

LAPORAN AKHIR
PENELITIAN HIBAH BERSAING
(TAHUN KETIGA)



Peningkatan Efisiensi Sistem Distribusi Daya Listrik
Berbasis Algoritma Cerdas Fuzzy-PSO

Tahun ke 3 dari rencana 3 tahun

Peneliti Utama:

Ramadoni Syahputra, S.T., M.T.

NIDN. 0510107403

Anggota:

Ir. Agus Jamal, M.Eng.

NIDN. 0529086601

Dibiayai oleh:

Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Kementerian Pendidikan Nasional, sesuai dengan Surat Perjanjian Pelaksanaan Penugasan Penelitian Hibah Bersaing Nomor: 1142.19/K5/KL/2013, tanggal 21 Mei 2014

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA
NOPEMBER 2014

RINGKASAN

Pemerintah Indonesia telah menargetkan bahwa pasokan energi listrik yang berasal dari pembangkit tersebar (*distributed generation*, DG) energi terbarukan terintegrasi ke jaringan interkoneksi hingga 25% dari total pembangkit listrik pada tahun 2025. Guna mencapai target ini pemerintah telah mengeluarkan regulasi tentang pemanfaatan energi terbarukan diantaranya Peraturan Menteri ESDM No. 02 tahun 2012. Dalam peraturan ini disebutkan bahwa Pemerintah menyediakan Dana Alokasi Khusus Bidang Listrik Pedesaan yang bersumber dari APBN guna meningkatkan pemanfaatan energi terbarukan sebagai upaya mewujudkan sasaran bauran energi nasional dan meningkatkan peran serta pemerintah daerah dalam upaya pengembangan dan pemanfaatan energi terbarukan. Upaya ini harus direspon oleh peneliti di perguruan tinggi guna menyukseskan program pemerintah dalam sektor energi.

Penelitian ini mempunyai tujuan jangka panjang yaitu meningkatkan performa sistem distribusi tenaga listrik akibat integrasi DG energi terbarukan surya dan angin. Strategi yang diterapkan untuk meningkatkan performa sistem distribusi adalah pemetaan potensi energi surya-angin dalam rangka menentukan lokasi dan kapasitas DG yang optimal, meminimalkan pengaruh tegangan lebih akibat integrasi DG, menjaga stabilitas sistem distribusi saat terjadi perubahan cuaca, dan meminimalkan *losses* jaringan guna menghasilkan sistem distribusi berefisiensi tinggi. Metode yang digunakan untuk menerapkan strategi ini yaitu metode optimisasi berbasis algoritma cerdas logika *fuzzy* dan *particle swarm optimization* (PSO). Strategi peningkatan performa sistem distribusi berbasis algoritma cerdas akan diterapkan pada sistem distribusi standar IEEE dan data sistem distribusi *real* yaitu PLN APJ Yogyakarta. Diperlukan waktu tiga tahun untuk mencapai target utama penelitian ini. Pada tahun pertama penelitian telah dilakukan peningkatan performa sistem distribusi standar IEEE model 70 bus menggunakan perangkat-lunak ETAP dan Matlab. Pemilihan standar IEEE ini dalam rangka menguji-coba metode dan memantapkan strategi yang akan diterapkan pada data sistem distribusi *real*. Selanjutnya pada tahun kedua telah diterapkan strategi peningkatan performa sistem distribusi standar IEEE model 33 bus akibat integrasi DG energi terbarukan surya-angin. Dan pada tahun ketiga diterapkan strategi peningkatan performa sistem distribusi data PLN APJ Yogyakarta akibat integrasi DG energi terbarukan surya-angin.

Kontribusi penelitian ini adalah desain metode optimisasi lokasi dan kapasitas DG surya-angin dan peningkatan efisiensi sistem distribusi menggunakan algoritma cerdas fuzzy-PSO. Kontribusi selanjutnya adalah algoritma cerdas *fuzzy*-PSO digunakan secara spesifik untuk menyelesaikan permasalahan *real* di lapangan yaitu sistem distribusi PLN APJ Malang dan PLN APJ Yogyakarta.

Kata-kata kunci: Sistem distribusi, pembangkit tersebar, logika fuzzy, PSO, efisiensi.

PRAKATA

Bismillaahirrahmaanirrahiim.

