' qr \quad (4)$$

$$\Psi_{qs} = L_{qs}.i_{qs} + L_m(i_{qs} + i'_{qr}) \quad (5)$$

$$\Psi_{ds} = L_{ds}.i_{ds} + L_m(i_{ds} + i'_{dr}) \quad (6)$$

$$\Psi'_{qr} = L'_{qr}.i'_{qr} + L_m(i_{qs} + i'_{qr}) \quad (7)$$

$$\Psi'_{dr} = L'_{dr}.i'_{dr} + L_m(i_{ds} + i'_{dr}) \quad (8)$$

Persamaan 1 sampai dengan 8 dapat dinyatakan dalam bentuk matriks sebagai berikut :

$$V_{qd} = Z_{qd} * i_{qd} \quad (9)$$

Dengan :

$$V_{qd} = [ V_{qs} \ V_{ds} \ V'_{qr} \ V'_{dr} ]' \quad (10)$$

$$i_{qd} = [ i_{qs} \ i_{ds} \ i'_{qr} \ i'_{dr} ]' \quad (11)$$

A= invers A atau invers  $Z_{qd}$

Dan  $Z_{qd}$  adalah matrix impedansi yang dinyatakan oleh:

$$Z_{qd} = A$$

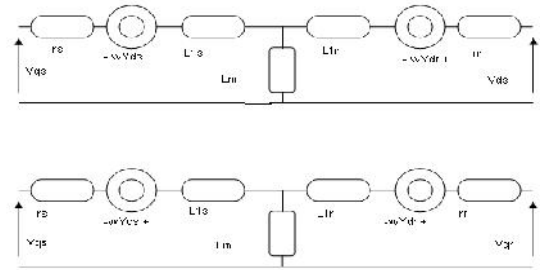
$$\text{Dimana : } L_s = L_{\sigma} + L_m \quad (13)$$

Persamaan untuk Torsi dinyatakan oleh :

$$T_e = (3/2 * p / 2) (\Psi_{ds} * i_{s} - \Psi_{qs} * i_{ds}) \quad (14)$$

Dimana :  $\Psi_{ds}$  dan  $\Psi_{qs}$  dinyatakan oleh persamaan 5 dan 6.

Berdasarkan persamaan 1 s/d 4, diagram rangkaian ekuivalen untuk motor induksi terlihat pada gambar-2



Gambar-2, Rangkaian Ekuivalen Motor Induksi

## 5. Formulatif Kemudi Motor induksi

Karakteristik inverter square wave dapat bekerja secara nominal ditunjukkan melalui kurva tegangan terhadap waktu dan arus terhadap waktu, seperti pada gambar-3. Tegangan dan arus yang diperoleh sebagai berikut :

Tegangan Fundamental :

$$V_{\mu} \text{ (rms)} = V_6 / \pi * V_d \quad (15)$$

Arus Fundamental :

$$I_{\text{fundamental}} = [ P(VA) 3\Phi / \sqrt{3} * V_L - L ] \quad (16)$$

Tegangan keluaran inverter dapat didekati dengan deret Fourier .

$$V_{a-b} = V_{b-c} = V_{a-c} = [ 2 \sqrt{3} / \pi * V_i ] \quad (17)$$

Misalnya tegangan VI-I dapat dinyatakan sebagai :

$$\{ \sin(\omega t + \phi/6) + 1/5 * \sin(5\omega t - \phi/6) + 1/7 * \sin(7\omega t + \phi/6) + 1/11 * \sin(11\omega t - \phi/6 + \dots) \}$$

Jika dianggap tidak ada daya yang hilang, maka daya dari inverter adalah :

$$V_i * I_i = [ 3/2 * (V_{qs}^e * I_{qs}^e) + (V_{ds}^e * I_{ds}^e) ] \quad (18)$$

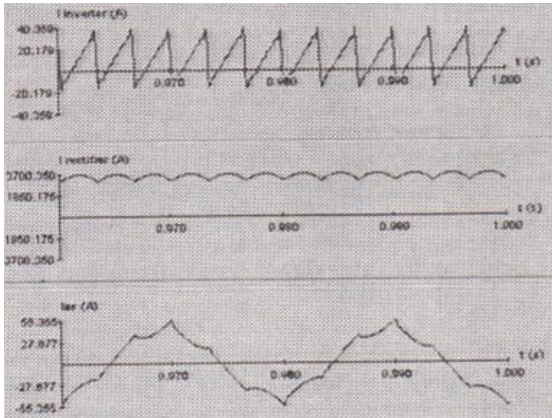
Arus Inverter menjadi :

$$I_i = [ 3/\pi * ((g_{qs}^e * I_{qs}^e) + (g_{ds}^e * I_{ds}^e)) ] \quad (19)$$

Dimana :

$$g_{qs}^e = 1 + [2/35 * \cos(6\omega t) - 2/143 * \cos(12\omega t) + \dots]$$

$$g_{ds}^e = [12/35 * \cos(6\omega t) - 2/143 * \cos(12\omega t) + \dots] \quad (20)$$



