ECONOMIC DISPATCH METODE ITERASI LAMBDA PEMBANGKIT *THERMAL* INTERKONEKSI JAWA-BALI DENGAN BEBAN LISTRIK HARI LIBUR NASIONAL BERBASIS *FEED FORWARD BACK-PROPAGATION*

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro

Oleh:

Khansa Ratri Haniya

E5051.1504417

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1

DEPARTEMEN PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS PENDIDIKAN TEKNOLOGI DAN KEJURUAN

UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA

2019

ECONOMIC DISPATCH METODE ITERASI LAMBDA PEMBANGKIT *THERMAL* INTERKONEKSI JAWA-BALI DENGAN BEBAN LISTRIK HARI LIBUR NASIONAL BERBASIS *FEED FORWARD BACK-PROPAGATION*

Oleh
Khansa Ratri Haniya

Sebuah skripsi yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi S1 Teknik Elektro

© Khansa Ratri Haniya 2019
Universitas Pendidikan Indonesia
Mei 2019

Hak Cipta dilindungi Undang-Undang.
Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian, dengan dicetak ulang, di fotokopi, atau cara lainnya tanpa izin dari penulis.

Khansa Ratri Haniya
E. 5051. 1504417

LEMBAR PENGESAHAN

KHANSA RATRI HANIYA

1504417

ECONOMIC DISPATCH METODE ITERASI LAMBDA PEMBANGKIT _THERMAL_ INTERKONEKSI JAWA-BALI DENGAN BEBAN LISTRIK HARI LIBUR NASIONAL BERBASIS _FEED FORWARD BACK-PROPAGATION_

Disetujui dan disahkan oleh:

Pembimbing I

Dr. Ade Gafar Abdullah, S.Pd., M.Si.
NIP. 19721113 199903 1 001

Pembimbing II

Dr. Ir. Dadang Lukman Hakim, M.T.
NIP. 19610604 198603 1 001

Mengetahui,
Ketua Departemen Pendidikan Teknik Elektro

Prof. Dr. Hj. Budi Mulyanti, M.Si
NIP. 19630109 199402 2 001

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa tugas akhir dengan judul "**ECONOMIC DISPATCH METODE ITERASI LAMBDA PEMBANGKIT THERMAL INTERKONEKSI JAWA-BALI DENGAN BEBAN LISTRIK HARI LIBUR NASIONAL BERBASIS FEED FORWARD BACK-PROPAGATION**" *ini beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung resiko/sanksi apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.*

Bandung, Mei 2019

Yang membuat pernyataan,

Khansa Ratri Haniya

NIM. 1504417

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, karena atas izin dan rahmat-Nya, penulis akhirnya dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul "***Economic Dispatch* Metode Iterasi Lambda Pembangkit *Thermal* Interkoneksi Jawa-Bali dengan Beban Listrik Hari Libur Nasional Berbasis *Feed Forward Back-Propagation***". Skripsi ini disusun sebagai bagian dari persyaratan untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik di Universitas Pendidikan Indonesia fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan departemen Pendidikan Teknik Elektro program studi Teknik Elektro - S1.

Skripsi ini tidak serta merta selesai begitu saja, namun banyak pihak yang sangat membantu selama proses penulisan. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih banyak atas segala kontribusi yang telah diberikan kepada penulis dalam upaya penyelesaian Skripsi ini. Dengan penuh hormat, penulis menyampaikan rasa terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orangtua, Ibu Fitri Novianti dan Bapak Hendrayana, yang selalu mendoakan serta memberikan dukungan moral dan material kepada penulis.
2. Prof. Dr. Hj. Budi Mulyanti, M. Si., selaku ketua Departemen Pendidikan Teknik Elektro.
3. Didin Wahyudin, Ph. D., selaku Sekretaris Departemen Teknik Elektro.
4. Dr. Aip Saripudin, M. T., selaku ketua Program Studi Teknik Elektro - S1.
5. Dr. Ade Gafar Abdullah, S. Pd., M. Si., selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan pengarahan dan bantuan kepada penulis.
6. Dr. Ir. Dadang Lukman Hakim, M. T., selaku Dosen Pembimbing II yang juga memberikan pengarahan dan bantuan kepada penulis.
7. Seluruh staff dosen dan juga staff administrasi Departemen Pendidikan Teknik Elektro FPTK UPI.
8. Rekan-rekan Gafar Cluster, khususnya rekan topik *Economic Dispatch*, Trisina Simanjuntak dan Anggi Restu Fauzi yang telah bersama-sama menyusun skripsi dari awal dan juga saling memberikan bantuan moril kepada penulis.

