

## Penggunaan Metode Imperialist Competitive Algorithm (ICA) untuk kontrol Frekuensi pada Wind-Turbine dan Hybrid Wind-Diesel

Muhammad Fatkhur Rochman<sup>1</sup>, Sabbilul Muttaqin<sup>2</sup>, Machrus Ali<sup>3</sup>, Hidayatul Nurohmah<sup>4</sup>  
 (1,2,3,4)Teknik Elektro, Universitas Darul 'Ulum, Jombang  
<sup>1</sup>[atkhur0707@gmail.com](mailto:atkhur0707@gmail.com), <sup>2</sup>[sabbilul@gmail.com](mailto:sabbilul@gmail.com),  
<sup>3</sup>[machrus@ft-undar.ac.id](mailto:machrus@ft-undar.ac.id), <sup>4</sup>[nurhmah@ft-undar.ac.id](mailto:nurhmah@ft-undar.ac.id)

### Abstract

*Imperialist Competitive Algorithm (ICA) is a method inspired by natural processes that occur in the nature and life processes of animal populations in the forest. This method is compared with the socio-political conditions that are commonly used in a country and do not consider the concept of culture. ICA is a method of mathematical model discovered by Esmail Atashpaz Gargari in 2007 that utilizes the history of natural events and is an excellent method for solving some problems in optimization. The power of the generating system is strongly influenced by frequency changes. Wind power systems or wind and diesel combined very influenced by the large and wind speed as the power input of the plant. In its application wind-turbine and wind-diesel systems are controlled with PID controllers. Setting the gain value of the PID is still in the conventional method only, making it difficult to get the optimal value. Using the ICA Intelligent Method searches for the optimum PID value to adjust the load frequency to the Matlab / Simulink program. By comparing Wind Turbine and Wind-Diesel with uncontrolled system, with conventional PID method, and with ICA method. The results show that ICA method has smaller overshoot and faster settling time.*

**Keywords:** ICA, PID, Wind-Diesel, Wind Turbine

## 1. PENDAHULUAN

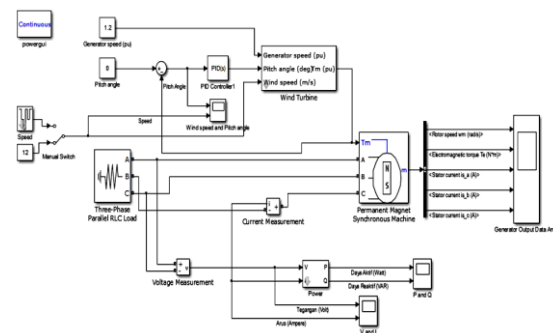
Pada penelitian sebelumnya studi kestabilan sistem hibrid membahas teknik pengaturan frekwensi dan mendiskusikan teknik gabungan sistem fuel cell dan elektrolisa hibrid untuk meningkatkan kemampuan mikrogrid dalam kualitas daya dari permasalahan fluktuasi frekwensi. Pengaturan yang diajukan dan sistem pemantauan (monitoring) yang dilakkan adalah untuk menjaga kualitas daya, juga untuk menjaga kestabilan fluktuasi frekwensi yang disebabkan adanya daya random pada pembangkitan serta pada sisi beban juga untuk menjaga kestabilan fluktuasi aliran daya pada tieline aliran daya yang diakibatkan fluktuasi frekwensi dari sistem hibrid[1,2]. Beberapa penelitian sebelumnya telah membahas pengaturan frekuensi pada Wind Turbine, Wind-Diesel[3,4] Dari beberapa permasalahan pengaturan frekwensi yang menyebabkan fluktuasi aliran daya pada berbagai jenis pembangkitan sistem hibrid yang terkoneksi.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Wind Turbine

Pembangkit Listrik Tenaga Angin mengkonversikan energi angin menjadi energi listrik dengan menggunakan turbin angin. Energi angin yang memutar turbin angin,

diteruskan memutar rotor pada generator, sehingga akan menghasilkan energy listrik. Energi listrik ini akan disimpan kedalam baterai sebelum dapat dimanfaatkan sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Angin (Wind-Turbine). Secara teknis, Wind Turbine memiliki tiga komponen utama yaitu angin, turbin dan generator[1]. Pengaturan torsi dan putaran wind turbine dapat dimodelkan seperti pada gambar 1. berikut ini:

