

# Optimasi Pengaturan Kecepatan Motor Shunt Berbasis Imperialist Competitive Algorithm (ICA)

<sup>1</sup>Machrus Ali, <sup>2</sup>Agus Raikhani, <sup>3</sup>Hendi Sopian, <sup>4</sup>Izzatul Umami

<sup>1,2</sup> Teknik Elektro, Universitas Darul ulum, Jombang

<sup>3,4</sup> Teknik Informatika, Universitas Darul ulum, Jombang

<sup>1</sup> machrus7@gmail.com, <sup>2</sup> agus.raikhani@gmail.com, <sup>3</sup> hendi.sopian@undar.ac.id, <sup>4</sup> izza.tiundar@gmail.com

*Abstract – Imperialist Competitive Algorithm (ICA) is one method of artificial intelligence inspired by competition for power. In system optimization this method gets better results than other artificial intelligence methods. DC shunt motors do not need a lot of space because of the small wire diameter, but the output power is very small because the amplifier current is small. A good shunt motor setting is needed to produce the desired motor speed. In this study PID controls were tuned using ICA. This good PID guide will get a good system optimization. As a comparison, the control of the shunt motor speed without control, with PID control, with detuning ICA PID control (PID-ICA). The results showed that the results of PID-ICA had the smallest overshoot and undershoot, with a speed of 500.00 rpm and the fastest settling time : 1201 s. This research will be developed using other artificial intelligence methods.*

**Keywords:** Artificial intelligence, ICA, Shunt Motor, PID, speed control.

*Imperialist Competitif Algorithm (ICA) adalah salah satu metode kecerdasan buatan yang diinspirasi oleh kompetisi kekuasaan. Dalam optimasi system metode ini mendapatkan hasil yang lebih baik dari metode kecerdasan buatan yang lain. Motor DC shunt tidak membutuhkan banyak ruangan karena diameter kawat kecil, tetapi daya keluaran yang dihasilkan sangat kecil karena arus penguatnya kecil. Pada penelitian ini menggunakan control PID yang detuning dengan menggunakan ICA untuk mendapatkan konstanta PID yang terbaik. Kostanta PID yang baik ini akan mendapatkan optimasi system yang baik pula. Sebagai pembandingan akan di dasain pengaturan kecepatan motor shunt tanpa control, dengan control PID, dengan control PID yang detuning ICA (PID-ICA). Hasil penelitian menunjukkan hasil PID-ICA mempunyai overshoot dan undershoot terkecil, dengan kecepatan 500.00 rpm dan settling time tercepat: 1.201 detik. Penelitian ini akan dikembangkan menggunakan metode kecerdasan buatan lainnya.*

**Kata kunci:** Kecerdasan buatan, ICA, Motor Shunt, PID, pengatur kecepatan.

## I. PENDAHULUAN

Motor DC parallel (shunt) mempunyai kumparan penguat medan yang diparalelkan dengan kumparan jangkar.

Motor DC shunt tidak membutuhkan banyak ruangan karena diameter kawat kecil. Kelemahannya adalah daya keluaran yang dihasilkan kecil karena arus penguatnya kecil. Pada motor shunt, gulungan medan (medan shunt) disambungkan secara parallel dengan gulungan dynamo Motor parallel (shunt) mempunyai torsi awal yang lemah. Ketika tegangan diberikan ke motor listrik, resistansi yang tinggi pada kumparan parallel menjaga arus mengalir lambat. Kumparan armature untuk motor shunt pada dasarnya sama dengan motor seri dan menggunakan arus untuk menghasilkan medan magnetik yang cukup besar. Belitan medan motor shunt tersambung paralel dengan jangkar, apabila tegangan sumber motor konstan, maka berakibat kuat medan magnit motor ini menjadi konstan. Pada tegangan jepit konstan, motor ini mempunyai putaran yang hampir konstan walaupun terjadi perubahan beban. Metode kecerdasan sudah banyak digunakan dalam desain system.

