

**LAPORAN AKHIR
PENELITIAN HIBAH “GURU BESAR DAN DOKTOR”
FAKULTAS TEKNIK**



***Optimal Scheduling* Pembangkit Tenaga Listrik Sistem 500 kV
Jawa-Madura-Bali (JAMALI) berbasis *Artificial Intelligence***

Ketua/Anggota Tim:

Ketua : Prof. Ir. Hadi Suyono, S.T., M.T., Ph.D., IPU. (0020057304)
Anggota : Dr. Ir. Rini Nur Hasanah, S.T., M.Sc., IPM. (0022016804)
M. Fauzan Edy Purnomo, S.T., M.T., Ph.D. (0009067103)
Ir. Unggul Wibawa, M.Sc., IPM. (0006016304)

Dibiayai oleh:

Fakultas Teknik

Melalui Dana Penerimaan Negara Bukan Pajak (PNBP) Universitas Brawijaya
Sesuai dengan Daftar Isian Pelaksanaan Anggaran (DIPA) Universitas
Brawijaya Nomor DIPA-023.17.2.677512/2020 dengan Perjanjian Kontrak
Nomor: 09/UN10.F07/PN/2020

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
2020**

HALAMAN PENGESAHAN

Judul : *Optimal Scheduling* Pembangkit Tenaga Listrik Sistem 500 kV Jawa-Madura-Bali (JAMALI) berbasis *Artificial Intelligence*

Peneliti/Pelaksana
Nama Lengkap : Prof. Ir. Hadi Suyono, ST., MT., Ph.D., IPU.
Perguruan Tinggi : Universitas Brawijaya
NIDN : 0020057304
Jabatan Fungsional : Guru Besar
Program Studi : S1 Teknik Elektro
Nomor HP : 082335587005
Alamat surel (e-mail) : hadis@ub.ac.id

Anggota (1)
Nama Lengkap : Dr. Ir. Rini Nur Hasanah, S.T., M.Sc., IPM.
NIDN : 0022016804
Perguruan Tinggi : Universitas Brawijaya

Anggota (2)
Nama Lengkap : M. Fauzan Edy Purnomo, S.T., M.T., Ph.D.
NIDN : 0009067103
Perguruan Tinggi : Universitas Brawijaya

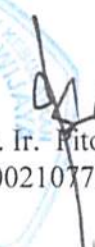
Anggota (3)
Nama Lengkap : Ir. Unggul Wibawa, M.Sc., IPM.
NIDN : 0006016304
Perguruan Tinggi : Universitas Brawijaya

Mitra
Nama Institusi Mitra : PT. Rumpun Wahana Karya
Alamat : Jln Selat Karimata E2 No 23 Sawojajar Malang
Penanggung Jawab : Komarodin, S.T.
Tahun Pelaksanaan : Tahun ke 1 dari rencana 1 tahun
Biaya Tahun Berjalan : Rp 100.000.000.00
Biaya Keseluruhan : Rp 100.000.000.00