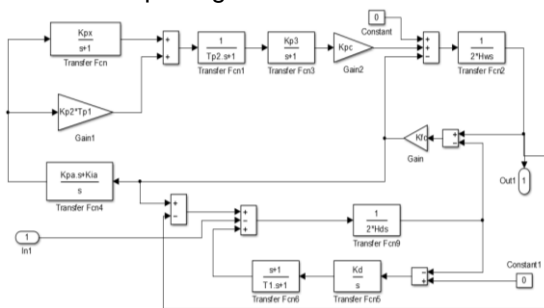


**Gambar 1.** Pemodelan pada Wind Turbine

### 2.2. Wind - Deisel

Sistem daya hibrid turbin angin – diesel dapat diterapkan pada daerah terpencil yang tingkat kecepatan angin cukup signifikan dalam memproduksi listrik. Hasil energi listrik dari sistem hibrid Wind-Diesel dapat menyediakan

pelayanan yang baik bagi pelayanan ke konsumen, namun semua itu tergantung pada tipe dan karakteristik kontrol pembangkitan. Variasi sistem frekuensi harus dapat dijaga kestabilannya agar peralatan dapat beroperasi dengan baik dan efisien. Strategi-strategi yang dapat dilakukan dengan cara pengaturan kontrol beban tiruan, prioritas switching kontrol beban, penggunaan flywheel, superkonduktor magnetik dan baterai. Model dalam studi kasus ini terdiri dari sub sistem: model dinamik turbin angin, model dinamik diesel, kontrol kecepatan sudu turbin angin dan model dinamik generator[3,4]. Blok diagram fungsi transfer Wind-Diesel pada gambar 2.



Gambar 2. Pemodelan Wind-Diesel

Parameter pembangkit listrik *hybrid wind diesel* dapat dilihat pada Tabel 1[4].

Tabel 1. Parameter Wind-Diesel

$\Delta\omega_1$	Frekuensi generator Angin (hz)	-
$\Delta P_{load}$	Perubahan Beban Masuk (p.u.kW)	-
$\Delta P_{wtg}$	Pembangkit Tenaga Angin (p.u.kW)	-
$H_w$	Konstanta dari Sistem Angin (s)	3.5
$H_d$	Konstanta dari Sistem Angin (s)	8.5
$s$	Laplace Komplek Frekuensi Generator	-
$\Delta P_{max}$	Pengaturan Daya Maksimum	0
$\Delta P_t$	Pembangkit Tenaga Diesel (p.u.kW)	-
$P_r$	Kapasitas Area (kW)	350
$\Delta\omega_2$	Frekuensi generator Diesel (hz)	-
$K_{pc}$	Karakteristik Gain Blade	0.08
$K_{FC}$	Gain Fluida Kopling	16.2
$K_{P3}$	Gain Data Respon Lapangan	1.4
$K_{P2}$	Gain Aktuator Hidrolik	1.25
$K_{P1}$	Gain Kontrol Program	4
$Tp_{1,}$	Waktu Konstan dari Aktuator Hidrolik	0,6,
$Tp_{2,}$		0,041

### 3. METODE PENELITIAN

#### A. PID Controller

Kontrol PID adalah sistem kontrol gabungan antara kontrol proporsional, integral, dan

turunan (derivative). Pada metode ini, penalaan dilakukan dalam kalang tertutup dimana masukan referensi yang digunakan adalah fungsi tangga (step). Pengendali pada metode ini hanya pengendali proporsional.  $K_p$ , dinaikkan dari 0 hingga nilai kritis  $K_p$ , sehingga diperoleh keluaran yang terus-menerus berosilasi dengan amplitudo yang sama. Nilai kritis  $K_p$  ini disebut sebagai *ultimated gain*. Nilai *ultimated period*,  $T_u$ , diperoleh setelah keluaran sistem mencapai kondisi yang terus menerus berosilasi[5,6].

#### B. Metode *Imperialist Competitive Algorithm (ICA)*

Imperialist Competitive Algorithm (ICA) merupakan metode yang diilhami dari proses alamiah yang terjadi di alam dan proseh kehidupan populaasi hewan di hutan karna metode ini diumpamakan dengan kondisi sosial politik yang biasa dilakukan disebuah negara dan tidak mempertimbangkan konsep kebudayaan. ICA merupakan metode model matimatis yang ditemukan oleh Esmaeil Atashpaz Gargari pada tahun 2007 yang memanfaatkan sejarah kejadian alam dan merupakan metode yang sangat bagus untuk menyelesaikan masalah dalam optimasi[3,8,9]. Parameter ICA bias dilihat pada table 2.

Tabel 2. Parameter ICA

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

Fungsi objektif yang digunakan adalah dengan Integral Time Absolut Error (ITAE). Parameter PID yang ditala oleh ICA adalah  $K_p$ ,  $K_i$  dan  $K_d$ .