ICA merupakan algoritma evolusioner yang terinspirasi dengan kompetisi kekuasaan (imperialist competitive). Algoritma optimasi ICA dikenalkan oleh Esmaeil Atashpaz dan pada tahun 2007. ICA mensimulasikan proses sosial politik dari imperialisme dan kompetisi kekuasaan. Telah banyak dipakai dalam desai optimasi system, diantaranya untuk control setir kendaraan[1][2], sebagai control wind diesel [3], control kecepatan motor DC[4], control frekuensi wind-diesel[5], dan control system lainnya.

## II. METODE PENELITIAN

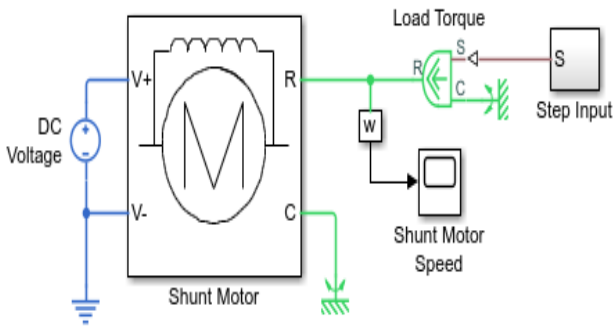
### A. Motor DC Shunt

Total arus dalam jalur merupakan penjumlahan arus medan dan arus dinamo. Pada keadaan operasi normal pada umumnya kecepatan motor diatur dengan shunt regulator, dan cara mengatur putaran atau membalik putaran serta karakteristiknya ditunjukkan pada gambar. Sesuai dengan karakteristiknya, motor shunt baik dipakai untuk pekerjaan yang memerlukan kecepatan putaran hampir konstan seperti conveyor, lift dan sebagainya. Motor shunt mempunyai kecepatan hampir konstan. Perubahan kecepatan hanya sekitar 10 %. Misalnya untuk pemakaian kipas angin, blower, pompa centrifugal, elevator, pengaduk, mesin cetak, dan juga untuk pengerjaan kayu dan logam. Berikut tentang kecepatan motor shunt: Kecepatan pada prakteknya konstan tidak tergantung pada beban (hingga torque tertentu setelah kecepatannya berkurang) dan oleh karena itu cocok untuk penggunaan komersial dengan beban awal yang rendah, seperti peralatan mesin. ecepatan dapat dikendalikan dengan

cara memasang tahanan dalam susunan seri dengan[6] dinamo (kecepatan berkurang) atau dengan memasang tahanan pada arus medan (kecepatan bertambah).

**B. Model Motor Shunt**

Model motor shunt dapat digambarkan dengan model seperti pada gambar 1.



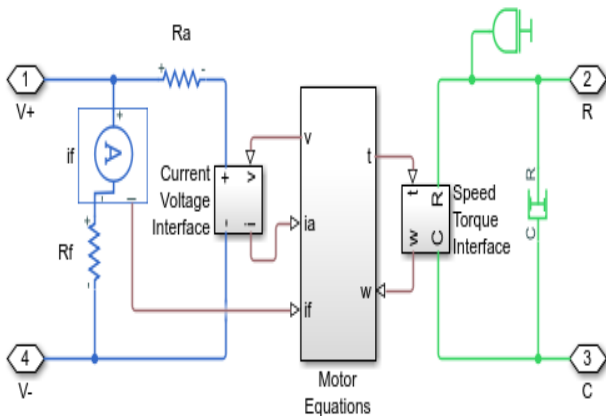
Gambar 1. Model Motor shunt

Pada penelitian ini digunakan sebuah motor shunt, gulungan bidang dan anker terhubung secara paralel. Parameter rangkaian ekuivalen adalah tahanan jangkar  $R_a = 110 \text{ Ohm}$ , tahanan medan  $R_f = 2.46 \text{ KOhm}$  dan koefisien ggl kembali  $L_{af} = 5.11$ . Back-emf diberikan oleh  $L_{af} * I_f * I_a * w$ , di mana  $I_f$  adalah arus medan,  $I_a$  adalah arus jangkar, dan  $w$  adalah kecepatan rotor alam radian / s. Inersia rotor  $J$  adalah  $2.2e-4 \text{ kgm}^2$ , dan redaman  $B$  rotor adalah  $2.8e-6 \text{ Nm / (radian / s)}$ [7].