Syukur alhamdulillah penulis panjatkan ke hadirat ALLAH SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Penelitian berjudul “Peningkatan Efisiensi Sistem Distribusi Daya Listrik Berbasis Algoritma Cerdas Fuzzy-PSO”. Penelitian ini merupakan skema Penelitian Hibah Bersaing dengan sumber dana berasal dari DITLITABMAS DIKTI KEMENDIKBUD RI untuk tahun pendanaan 2014.

Penyelesaian penelitian dan laporan ini tidak lepas dari beberapa pihak yang telah banyak membantu. Oleh karena itu bersama ini penulis menyampaikan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada:

1. Direktur Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat DIKTI KEMENDIKBUD RI, yang telah memberikan dukungan dana penelitian APHB tahun 2012-2013,
2. Prof. Dr. Bambang Cipto, MA., sebagai Rektor Universitas Muhammadiyah Yogyakarta,
3. Jazaul Ikhsan, ST., MT., Ph.D., sebagai Dekan Fakultas Teknik UMY,
4. Ir. Agus Jamal, M.Eng., Ketua Jurusan Teknik Elektro, dan Rahmat Adiprasetya, ST., M.Eng., Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik UMY,
5. Seluruh dosen, karyawan, dan mahasiswa Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik UMY, yang telah banyak membantu dan memberikan masukan penulis dalam melaksanakan tugas yang diberikan kepada penulis,
6. Dik Dr. Indah Soesanti, S.T., M.T., yang telah banyak membantu dan memberikan masukan yang sangat berguna dalam penyelesaian diktat ini,
7. Ibunda dan ayahanda yang selalu mendoakan penulis, dan
8. Semua pihak yang telah membantu.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari sempurna. Untuk itu segala kritik dan saran yang bersifat membangun akan penulis terima dengan lapang dada. Akhirnya, semoga penelitian ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan khususnya dalam bidang Teknik Elektro dan juga bagi masyarakat dan bangsa Indonesia pada umumnya.

Yogyakarta, Nopember 2014

Peneliti

DAFTAR ISI

RINGKASAN	.....	i
PRAKATA	.....	ii
DAFTAR ISI	.....	iii
1. PENDAHULUAN	.....	1
1.1. Latar Belakang	.....	1
1.2. Tujuan Khusus	.....	2
1.3. Urgensi (Keutamaan) Penelitian	.....	3
2. TINJAUAN PUSTAKA	.....	4
2.1. Kajian Pustaka	.....	4
2.2. Landasan Teori	.....	6
3. METODE PENELITIAN	.....	12
3.1. Alat dan Bahan	.....	12
3.2. Jalan Penelitian	.....	12
4. HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS	.....	15
5. KESIMPULAN	.....	20
DAFTAR PUSTAKA	.....	21
LAMPIRAN		

