

PENGGUNAAN ALGORITMA GENETIKA BINARY UNTUK OPTIMASI RUGI-RUGI PADA PARAMETER MOTOR INDUKSI MODEL d-q

Rudianto¹, Birowo²

¹Teknik komputer, ²Politeknik NSC Surabaya
¹rudiantomcs@gmail.com, ²birowonanang@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 Algoritma Genetika Binary. Hukum pengaturan Algoritma Genetika Binary 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 Binary 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 Binary Of Genetic Algorithm through simulation is non linear hoist crane movement model which basically is unstable. Binary Of 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 Binary Of 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, Binary Of Genetic Algorithm, d-q Model

PENDAHULUAN

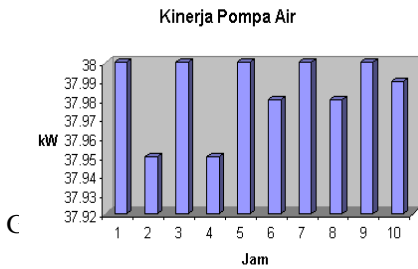
Daya yang diperlukan oleh pompa untuk memompakan air bersih ditentukan oleh head dan debit air dari pompa. Setelah daya dan kinerja dari pompa diketahui, maka kebutuhan daya dari motor induksi yang dibutuhkan untuk menggerakkan pompa induksi tiga fasa ditentukan dari kinerja pompa tersebut. Selanjutnya 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 binary Of genetic algorithm.

1. 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 25 kW. Selanjutnya dipilih motor yang ada dipasaran dengan data yang tercantum dalam table-1.

Tabel-1 Parameter Motor Induksi

HP (Daya)	38	Rs (ohm)	0,0556
V		Rr (ohm)	0,028
*Tegangan)	220	Xls (ohm)	0,2158
f (rekuensi)	50	Xlr (ohm)	0,471
Tmula (N.m)	460	Xm (ohm)	3,906
Pole	2	J	0.59
Tnominal	40.56	(kg.m ²)	

2. 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 Binary Of Genetic Algorithm. Makalah ini membahas hal tersebut.

3. Model Motor Induksi Tiga Fasa

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

$$V_{ds} = r_s \cdot i_{ds} + d\lambda_{ds} / dt - \omega \cdot \Psi_{qs} \quad (1)$$

$$V_{qs} = r_s \cdot i_{qs} + d\lambda_{qs} / dt - \omega \cdot \Psi_{ds} \quad (2)$$

$$V'_{qr} = r' \cdot i_{qr} + d\lambda_{qr} / dt - (\omega_e - \omega_r) \lambda'_{dr} \quad (3)$$

$$V'_{dr} = r' \cdot i_{dr} + d\lambda_{dr} / dt - (\omega_e - \omega_r) \lambda'_{qr} \quad (4)$$

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

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

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

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

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

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

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:

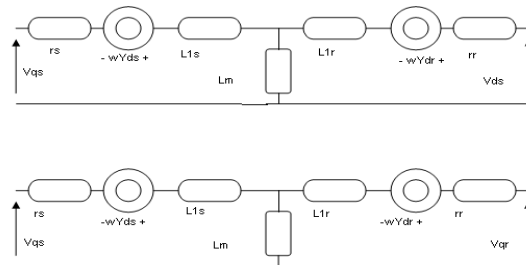
$$Z_{qd} = A, \text{ Dimana: } L_s = L_{@} + L_m \quad (13)$$

Persamaan untuk Torsi dinyatakan oleh :

$$T_e = (3/2 \cdot p/2 (\Psi_{ds} \cdot i'_{qs} - \Psi_{qs} \cdot i'_{ds})) \quad (14)$$

Dimana : Ψ_{ds} dan Ψ_{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

4. 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 :

$$V_{\mu} \text{ (rms)} = \sqrt{6} / \pi \cdot V_d \quad (15)$$

Arus Fundamental :

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

Tegangan keluaran inverter dapat didekati dengan deret Fourier .