Data pabrik untuk model ini memberikan kecepatan tanpa beban 4600 rpm, dan kecepatan pada nilai beban 4000 rpm. Simulasi model mengkonfirmasi nilai-nilai ini dan perhitungan yang benar dari nilai rangkaian ekuivalen.

**C. Subsistem Motor Shunt**

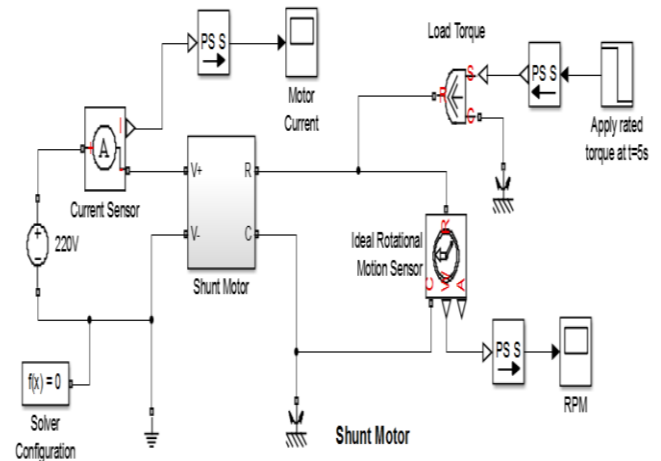
Model subsistem motor shunt dapat diilustrasikan dengan model seperti pada gambar 2.



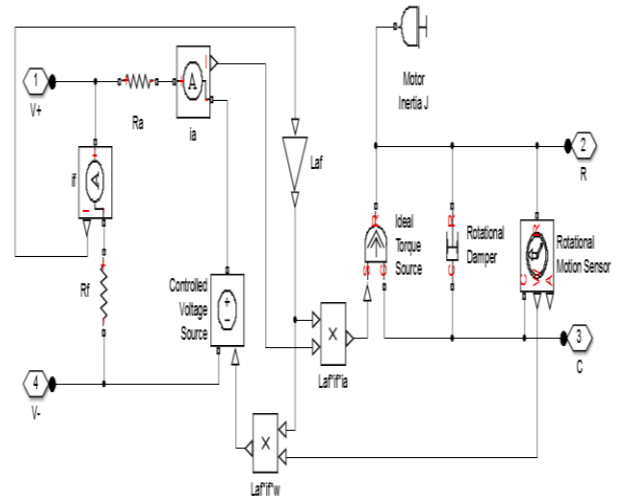
Gambar 2. Subsistem Motor Shunt

**D. Desain control motor shunt**

Desain control motor shunt dapat diperlihatkan pada gambar 3. Yang terdiri dari sensor arus, motor shunt, sensor putaran motor dan monitor. Gambar 4 memperlihatkan subsistem desain motor shunt, terdiri dari torsi, arus, sensor putaran, dan control tegangan.