### 4. HASIL SIMULASI DAN ANALISIS

#### 4.1 Konstanta PID pada Wind Turbine dan Wind-Diesel

Dengan memasukkan parameter-parameter dan running program pada plant pembangkit

hibrid wind-diesel didapatkan nilai konstanta PID pada masing-masing model. Konstanta Kp, Ki dan Kd pada PID dapat dilihat pada table 3 dan 4.:

Tabel 3. Konstanta PID Wind Turbine

	Uncontrolled	PID	ICA
Kp	-	1	1.09645
Ki	-	1	-41.63832
Kd	-	0	0.00388

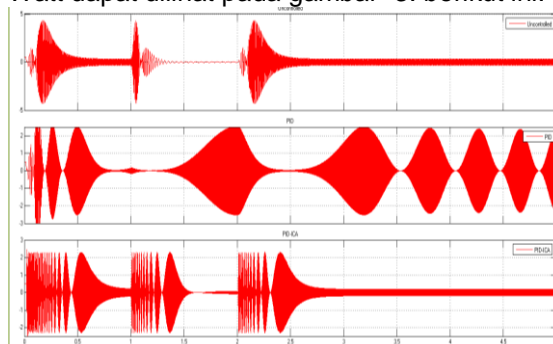
Tabel 4. Konstanta PID Wind Diesel

	Uncontrolled	PID	ICA
Kp	-	1	38.16523
Ki	-	1	10
Kd	-	0	0

### 4.2 Hasil Respon pada Wind Turbine dan Wind-Diesel

#### 4.2.1. Respon Wind Turbine

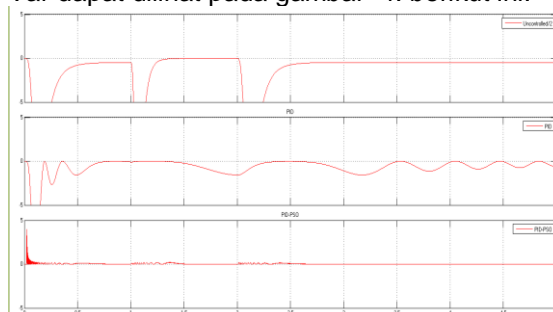
Hasil output Daya Aktif (P) dalam satuan Watt dapat dilihat pada gambar 3. berikut ini:



Gambar 3. Daya Aktif (Watt)

Dari gambar diatas menunjukkan bahwa rata-rata daya aktif yang bisa dibangkitkan pada PID-ICA adalah yang terbaik yaitu 2,451 Watt dengan frekuensi 180/ms.

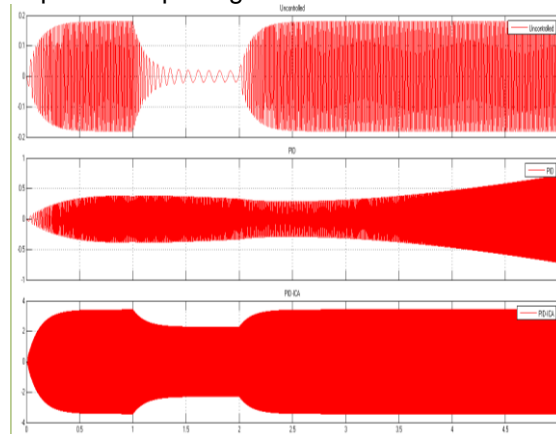
Hasil output Daya Reaktif (Q) dalam satuan Var dapat dilihat pada gambar 4. berikut ini:



Gambar 4. Daya Reaktif (Var)

Dari gambar diatas menunjukkan bahwa rata-rata daya reaktif yang bisa dibangkitkan pada model PID-ICA adalah yang terbaik yaitu - 0,12323 Var dengan frekuensi 180/ms.

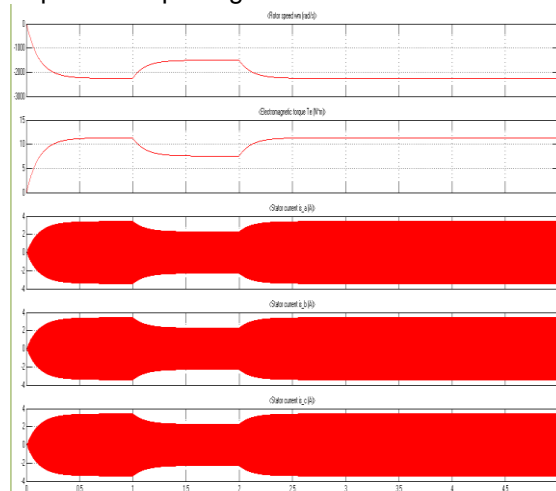
Hasil output arus dalam satuan ampere dapat dilihat pada gambar 5. berikut ini:



Gambar 5. Arus (Ampere)

Dari gambar diatas menunjukkan bahwa arus maksimal dapat dibangkitkan pada model PID-ICA adalah yang terbaik yaitu 3.425 ampere dengan frekuensi 180/ms.