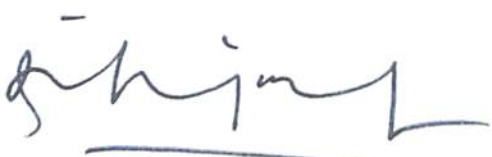
Malang, 04 November 2020

Mengetahui
Dekan FTUB,

Ketua Peneliti,



Prof. Dr. Ir. Ritojo Tri Juwono, MT., IPU.
NIDN. 0021077005



Prof. Ir. Hadi Suyono, ST., MT., Ph.D., IPU.
NIDN. 0020057304



Menyetujui
KETUA LPPM UB,



Dr. Ir. Bambang Susilo, M.Sc.Agr.
NIDN. 0010076205

RINGKASAN

Pesatnya pertumbuhan penduduk dan perkembangan ekonomi suatu negara membutuhkan dukungan yang memadai dari manajemen pasokan daya listrik. Energi listrik merupakan salah satu kebutuhan utama manusia terutama masyarakat di Indonesia. Energi listrik berperan penting di berbagai bidang usaha dan kegiatan manusia, hampir seluruh kebutuhan manusia tidak dapat dipisahkan dari energi listrik. Total biaya produksi dapat diminimalisir dengan adanya kombinasi pada pembebanan daya pada unit-unit pembangkit yang ada sehingga didapatkan suatu pembebanan yang optimal atau lebih ekonomis. Salah satu solusi untuk meminimalisir biaya produksi listrik dan efisiensi bahan bakar adalah dengan melakukan optimasi biaya bahan bakar pembangkit pada proses produksi listrik atau yang biasa disebut *economic dispatch*.

Sistem pembangkit listrik yang berhubungan dengan pengiriman daya ekonomis adalah tujuan dari operasi sistem tenaga listrik. Penelitian ini dilakukan bagaimana menentukan kombinasi dan pembebanan terbaik dari pembangkit tenaga listrik untuk memenuhi permintaan beban tertentu dengan menggunakan metode optimisasi berbasis *artificial intelligent* (AI). Metode AI yang digunakan adalah metode *Particle Swarm Optimization* (PSO), metode *Ant Colony Optimization* (ACO), dan *hybrid PSO-ACO*.

Persoalan optimisasi yang dilakukan adalah untuk membagi beban pembangkit di antara seluruh pembangkit listrik termal dalam sistem yang ada dan untuk mencari kombinasi terbaik yang memberikan biaya pembangkitan paling ekonomis. Pencarian solusi menggunakan metode PSO dan ACO ini ditentukan oleh distribusi partikel Gbest dan kemampuan semut untuk menemukan solusi terbaik, yang disebut BestAnt. Pada penelitian ini, proses evaluasi dilakukan dengan menggunakan sistem jaringan tenaga listrik 500kV Jawa-Madura-Bali (JAMALI) berdasarkan data yang tersedia. Pemrograman optimal dengan berbasis MATLAB dilakukan dengan membandingkan hasil kombinasi dan pembebanan pembangkit yang paling optimal dari solusi dengan metode *artificial intelligent* di atas.

Hasil optimasi menunjukkan bahwa biaya pembangkitan yang dioptimalkan dengan metode hybrid lebih rendah dibandingkan saat menggunakan metode PSO, meskipun masih lebih tinggi daripada saat menggunakan metode ACO. Namun, metode *hybrid PSO-ACO* menawarkan pencapaian terbaik dalam hal kecepatan komputasi dibandingkan dengan metode PSO dan ACO.

Kata kunci: *Ant Colony Optimization; Artificial Intelligent; Economic Dispatch; Hybrid PSO-ACO; Ketahanan Energi; Particle Swarm Optimization;*

PRAKATA

Puji syukur dipanjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala berkah, rahmat dan hidayah-Nya sehingga Laporan Akhir Penelitian dengan judul "*Optimal Scheduling Pembangkit Tenaga Listrik Sistem 500 kV Jawa-Madura-Bali (JAMALI) berbasis Artificial Intelligence*" ini dapat diselesaikan dengan baik.

Penelitian Hibah "Guru Besar dan Doktor" Fakultas Teknik Universitas Brawijaya ini merupakan skema penelitian Guru Besar/Profesor dengan pembiayaan DIPA Universitas Brawijaya tahun 2020 melalui Dana Penerimaan Negara Bukan Pajak (PNBP) Universitas Brawijaya Sesuai dengan Daftar Isian Pelaksanaan Anggaran (DIPA) Universitas Brawijaya Nomor DIPA-023.17.2.677512/2020 dengan Perjanjian Kontrak Nomor: 09/UN10.F07/PN/2020.