9. Rekan-rekan POLARIS, yang telah bersama sama dan memberikan banyak bantuan dari awal kuliah sampai akhir kepada penulis.
10. Nur Syifa, Rizkiyanti Rahayu, Nisa Aulia Saputra, dan Taufiqurrahman, yang telah memberikan banyak bantuan dan dukungan kepada penulis.
11. Rekan-rekan di kelas Program Studi Teknik Elektro-S1 angkatan 2015 yang memberikan *support* kepada penulis semasa pengerjaan skripsi.
12. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis berharap semoga semua kebaikan yang telah diberikan selama proses penyelesaian Skripsi ini menjadi sebuah keberkahan dan dapat dibalas dengan ganjaran yang berlipat ganda oleh Allah SWT. Aamiin.

Penulis menyadari sepenuhnya, cara penulisan maupun pembahasan Skripsi ini masih memiliki banyak kekurangan. Dengan demikian penulis sangat mengharapkan berbagai bentuk koreksi, kritik, maupun saran yang membangun demi kemajuan Skripsi ini sehingga dapat memberikan manfaat bagi semua khususnya dalam bidang ilmu pengetahuan yang berkaitan dengan topik skripsi ini.

Bandung, Mei 2019

Penulis

ABSTRAK

Setiap pembangkit thermal memiliki biaya bahan bakar dan *heat rate* yang menentukan segi ekonomis suatu pembangkit. Untuk meminimalisasi biaya operasi pembangkit tersebut, dapat dilakukan optimisasi menggunakan *Economic Dispatch*, sehingga dicapai biaya operasi yang paling optimal. Dalam penelitian ini, digunakan metode Iterasi Lambda. Biasanya, beban yang digunakan adalah beban listrik harian, namun dalam penelitian ini, digunakan beban listrik anomali, yaitu beban listrik hari libur nasional yang telah mengalami proses *forecasting* menggunakan metode *Feed Forward Back-Propagation*. Hasil yang didapat menunjukkan adanya penghalusan pada grafik beban anomali, sehingga memengaruhi biaya operasi pembangkitan.

Keywords: optimalisasi; *Economic Dispatch*; Iterasi Lambda; *Short Term Forecasting*; *Feed Forward Back-Propagation*

ABSTRACT

Each thermal generator has a fuel cost and heat rate that determines the economic aspects of a generator. To minimize the cost of operating the generator unit, optimization can be done using Economic Dispatch, so that the most optimal operating costs are achieved. In this study, the Lambda Iteration method was used. Normally, the load used as research object is the daily electric load, but in this research, the load used id the anomaly load, which is the load of national holidays that had been forecasted using Feed Forward Back Propagation method. The result obtained shows that there is smoothing on anomaly load curve, so that affects the operation cost of plant.

Keywords: optimalization; Economic Dispatch; Lambda Iteration; Short Term Forecasting; Feed Forward Back-Propagation

DAFTAR ISI

PERNYATAAN.....**Error! Bookmark not defined.**
KATA PENGANTAR..... iv
ABSTRAK vi
DAFTAR ISI..... vii
DAFTAR GAMBAR..... ix
DAFTAR TABEL x
DAFTAR LAMPIRAN..... xi
DAFTAR PUSTAKA xii
BAB I.....**Error! Bookmark not defined.**
PENDAHULUAN.....**Error! Bookmark not defined.**
1.1 Latar Belakang Penelitian .....**Error! Bookmark not defined.**
1.2 Rumusan Masalah .....**Error! Bookmark not defined.**
1.3 Tujuan Penelitian .....**Error! Bookmark not defined.**
1.4 Manfaat Penelitian .....**Error! Bookmark not defined.**
1.5 Sistematika Penulisan .....**Error! Bookmark not defined.**
BAB II .....**Error! Bookmark not defined.**
KAJIAN PUSTAKA .....**Error! Bookmark not defined.**
2.1 Load Forecasting .....**Error! Bookmark not defined.**
2.1.1 A*nomalous Short Term Load Forecasting* ..... **Error! Bookmark not defined.**
2.1.2 Metode *Feed Forward Back-Propagation* ..... **Error! Bookmark not defined.**
2.2 Sistem Pembangkit.....**Error! Bookmark not defined.**
2.3 Pembangkit *Thermal* .....**Error! Bookmark not defined.**
2.4 Karakteristik Pembangkit *Thermal* .....**Error! Bookmark not defined.**
2.4.1 Karakteristik Input-Output Pembangkit **Error! Bookmark not defined.**
2.4.2 Karakteristik Pertambahan Biaya Bahan Bakar atau Panas Rata-rata (*Incremental Fuel/Heat Rate*).....**Error! Bookmark not defined.**
2.4.3 Karakteristik Efisiensi Terhadap Output ..... **Error! Bookmark not defined.**
2.5 *Economic Dispatch* .....**Error! Bookmark not defined.**
2.5.1 Kekangan (*Constraint*) .....**Error! Bookmark not defined.**