Gambar-3, Karakteristik Arus Maksimum Motor Induksi Keadaan Standart

## 6. Optimasi Parameter Motor Induksi Dengan Menggunakan Genetic Algorithm

### a. Genetic Algorithm

Genetic Algorithm adalah metode lain yang biasa digunakan untuk menentukan parameter rangkaian ekuivalen motor induksi tiga fasa, sehingga diperoleh arus maksimum. Genetic a Algorithm menggunakan objective function yang didasarkan pada suatu criteria kinerja untuk menentukan error. Parameter rangkaian ekuivalen gambar-1 dipakai sebagai pedoman dalam menentukan optimasi torsi motor induksi. Persamaan torsi untuk locked rotor, breakdown dan full-load membentuk multi objective optimization problem, dimana tiap persamaan adalah fungsi dari tiga atau lebih dari parameter mesin. Tiga persamaan torsi dapat dituliskan sebagai berikut :

$$F1(R1,R2,Xl) = T_e - T_{fl} \quad (21)$$

$$F2(R1,R2,Xl) = T_e - T_{lr} \quad (22)$$

$$F3(R1,Xl) = T_e - T_{bd} \quad (23)$$

Dimana  $T_e$  adalah persamaan (14).

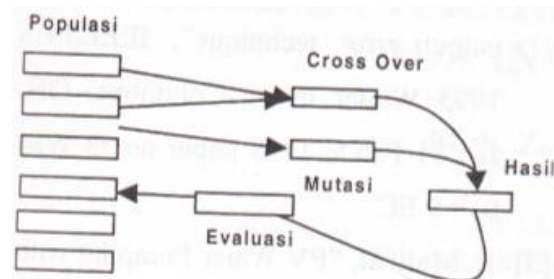
Selanjutnya parameter rangkaian ekuivalen motor dikodekan dengan bilangan decimal dan nilai fitness (kemampuan) maksimum didapatkan untuk menentukan torsi tersebut. Maka setiap parameter rangkaian ekuivalen motor induksi dapat dilakukan dengan genetic algorithm. Dalam hal ini error function diperoleh sebagai formula dari kuadrat torsi error function, sedangkan fitness function adalah inverse dari error. Sasaran dari genetic algorithm membuat nilai error minimum atau membuat fitness maksimum. Error function dapat dituliskan sebagai :

$$E = F1(.)^2 + F2(.)^2 + F3(.)^2 \quad (24)$$

sedangkan fitness dinyatakan oleh :

$$\text{Fitness} = 1/E \quad (25)$$

Secara umum proses genetic algorithm yang dilukiskan gambar-4 terdiri dari :



Gambar-4, Genetic algorithm

### I. Pembangkitan Spesies

$$C^k = [X1^k, Y1^k, X2^k, Y2^k, X_m^k, Y_m^k] \quad (25)$$

Dimana:  $(x_i^k, y_i^k)$  : lokasi dari pembangkitan kromosom.

$i, j$  : urutan nomor spesies (1,2,3..)

ii. Perkalian silang

$$X_i = r_i * X_i^{k1} + (1-r_i) * X_i^{k2}$$

$$Y_i = r_i * y_i^{k1} + (1-r_i) * Y_i^{k2}$$

Dimana  $r_i$  : bilangan acak, dengan :

$$i = 1, 2, 3, \dots, m$$

II. Mutasi

Nilai Random dinyatakan oleh :

$$X_i = X_i^k + \text{random nilai [ E ]}$$

$$Y_i = y_i^k + \text{random nilai [ E ]}$$

Dimana : E : bilangan real positif

$$X_i = \text{nilai random [ Xmin, Xmax ]}$$

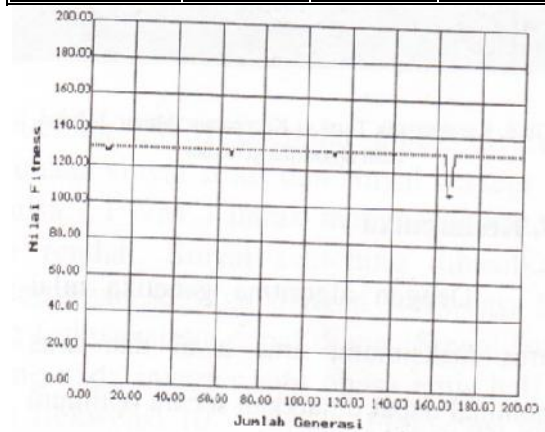
$$Y_i = \text{nilai random [ Ymin, Ymax ]}$$