Penelitian ini melibatkan mahasiswa yang bertujuan untuk mengarahkan mahasiswa dalam rangka memberikan pemahaman konsep metodologi riset, cara melakukan penelitian, dan penyusunan laporan yang sesuai standar baku yang diberikan. Disamping itu, bentuk penelitian ini sangat membantu dosen untuk meningkatkan penelitian ini menjadi penelitian yang dikompertisikan di tingkat regional atau nasional. Kegiatan penelitian ini melibatkan 2 (dua) orang mahasiswa.

Penelitian ini juga merupakan wujud pelaksanaan salah satu unsur Tri Dharma Perguruan Tinggi yang menjadi suatu kewajiban bagi setiap dosen. Disadari sepenuhnya bahwa penelitian ini banyak kekurangan dan perlu terus disempurnakan, untuk itu saran dan kritik yang konstruktif sangat diharapkan.

Malang, 4 November 2020

Ketua Peneliti,

Prof. Ir. Hadi Suyono, S.T., M.T., Ph.D., IPU.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A.K. Raja, A.M. Srivastava, and M. Dwivedi, *Power Plant Engineering*. New Delhi: New Age International Publisher, 2006.
- [2] M. Mohatram and Kumar, "application of artificial neural network in economic generation scheduling of thermal power plants,". *Proc. of the National Conference*, vol. 8, 2006, pp. 1-9.
- [3] J. Kennedy and R. Eberhart, "Particle swarm optimization", in *Proc. of ICNN'95*, Perth, WA, Australia, 1995, pp. 1942-1948.
- [4] G.R. Tankasala, "Artificial Bee Colony Optimisation for economic load dispatch of a modern power system", *Int. J. of Sc. & Eng. Res.*, vol. 3, Issue 1, January-2012, pp. 1-6.
- [5] M. Dorigo and L.M. Gambardella, "Ant Colony System: a cooperative learning approach to the traveling salesman problem", *IEEE Trans. on Evolutionary Computation*, vol. 1, No. 1, 1997, pp. 53-66.
- [6] S.D. Biswas and A. Debbarma, "Optimal operation of large power system by GA method", *J. of Emerging Trends in Engineering and Applied Sciences (JETEAS)*, vol. 3, No. 1, 2012, pp. 1-7.
- [7] R.K. Swain, N.C. Sahu, and P. K. Hota, "Gravitational Search Algorithm for Optimal Economic Dispatch", *Procedia Technology*, vol. 6, 2012, Pages 411-419.
- [8] Latifa Dekhici, Pierre Borne, Belkadi Khaled. *Firefly Algorithm for Economic Power Dispatching With Pollutants Emission*. *Informatica Economică* vol. 16, no 2/2012, 2012, 16 (2), pp.45-57. fahal00719362f
- [9] Subramanian, R. and K. Thanushkodi. "An Efficient Firefly Algorithm to Solve Economic Dispatch Problems." (2013).
- [10] D. Santra, A. Mondal and A. Mukherjee, "Study of Economic Load Dispatch by Various Hybrid Optimization Techniques," *Hybrid Soft Computing: Research and Applications*, S. Bhattacharyya et al.(eds.), Springer India, pp. 37-74.
- [11] D. Santra and A. Mukherjee, "Hybrid PSO-ACO algorithm to solve economic dispatch problem with transmission loss for small-scale power system," *Int. Conf. on Intelligent Control Power and Instrumentation*, 2016, pp.226-230.
- [12] D. Ananthan and S. Nishanthinivalli, "Unit commitment solution using Particle Swarm Optimization (PSO)". *IOSR J. of Engineering*, vol. 04, 2014, pp 01-09.
- [13] Pang C.K., Chen H.C. 1981. *Optimal Short Term Thermal Unit Commitment*. *IEEE Transaction On Power Apparatur and System*, Vol PAS-95 No. 4, July/August, pp. 1336-1346.
- [14] Fan Ji Yuan, and Zhang Lang. *Real time Economic with Line Flow and Emission Constraint Using Quadratic Programming*. *IEEE Transaction on Power System.*, vol. 13, no. 2, May. 1998, pp. 320-325.
- [15] Tong S.K., Shahidehpour S.M., Ouyang Z. 1991. *A Heuristic Short Term unit Commitment*. *IEEE Transaction On Power System*, Vol 6, No. 3, August, pp. 1210-1216.
- [16] Bakirtzis A.G, Kazarlis S.A., A.G., Petridis V. *A Genetic Algorithm Solution to the Unit Commitment Problem*. 1996. *IEEE Transaction on Power System*, Vol 11, No. 1, February, pp : 83-92.