2.6 Metode Iterasi Lambda ..... **Error! Bookmark not defined.**
BAB III ..... **Error! Bookmark not defined.**
METODE PENELITIAN ..... **Error! Bookmark not defined.**
3.1 Prosedur Penelitian ..... **Error! Bookmark not defined.**
3.2 Objek Penelitian ..... **Error! Bookmark not defined.**
3.3 Teknik Pengambilan Data ..... **Error! Bookmark not defined.**
3.4 Teknik Pengolahan Data ..... **Error! Bookmark not defined.**
3.5 Teknik Analisis Data ..... **Error! Bookmark not defined.**
BAB IV ..... **Error! Bookmark not defined.**
TEMUAN DAN PEMBAHASAN ..... **Error! Bookmark not defined.**
4.1 Pola Beban Anomali ..... **Error! Bookmark not defined.**
4.2 *Forecasting* Beban Anomali ..... **Error! Bookmark not defined.**
4.3 Karakteristik Pembangkit ..... **Error! Bookmark not defined.**
4.4 Optimalisasi Menggunakan Metode Iterasi Lambda .. **Error! Bookmark not defined.**
BAB V ..... **Error! Bookmark not defined.**
KESIMPULAN DAN SARAN ..... **Error! Bookmark not defined.**
5.1 Kesimpulan ..... **Error! Bookmark not defined.**
5.2 Saran ..... **Error! Bookmark not defined.**
LAMPIRAN 35

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Jaringan FFN dengan 3 *Layer*.....6

Gambar 2.2 Hubungan Input dan Output Pembangkit *Thermal*..... 12

Gambar 2.3 Kurva *Incremental Fuel*/*Heat Rate*.....13

Gambar 2.4 Kurva *Heat Rate* & Daya.....13

Gambar 3.1 *Flowchart* Prosedur Penelitian ….....19

Gambar 3.2 *Flowchart* Teknik Pengolahan Data.....21

Gambar 4.1 Kurva Beban Harian ….....23

Gambar 4.2 Kurva Beban Hari Libur Nasional ….....24

Gambar 4.3 Hasil *Forecasting* melalui *Software* MATLAB.....26

Gambar 4.4 Pembagian Periode Beban.....30

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Tabel Survey Instrumen Penelitian Pembebanan Hari Libur.....17

Tabel 3.2 Tabel Survey Instrumen Penelitian Daya & *Heat Rate* Pembangkit.....18

Tabel 3. 3 Tabel Survey Bahan Bakar Pembangkit.....18

Tabel 4.1 Hasil Uji *Forecasting* ….....25

Tabel 4.2 Persamaan *Heat Rate* per Kelas Pembangkit.....27

Tabel 4.3 Koefisien *Operating Cost*/Biaya Operasi Pembangkit.....28

Tabel 4.4 Batas Daya Pembangkitan..... 29

Tabel 4.5 Daya Menggunakan Iterasi Lambda.....31

Tabel 4.6 Biaya Operasi Pembangkitan Menggunakan Iterasi Lambda..... 32

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Beban *Real Time* Hari Libur Nasional 2018.....35

Lampiran 2. Kapasitas Daya Objek 24 Pembangkit Interkoneksi Jawa-Bali.....36

Lampiran 3. Data Tipikal *Heat Rate* & Daya Pembebanan per Kelas Pembangkit.....37

Lampiran 4. Data Tipikal Biaya dan Kalor Jenis Bahan Bakar.....38

Lampiran 5. Tabel Karakteristik Pembangkit.....39

Lampiran 6. *Script Feed Forward Back Propagation*….....42

Lampiran 7. *Script* Optimasi Pembangkit *Economic Dispatch* metode Iterasi Lambda.....43

Lampiran 8. Surat Penerimaan Permohonan Pengambilan Data 45

DAFTAR PUSTAKA

Abdelaziz, A. Y. (2008). A Hybrid Hopfield Neural Network-Quadratic Programming Approach for Dynamic Economic Dispatch Problem, 565–570.