Gambar 3. Desain control motor shunt



Gambar 4. Desain Subsistem control motor shunt

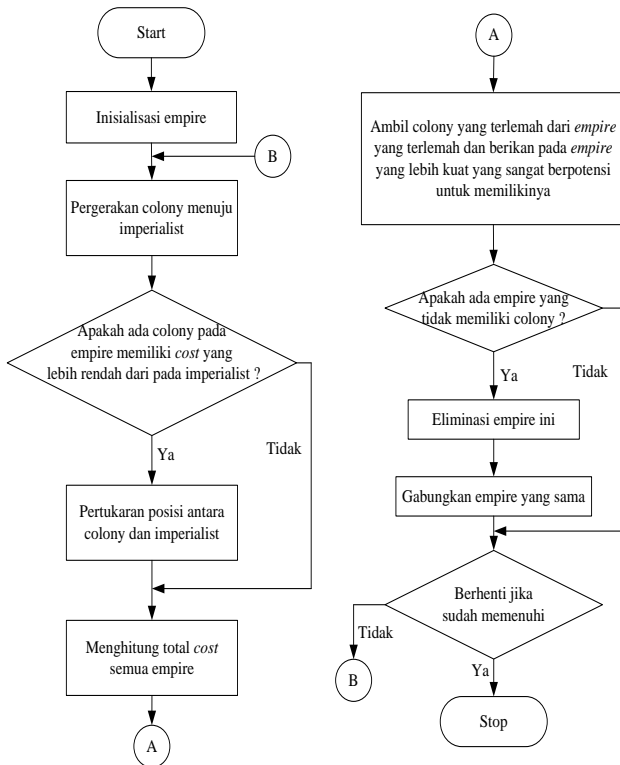
**E. PID Controller**

Tujuan dari sistem kontrol PID adalah untuk mendapatkan sinyal aktual yang diinginkan sesuai dengan sinyal setting. Semakin cepat reaksi sistem mengikuti sinyal aktual dan semakin kecil kesalahan yang terjadi, sehingga semakin baik kinerja sistem kontrol yang diterapkan. Apabila perbedaan antara nilai setting dengan nilai keluaran besar, maka kontroler yang benar seharusnya mampu mengamati perbedaan ini untuk segera menghasilkan sinyal

keluaran untuk mempengaruhi plant. Dengan demikian sistem secara cepat mengubah keluaran plant sampai diperoleh selisih antara setting dengan besaran yang diatur sekecil mungkin[5]. PID telah banyak dipakai dalam optimasi motor DC[3], optimasi putaran turbin angin [8], optimasi control frekuensi mikro hidro[5], wind-diesel[9], optimasi steer kendaraan[10], dan sebagainya.

**F. Imperialist Competitive Algorithm (ICA)**

Langkah-langkah utama pada ICA dapat dirangkum dalam pseudo-code berikut; Pilih titik random pada fungsi dan inialisasi empire. Gerakkan koloni menuju imperialis yang relevan. Jika ada sebuah koloni yang memiliki cost lebih baik dari pada imperialis, ubahlah posisi dari koloni tersebut dengan imperialis. Gabungkan empire yang sama. Hitung total cost dari semua empire. Ambil koloni terlemah dari empire terlemah dan berikan kepada salah satu empire. Hilangkan empire yang paling lemah. Jika kondisi berhenti dipenuhi, berhenti, jika tidak, ke langkah 2. Dan juga bisa dengan cara yang lain, yaitu ketika hanya satu empire yang tersisa maka ICA akan berhenti[1,5]. Seperti flowchart pada gambar 5 .



Gambar 5. Flowchart Algoritma ICA

Parameter ICA bisa dilihat pada table 1.