- [17] Janson Arne , Krus Petter and Paimberg Jan-Ove, 1998. Optimisation of Fluid Power System with Two Alternatif Non-Derevatif Methods. Publications of Arne Janson on his Web <http://www.esc.aakckland.ac.nz/people/statt/philpott/hamish.html>
- [18] Wood, A. J., & Wollenberg, B. F. (1996). Power Generation, Operation and Control (2th ed.). New York: A Willey-Interscience Publication.
- [19] Panigrahi,P.,Mishra,S.,Pani,R.,S. (2015). Implementation of Firefly Algorithm on Economic Load Dispatch. International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT),4,376-380.
- [20] Xin-She Yang. (2009). Firefly Algorithm for Multimodal Optimization, in: stochastic Algorithms: foundations and Applications, London, SAGA Lecture Notes in Computer sciences, Vol. 5792, pp. 169-178.
- [21] Syah, Khairudin., Hasanah, R.N., & Shidiq, M. (2013). Analisis Perbandingan Economic Dispatch Menggunakan Metode Lagrange dan CFPSO. Tidak dipublikasikan. Tesis. Universitas Brwajaya. Malang.
- [22] Kiran, Servet., Gündüz, Mesut., Baykan, Ömer Kaan., (2012). A novel hybrid algorithm based on particle swarm and ant colony optimization for finding the global minimum. Applied Mathematics and Computation, 219, 1515-1521.
- [23] Santra, Dipankar., Mondal, Arindam., Mukherjee, Anirban. (2015). Hybrid PSO - ACO Technique to Solve Economic Load Dispatch Problem. IEEE International Conference on Research in Computational Intelegence and Communication Network, 187-191.
- [24] Santra, Dipankar., Mukherjee, Anirban., (2016). Hybrid PSO-ACO algorithm to solve economic dispatch problem with transmission loss for small scale power system. International Conference on Intelegent Control Power and Instrumentation, 226-230.
- [25] Riyanto, S., Suyono, H., & Dahlan H.S., (2012). Penjadwalan Pembangkit Tenaga Listrik Jangka Pendek Menggunakan Ant Colony Optimization. Tesis. Tidak dipublikasikan. Malang : Universitas Brawijaya.
- [26] Santosa, Budi. (2012). Ant Colony Optimization. <https://bsantosa.files.wordpress.com/2012/05/ant-colonyoptimization1.pdf> . Diakses pada tanggal 20 Oktober 2018, pukul 15.00 WIB.
- [27] Abri, K. (2016). Optimasi Pembebanan Pembangkit Menggunakan Random Drift Particle Swarm Optimization (RDPSO) Pada Sistem Interkoneksi Jawa Bali 500 kV. Surabaya: Tugas Akhir, ITS.
- [28] Subramanian R, Thanushkodi K, Prakash A. An Efficient Meta Heuristic Algorithm to Solve Economic Load Dispatch Problems. Iranian Journal of Electrical and Electronic Engineering (IJEET). 2013; 9 (4) :246-252, URL: <http://ijeet.iust.ac.ir/article-1-559->
- [29] IEEE 30-Bus Test System Data, Available: https://www.ee.washington.edu/research/pstca/pf30/pg_tca30bus.htm
- [30] O. Alsac and B. Stott, "Optimal Load Flow with Steady-State Security," in IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems, vol. PAS-93, no. 3, pp. 745-751, May 1974. doi: 10.1109/TPAS.1974.293972