Hasil evaluasi pada proses genetic algorithm, digunakan untuk mencari nilai error terkecil atau nilai fitness terbesar. Nilai error yang diperoleh digunakan untuk menentukan parameter motor induksi tersebut. Parameter motor induksi tersebut didapat dari rangkaian ekuivalen motor induksi model d-q

Hasil dari nilai fitness yang dinyatakan oleh kurva fitness terhadap jumlah generasi yang terlihat pada gambar-5 yang menghasilkan parameter dengan harga torsi optimum yang terlihat pada table-2.

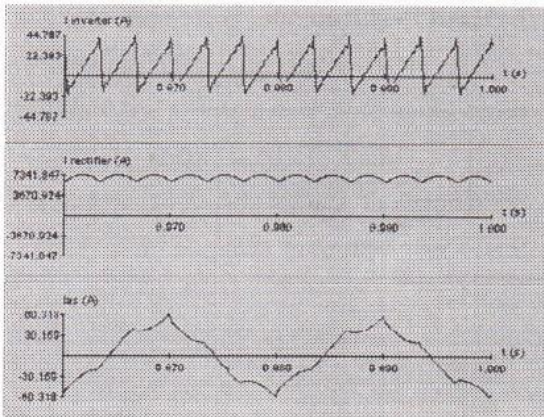
Tabel-2, Parameter Motor Induksi Dengan Metode Genetic Algorithm

HP (Daya)	33	Rs (ohm)	0,030
V		Rr (ohm)	0,016
*Tegangan)	220	Xls (ohm)	0,12
f (rekuensi)	50	Xlr (ohm)	0,26
Tmula (N.m)	527,89	Xm (ohm)	2,164
Pole	2	J (kg.m <sup>2</sup> )	0.59
Tnominal	42,3		



Gambar-5, Nilai fitness terhadap Populasi

Dan dengan cara yang sama karakteristik arus terhadap waktu dari data pada table-3 dapat ditentukan hasilnya pada gambar-6.



Gambar-6, Karakteristik Torsi terhadap Kecepatan Motor Induksi hasil Genetic Algorithm

**SIMPULAN**

Dengan Genetic Algorithm nilai arus maksimum, arus awal dan arus nominal dapat dinaikkan secara optimum seperti terlihat pada table-3

Tabel-3 Hasil Simulasi Motor Induksi

Torsi	Motor Induksi dengan Data Standart (AMP)	Motor Induksi dengan Data Hasil Optimasi (AMP)
Arus Max	3700	7341
Arus Min	55,315	60,318

**DAFTAR PUSTAKA**

1. T.A Lipo and A.Consoli," Modelling and Simulation Of Induction Motors wth saturable leakage reactances,"IEEE, Trans, Ind.Applicat. Vol. I.A-20 pp. 180-198, Jan/Feb.1984
2. J.A De Kocks, F,S van der Merwe, and H.J Vermeuler," Induction Motor Parameter Estimation throught an output error

technique", IEEE/PES Jan, 31 pp.5 1993 paper no. 93 WM 019-9EC

3. E.Muljadi," Water Pumping with a Peak-Power Tracker using a Simple Six-Step Square Wave Inverter," IEEE Transaction On Industry Application, Vol.33 No.3 May/June 1997.

4. Ray Nolan and Towhidul Haque," Application Of Genetic Algorithm to Motor Parameter Detertermination For Transient Torque Calculation ", IEEE Transaction On Industry Appliate," September/October 1997.

5. Warring R.H, " Pump Selection to System And Application, second Edition, Trade and Technical Press Ltd, Morgan, Surrey, SM 45 EW, England, 1984.

6. Lawrence Davis," Handbook Of Genetic Algorithm", Van Nostrand Reinhold, New York, 1991

7. Goldberg," Genetic Algorithm In Machine," New York 1996.