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

Misalnya tegangan V_{l-l} dapat dinyatakan sebagai :

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

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

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

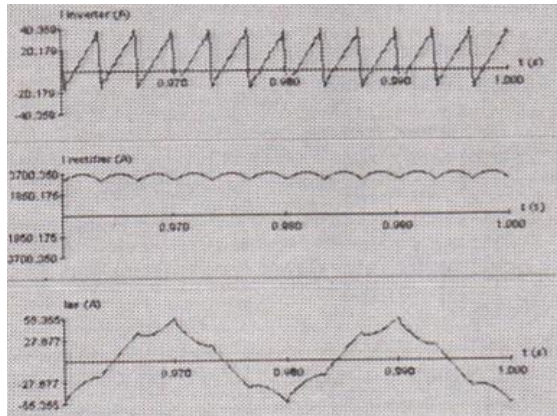
Arus Inverter menjadi :

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

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

5. Optimasi Parameter Motor Induksi Dengan Menggunakan Genetic Algorithm Binary

a. Algoritma Genetika Binary

Algoritma Genetika binary adalah metode lain yang biasa digunakan untuk menentukan parameter rangkaian ekivalen motor induksi tiga fasa, sehingga diperoleh arus maksimum. Algoritma Genetika binary menggunakan objective function yang didasarkan pada suatu criteria kinerja untuk menentukan error. Parameter rangkaian ekivalen 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 :

$$F1(R1,R2,Xl) = Te - Tfl \quad (21)$$

$$F2(R1,R2,Xl) = Te - Tlr \quad (22)$$

$$F3(R1,Xl) = Te - Tbd \quad (23)$$

Dimana T_e adalah persamaan (14).

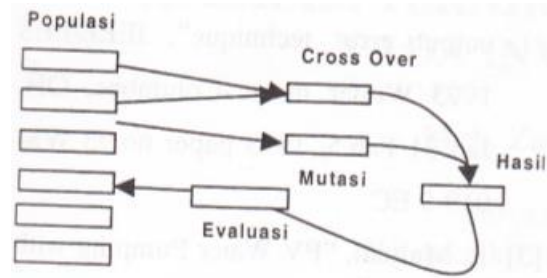
Selanjutnya parameter rangkaian ekivalen motor dikodekan dengan bilangan decimal dan nilai fitness (kemampuan) maksimum didapatkan untuk menentukan torsi tersebut. Maka setiap parameter rangkaian ekivalen motor induksi dapat dilakukan dengan genetic algorithm. Dalam hal ini error function diperoleh sebagai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

$$Fitness = 1/E \quad (25)$$

Secara umum proses algoritma genetika binary yang dilukiskan gambar-4 terdiri dari :



Gambar-4, Algoritma Genetika Binary

I. Pembangkitan Spesies

$$C^k = [X1^k, Y1^k, X2^k, Y2^k, \dots, Xm^k, Ym^k] \quad (25)$$

Dimana : (xi^k, yi^k) : lokasi dari pembangkitan kromosom.

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

ii. Perkalian silang

$$Xi = ri * Xi^{k1} + (1-ri) * Xi^{k.2}$$

$$Yi = ri * yi^{k1} + (1-ri) * yi^{k.2}$$

Dimana ri : bilangan acak, dengan :

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

II. Mutasi

Nilai Random dinyatakan oleh :