Hasil output Generator pada model PID-ICA dapat dilihat pada gambar 6. berikut ini:

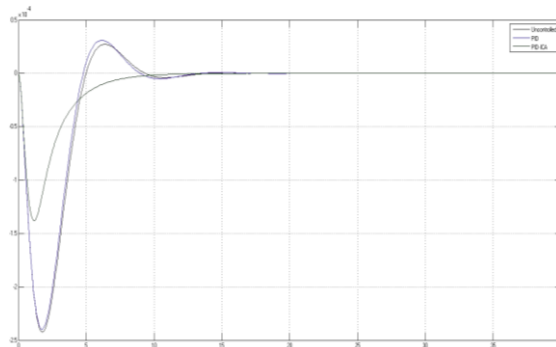


Gambar 6. Hasil Output Generatos

Dari gambar output generator menunjukkan bahwa daya yang bisa dibangkitkan pada model PID-ICA adalah yang terbaik.

#### 4.2.1. Respon Wind Diesel

Hasil respon wind-diesel dapat dilihat pada gambar 7.



**Gambar 7.** Hasil Respon Wind Diesel

Dari hasil running program tanpa kontroler didapatkan nilai undershoot pada  $t = 1,6$  sebesar  $-2,238 \cdot 10^{-4}$  dan overshoot pada  $t = 6,14$  sebesar  $3,092 \cdot 10^{-5}$  dengan settling time 23,4 detik. Dari hasil running program PID Kontroller didapatkan nilai undershoot pada  $t = 1,6$  sebesar  $-2,238 \cdot 10^{-4}$  dan overshoot pada  $t = 6,14$  sebesar  $3,092 \cdot 10^{-5}$  dengan settling time 23,4 detik. Dari hasil running program PID-ICA kontroler didapatkan nilai undershoot pada  $t = 1,6$  sebesar  $-1,379 \cdot 10^{-4}$  tanpa overshoot dengan settling time 16,7 detik

## 5. KESIMPULAN

Dari hasil uji coba wind turbine dapat disimpulkan bahwa pada sistem wind turbine dengan tuning PID-ICA didapatkan system yang terbaik yaitu 2,451 Watt dengan frekuensi 180/ms. Sedang pada uji coba Wind Diesel tanpa overshoot, undershoots terkecil ( $1,379 \times 10^{-5}$ ) dan settling time tercepat (16,7 detik) pada PID-ICA. Hal ini menunjukkan bahwa dengan model control PID-ICA sistem akan lebih cepat merespon dan memperbaiki frekuensi agar tetap konstan.

## DAFTAR PUSTAKA:

- [1] Robandi, I. (2006): Desain Sistem Tenaga Modern: Optimasi, Logika Fuzzy, dan Algoritma Genetika. ANDI. 2006.
- [2] Robandi, I. (2006): Modern Power System Control. ANDI, Yogyakarta. 2006.
- [3] Machrus Ali, Soedibyo, Imam Robandi, Desain Pitch Angle Controller Turbin Angin Dengan Permanent Magnetic Synchronous Generator (PMSG) Menggunakan Imperialist Competitive Algorithm (ICA), SENTIA-2015, Polinema, Malang, Indonesia, pp: B128-B131
- [4] Rukslin, Muhamad Haddin, Agus Suprajitno, Pitch Angle Controller Design on the Wind

Turbine with Permanent Magnet Synchronous Generator (PMSG) Base on Firefly Algorithms (FA), ISEMANTIC-2016, IEEE International Conference, Udinus, Semarang, pp: 13-17.

- [4] Mohit Singh, Dynamic Models for Wind Turbines and Wind Power Plants. 2011.
- [5] Hou, J. (2012): Load frequency control of wind diesel hybrid power systems via predictive control. Control Conference (CCC), 2012 31st Chinese.
- [6] Tan Wen, (2011): Load frequency control for wind-diesel hybrid systems. Control Conference (CCC), 2011 30th Chinese
- [7] Dwi Hendra, Machrus Ali, Nyoman Sutantra, The Comparison of Optimization for Active Steering Control on Vehicle Using PID Controller Based on Artificial Intelligence Techniques, ISEMANTIC-2016, IEEE International Conference, Udinus, Semarang, pp: 18-22.
- [8] Machrus Ali, Fakhruddin Hunaini, Imam Robandi, Nyoman Sutantra, Optimization of Active Steering Control on Vehicle with Steer by Wire System Using Imperialist Competitive Algorithm (ICA), ICoICT-IEEE International Conference, 2015, Bali, Indonesia, p: 500-503
- [9] Atashpaz-Gargari E, Lucas C. Imperialist competitive algorithm: an algorithm for optimization inspired by imperialistic competition, Congress on Evolutionary Computation (CEC) IEEE (2007) 4661–4667.