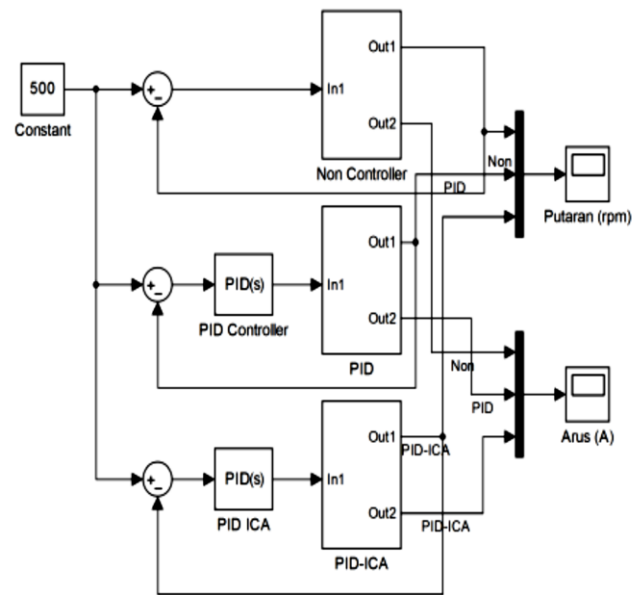
Tabel 1. Parameter ICA

Parameter ICA	Nilai
Negara	80
Penjajah Awal	8
Dekade	100
Tingkat Revolusi	0.3
Koefisien Asimilasi	2
Koefisien Sudut Asimilasi	0.5
Zeta	0.02
Damp Ratio	0.99
Uniting Threshold	0.02

Fungsi objektif yang digunakan adalah dengan Integral Time Absolute Error (ITAE). Parameter PID yang ditala oleh ICA adalah Kp, Ki dan Kd.

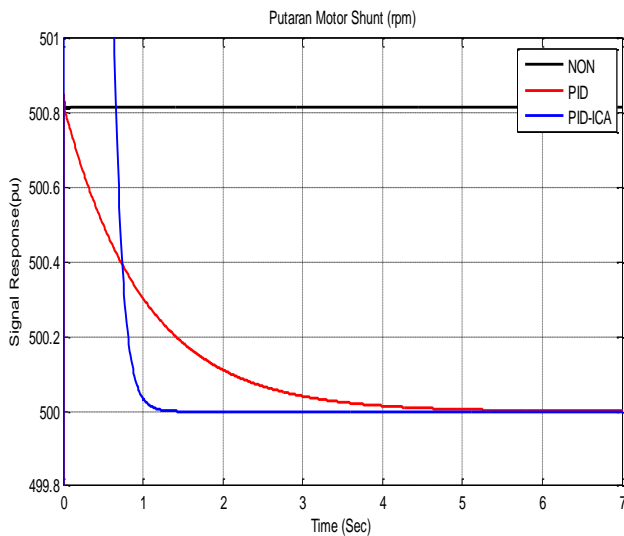
**III. HASIL SIMULASI**

Blok diagram kontrol motor shunt dapat dilihat pada gambar 6. Dengan beberapa pembandingan menggunakan model tanpa Kontroller, model PID Kontroller, dan PID-ICA



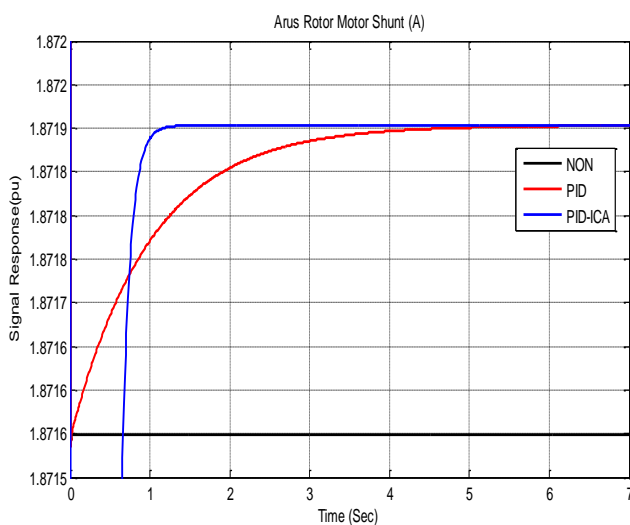
Gambar 6. Desain motor shunt tanpa kontrol, dengan control PID-ICA

Hasil simulasi besar putaran motor shunt dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7. Putaran motor shunt (rpm)

Dari gambar 7. menunjukkan bahwa desain control PID\_ICA merupakan controller terbaik dari ketiga desain dengan besar putaran 500 rpm dengan settling time 1.232 detik.