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

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

Dimana : E : bilangan real positif

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

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

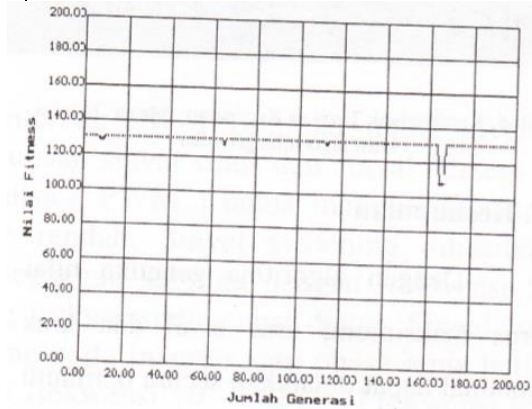
Hasil evaluasi pada proses genetic algorithm, digunakan untuk mencari nilai error terkecil atau nilai fitness terbesar. Nilai error yang diperoleh digunakan untuk menentukan parameter motor induksi tersebut. Parameter motor induksi tersebut didapat dari rangkaian ekivalen motor induksi model d-q

b. Hasil Perhitungan

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.

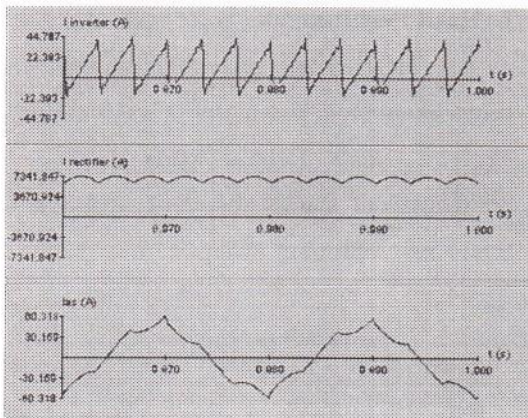
Tabel-2, Parameter Motor Induksi Dengan Metode Algoritma Genetika Binary

HP (Daya) V	38	Rs (ohm)	0,030
*Tegangan)	220	Rr (ohm)	0,016
f (rekuensi)	50	Xls (ohm)	0,12
Tmula (N.m)	460	Xlr (ohm)	0,26
Pole	2	Xm (ohm)	2,164
Tnominal	40,75	J (kg.m2)	0.59



Gambar-5, Nilai fitness terhadap Populasi

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



Gambar-6, Karakteristik Torsi terhadap Kecepatan Motor Induksi hasil Algoritma Genetika Binary

KESIMPULAN

Dengan Algoritma Genetika Binary 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 Atus Min	55,315	60,318

Tabel-4 Hasil Analisa Parameter Standart dan Parameter Error Motor Induksi

Parameter	R1	X1	R2	X2	Xm
Nilai-Standart	10,20	8,17	10,52	19,16	143,57
GA-1, Ohm	62,56	43,49	11,02	101,98	58,77
Error %	513,3	432,3	4,8	432,2	-59,1
GA-2, Ohm	10,54	8,24	10,47	19,32	142,73
Error %	3,3	0,9	-0,5	0,8	-0,6
GA-3, Ohm	10,28	8,19	10,48	19,21	143,17
Error %	0,8	0,2	-0,4	0,3	-0,3

Dengan tiga kali percobaan terhadap parameter motor induksi, maka hasil kesalahan yang terkecil yang digunakan dalam optimasi rugi-rugi pada motor induksi.

DAFTAR PUSTAKA

[1] T.A Lipo and A.Consoli. "Modelling and Simulation Of Induction Motors with 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.Moon. "The House Crane with a Peak-Power Tracker using a Simple Six-Step Square Wave Inverter", IEEE Transaction On Industry Application, Vol.36 No.3 May/June 1998.

[4] Ray Nolan and Towhidul Haque. "Application Of Genetic Algorithm to Motor Parameter

- Detertermination For Transient Torque Calculation*“, IEEE Transaction On Industry Applicate, September/October 1997.
- [5] Warring R.H. (1984): “ Crane Selection to System And Application, second Edition, Trade and Technical Press Ltd, Morgan, Surrey, SM 45 EW, England.
- [6] Lawrence Davis. (1991): *”Handbook Of Genetic Algorithm”*, Van Nostrand Reinhold, New York.
- [7] Goldberg. (1996): *”Genetic Algorithm In Machine”*, New York .