BIBLIOGRAFI

- [1] Abdelaziz, A.Y., S.F. Mekhamer, F.M. Mohammed, M.A.L. Badr, 2009, "A Modified Particle Swarm Technique for Distribution Systems Reconfiguration", The Online Journal on Electronics and Electrical Engineering (OJEEE). Vol. (1), No. (2), 2009.
- [2] Alrashidi, M.R. and M. El-Hawary, 2006, "A Survey of Particle Swarm Optimization Applications in Power System Operations," Electric Power Components and Systems, Vol. 34, No. 12, pp. 1349-1357, December 2006.
- [3] Bernardona, D.P., V.J. Garcia, A.S.Q. Ferreira, and L.N. Canha, 2009, "Electric distribution network reconfiguration based on a fuzzy multi-criteria decision making algorithm", Journal of Electric Power Systems Research 71 (2009), pp. 8-15.
- [4] Das, D., 2006, "Reconfiguration of distribution system using fuzzy multi-objective approach", ELSEVIER: Electrical Power and Energy Systems 28 (2006) 331-3.
- [5] Syahputra, R., Soesanti, I. (2016). Design of Automatic Electric Batik Stove for Batik Industry. Journal of Theoretical and Applied Information Technology (JATIT), 87(1), pp. 167-175.
- [6] Syahputra, R., Soesanti, I. (2016). Design of Automatic Electric Batik Stove for Batik Industry. Journal of Theoretical and Applied Information Technology (JATIT), 87(1), pp. 167-175.
- [7] Syahputra, R. (2016). Application of Neuro-Fuzzy Method for Prediction of Vehicle Fuel Consumption. Journal of Theoretical and Applied Information Technology (JATIT), 86(1), pp. 138-149.
- [8] Syahputra, R., Soesanti, I. (2016). DFIG Control Scheme of Wind Power Using ANFIS Method in Electrical Power Grid System. International Journal of Applied Engineering Research (IJAER), 11(7), pp. 5256-5262.
- [9] Soesanti, I., Syahputra, R. (2016). Batik Production Process Optimization Using Particle Swarm Optimization Method. Journal of Theoretical and Applied Information Technology (JATIT), 86(2), pp. 272-278.
- [10] Jamal, A., Suropto, S., Syahputra, R. (2016). Performance Evaluation of Wind Turbine with Doubly-Fed Induction Generator. International Journal of Applied Engineering Research (IJAER), 11(7), pp. 4999-5004.
- [11] Syahputra, R., Robandi, I., Ashari, M. (2015). Performance Improvement of Radial Distribution Network with Distributed Generation Integration Using Extended Particle Swarm Optimization Algorithm. International Review of Electrical Engineering (IREE), 10(2). pp. 293-304.
- [12] Syahputra, R., Robandi, I., Ashari, M. (2015). Reconfiguration of Distribution Network with DER Integration Using PSO Algorithm. TELKOMNIKA, 13(3). pp. 759-766.
- [13] Syahputra, R., Robandi, I., Ashari, M. (2015). PSO Based Multi-objective Optimization for Reconfiguration of Radial Distribution Network. International Journal of Applied Engineering Research (IJAER), 10(6), pp. 14573-14586.
- [14] Syahputra, R. (2015). Simulasi Pengendalian Temperatur Pada Heat Exchanger Menggunakan Teknik Neuro-Fuzzy Adaptif. Jurnal Teknologi, 8(2), pp. 161-168.
- [15] Syahputra, R. (2015). Characteristic Test of Current Transformer Based EMTP Software. Jurnal Teknik Elektro, 1(1), pp. 11-15.
- [16] Syahputra, R., (2012), "Distributed Generation: State of the Arts dalam Penyediaan Energi Listrik", LP3M UMY, Yogyakarta, 2012.
- [17] Jamal, A., Suropto, S., Syahputra, R. (2015). Multi-Band Power System Stabilizer Model for Power Flow Optimization in Order to Improve Power System Stability. Journal of Theoretical and Applied Information Technology, 80(1), pp. 116-123.