Gambar 8. Arus Rotor Motor Shunt

Dari gambar 8. menunjukkan bahwa desain control PID-ICA merupakan controller terbaik dari ketiga desain dengan besar Arus Rotor Motor Shunt (A) sebesar 1.8719 A, dengan stling time 1.0201 detik

Table 2. Konstanta PID dan hasil pendakatan

	Uncontrolled	PID	PID-ICA
Kp	0	1	4.0032
Ki	0	1	0.2302
Kd	0	0	0.0002

IV. KESIMPULAN

Dari ketiga desain, menunjukkan bahwa desain control PID-ICA adalah kontrol terbaik dari ketiga desain dengan besar putaran 500.00 rpm dengan settling time 1.0201 detik dan besar Arus Rotor Motor Shunt (A) sebesar 1.8719 A, dengan stling time 1.0231 detik

V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Ali, F. Hunaini, I. Robandi, and N. Sutantra, "Optimization of active steering control on vehicle with steer by wire system using Imperialist Competitive Algorithm (ICA)," in *2015 3rd International Conference on Information and Communication Technology (ICoICT)*, 2015, pp. 500–503.
- [2] D. H. Kusuma, M. Ali, and N. Sutantra, "The comparison of optimization for active steering control on vehicle using PID controller based on artificial intelligence techniques," in *Proceedings - 2016 International Seminar on Application of Technology for Information and Communication, ISEMANTIC 2016*, 2017.
- [3] M. Ali, Soedibyo, and I. Robandi, "Desain Pitch Angle Controller Turbin Angin Dengan Permanent Magnetic Synchronous Generator (PMSG) Menggunakan Imperialist Competitive Algorithm (ICA)," in *SENTIA-2015, Polinema, Malang*, 2015, pp. B128–B131.
- [4] G. Y. Hartlambang, M. Ali, and A. Raikhani, "Unjuk Kerja Kecerdasan Buatan (Artificial Intelligence) Dalam Mengoptimalkan Kecepatan Motor Dc Dengan Menggunakan Metode Imperialist Competitive Algorihthm (ICA)," *J. Intake*, vol. 6, no. 1, pp. 51–67, 2015.
- [5] H. Nurohmah, M. Ali, and M. R. B. Djalal, "Desain Frekuensi Kontrol pada Hibrid Wind-Diesel Dengan PID–Imperialist Competitive Algorihthm (ICA)," *J. Intake*, vol. 6, no. 2, pp. 35–42, 2015.
- [6] M. F. Khan, M. R. Khan, and A. Iqbal, "Performance analysis of shunt, short shunt and long shunt self excited induction generator: Analysis of shunt, short shunt and long shunt SEIG," in *PEDES 2012 - IEEE International Conference on Power Electronics, Drives and Energy Systems*, 2012.
- [7] R. Tapia-Olvera, F. Beltran-Carbajal, O. Aguilar-Mejia, and A. Valderrabano-Gonzalez, "An adaptive speed control approach for DC shunt motors," *Energies*, vol. 9, no. 11, 2016.
- [8] M. N. Masrukhan, M. P. Mulyo, D. Ajiatmo, and M. Ali, "Optimasi Kecepatan Motor DC Menggunakan Pid Dengan Tuning Ant Colony Optimization (ACO) Controller," in *SENTIA-2016, Polinema, Malang*, 2016, pp. B49–B52.
- [9] M. Ali and H. Nurohmah, "The ACO-ANFIS Hybrid Method used for LFC Optimization in Wind – Diesel

Hybrid Power System,” in *Seminar Nasional Teknik Elektro (FORTEI 2017)*, 2017, pp. 215–218.

- [10] M. Ali, I. Umami, and H. Sopian, “Optimisasi Steering Control Mobil Listrik Auto-Pilot Menggunakan Metode Ant Colony Optimization (ACO),” *J. Intake*, vol. 6, no. 1, pp. 34–50, 2015.