- [18] Syahputra, R., Robandi, I., Ashari, M. (2014). Optimization of Distribution Network Configuration with Integration of Distributed Energy Resources Using Extended Fuzzy Multi-objective Method. *International Review of Electrical Engineering (IREE)*, 9(3), pp. 629-639.
- [19] Syahputra, R., Robandi, I., Ashari, M. (2014). Performance Analysis of Wind Turbine as a Distributed Generation Unit in Distribution System. *International Journal of Computer Science & Information Technology (IJCSIT)*, Vol. 6, No. 3, pp. 39-56.
- [20] Syahputra, R., Robandi, I., Ashari, M., (2014), "Distribution Network Efficiency Improvement Based on Fuzzy Multi-objective Method". *IPTEK Journal of Proceedings Series*. 2014; 1(1): pp. 224-229.
- [21] Jamal, A., Syahputra, R. (2014). Power Flow Control of Power Systems Using UPFC Based on Adaptive Neuro Fuzzy. *IPTEK Journal of Proceedings Series*. 2014; 1(1): pp. 218-223.
- [22] Syahputra, R., (2013), "A Neuro-Fuzzy Approach For the Fault Location Estimation of Unsynchronized Two-Terminal Transmission Lines", *International Journal of Computer Science & Information Technology (IJCSIT)*, Vol. 5, No. 1, pp. 23-37.
- [23] Jamal, A., Syahputra, R. (2013). UPFC Based on Adaptive Neuro-Fuzzy for Power Flow Control of Multimachine Power Systems. *International Journal of Engineering Science Invention (IJESI)*, 2(10), pp. 05-14.
- [24] Syahputra, R., (2012), "Fuzzy Multi-Objective Approach for the Improvement of Distribution Network Efficiency by Considering DG", *International Journal of Computer Science & Information Technology (IJCSIT)*, Vol. 4, No. 2, pp. 57-68.
- [25] Jamal, A., Syahputra, R. (2012), "Adaptive Neuro-Fuzzy Approach for the Power System Stabilizer Model in Multi-machine Power System", *International Journal of Electrical & Computer Sciences (IJECS)*, Vol. 12, No. 2, 2012.
- [26] Jamal, A., Syahputra, R. (2011), "Model Power System Stabilizer Berbasis Neuro-Fuzzy Adaptif", *Semesta Teknika*, Vol. 14, No. 2, 2011, pp. 139-149.
- [27] Utomo, A.T., Syahputra, R., Iswanto, (2011), "Implementasi Mikrokontroler Sebagai Pengukur Suhu Delapan Ruang", *Jurnal Teknologi*, 4(2).
- [28] Syahputra, R., (2010), "Aplikasi Deteksi Tepi Citra Termografi untuk Pendeteksian Keretakan Permukaan Material", *Forum Teknik*, Vol. 33, 2010.
- [29] Syahputra, R., Soesanti, I. (2015). "Control of Synchronous Generator in Wind Power Systems Using Neuro-Fuzzy Approach", *Proceeding of International Conference on Vocational Education and Electrical Engineering (ICVEE) 2015*, UNESA Surabaya, pp. 187-193.
- [30] Syahputra, R., Robandi, I., Ashari, M. (2014). "Optimal Distribution Network Reconfiguration with Penetration of Distributed Energy Resources", *Proceeding of 2014 1st International Conference on Information Technology, Computer, and Electrical Engineering (ICITACEE) 2014*, UNDIP Semarang, pp. 388 - 393.
- [31] Syahputra, R., (2015), "Teknologi dan Aplikasi Elektromagnetik", LP3M UMY, Yogyakarta, 2016.
- [32] Syahputra, R., (2014), "Estimasi Lokasi Gangguan Hubung Singkat pada Saluran Transmisi Tenaga Listrik", *Jurnal Ilmiah Semesta Teknika* Vol. 17, No. 2, pp. 106-115, Nov 2014.
- [33] Soedibyo, Ashari, M., Syahputra, R. (2014), Power loss reduction strategy of distribution network with distributed generator integration. *1st International Conference on Information Technology, Computer, and Electrical Engineering (ICITACEE) 2014*, UNDIP Semarang, pp. 404 – 408.

- [34] Riyadi, S., Azra, R.A., Syahputra, R., Hariadi, T.K., (2014), “Deteksi Retak Permukaan Jalan Raya Berbasis Pengolahan Citra dengan Menggunakan Kombinasi Teknik Thresholding, Median Filter dan Morphological Closing”, Simposium Nasional Teknologi Terapan (SNTT)2 2014, UMS Surakarta, pp. 46-53.
- [35] Syahputra, R., Robandi, I., Ashari, M., (2013), “Distribution Network Efficiency Improvement Based on Fuzzy Multi-objective Method”. International Seminar on Applied Technology, Science and Arts (APTECS). 2013; pp. 224-229.
- [36] Syahputra, R., Robandi, I., Ashari, M., (2012), “Reconfiguration of Distribution Network with DG Using Fuzzy Multi-objective Method”, International Conference on Innovation, Management and Technology Research (ICIMTR), May 21-22, 2012, Melacca, Malaysia.
- [37] Syahputra, R., Robandi, I., Ashari, M., (2011), “Modeling and Simulation of Wind Energy Conversion System in Distributed Generation Units”. International Seminar on Applied Technology, Science and Arts (APTECS). 2011; pp. 290-296.
- [38] Syahputra, R., Robandi, I., Ashari, M., (2011), “Control of Doubly-Fed Induction Generator in Distributed Generation Units Using Adaptive Neuro-Fuzzy Approach”. International Seminar on Applied Technology, Science and Arts (APTECS). 2011; pp. 493-501.
- [39] Jamal, A., Syahputra, R., (2011), “Design of Power System Stabilizer Based on Adaptive Neuro-Fuzzy Method”. International Seminar on Applied Technology, Science and Arts (APTECS). 2011; pp. 14-21.
- [40] Syahputra, R. (2010). Fault Distance Estimation of Two-Terminal Transmission Lines. Proceedings of International Seminar on Applied Technology, Science, and Arts (2nd APTECS), Surabaya, 21-22 Dec. 2010, pp. 419-423.