Al Farsi, F. N., Albadi, M. H., Hosseinzadeh, N., & Al Badi, A. H. (2015). Economic Dispatch in Power Systems. In *IEEE GCC Conference and Exhibition*. https://doi.org/10.1109/IEEEGCC.2015.7060068

Alfares, H. K., & Nazeeruddin, M. (2002). Electric load forecasting : literature survey and classification of methods. *International Journal of Systems Science*, *33*(1). https://doi.org/10.1080/00207720110067421

An, J., Liu, Y., Zhang, H., & Sun, Y. (2010). Analytical Study on Economic Dispatch. In *2010 Chinese Control and Decision Conference, CCDC 2010* (Vol. 583, pp. 583–585). https://doi.org/10.1109/CCDC.2010.5498977

Attaviriyanupap, P., Kita, H., Tanaka, E., & Hasegawa, J. (2004). A fuzzy-optimization approach to dynamic economic dispatch considering uncertainties. *IEEE Transactions on Power Systems*, *19*(3), 1299–1307. https://doi.org/10.1109/TPWRS.2004.831272

Avinaash, M. R., Kumar, G. R., Bhargav, K. A., Prabhu, T. S., & Reddy, D. I. (2013). Simulated Annealing Approach to Solution of Multi-Objective Optimal Economic Dispatch. *7th International Conference on Intelligent Systems and Control, ISCO 2013*, (4), 127–132. https://doi.org/10.1109/ISCO.2013.6481135

Bansal, R. C. (2005). Optimization Methods for Electric Power Systems : An Overview. *International Journal of Emerging Electric Power Systems*, *2*(1). https://doi.org/10.2202/1553-779X.1021

Bashir, Z., & El-Hawary. (2000). Short Term Load Forecasting by using Wavelet Neural Networks. *IEEE*, 163–166.

Basu, M. (2011). Electrical Power and Energy Systems Artificial immune System for Dynamic Economic Dispatch. *International Journal of Electrical Power and Energy Systems*, *33*(1), 131–136. https://doi.org/10.1016/j.ijepes.2010.06.019

Brezak, D., Bacek, T., Majetic, D., Kasac, J., & Novakovic, B. (2011). A Comparison of Feed-forward and Recurrent Neural Networks in Time Series Forecasting.

Chow, J. H., Wu, F. F., & Momoh, J. A. (2005). *APPLIED MATHEMATICS FOR RESTRUCTURED ELECTRIC POWER SYSTEMS: Optimization, Control, and Computational Intelligence*. Springer.

Chowdhury, B. H., & Rahman, S. (1990). A Review of Recent Advances in Economic Dispatch. *IEEE Transactions on Power Systems*, *5*(4), 1248–1259.

Ciornei, I., & Kyriakides, E. (2012). Recent Methodologies and Approaches for

The Economic Dispatch of Generation in Power Systems. *EUROPEAN TRANSACTIONS ON ELECTRICAL POWER*. https://doi.org/10.1002/etep

Dang, C., & Xu, L. (2001). A Lagrange Multiplier and Hopfield-Type Barrier Function Method for the Traveling Salesman Problem, *324*(1985), 303–324.

Dasgupta, K., & Banerjee, S. (2014). An Analysis of Economic Load Dispatch using Different Algorithms. In *2014 1st International Conference on Non Conventional Energy (ICONCE 2014) An* (pp. 216–219).

Dewangan, S. K., Jain, A., & Huddar, A. P. (2015). A Traditional Approach to Solve Economic Load Dispatch Problem Considering the Generator Constraints, *10*(2), 27–32. https://doi.org/10.9790/1676-10232732

Dhamanda, A., Dutt, A., & Prakash, S. (2013). A Traditional Approach to Solve Economic Load Dispatch Problem of Thermal Generating Unit Using MATLAB Programming, *2*(9), 3147–3152.

Dieu, V. N., Nguyen, K. P., Hop, N. T., Dung, L. A., & Ongsakul, W. (2013). Evolutionary Harmony Search Algorithm for Non-convex Economic Dispatch. In *Proceedings of the Universities Power Engineering Conference*. https://doi.org/10.1109/UPEC.2013.6714889

Grigsby, L. L. (2006). *Electric Power Generation, Transmission, and Distribution*. Taylor & Francis Group.

Gross, G., & Galiana, D. (1987). Short-Term Load Forecasting (Vol. 75).

Hahn, H., Meyer-nieberg, S., & Pickl, S. (2009). Electric load forecasting methods : Tools for decision making. *European Journal of Operational Research*, *199*(3), 902–907. https://doi.org/10.1016/j.ejor.2009.01.062

Han, X. S., Gooi, H. B., & Kirschen, D. S. (2001). Dynamic Economic Dispatch: Feasible and Optimal Solutions. *IEEE Transactions on Power Systems*, *16*(1), 22–28. https://doi.org/10.1109/59.910777

Harun, N. (2011). *Bahan Ajar Perancangan Pembangkitan Tenaga Listrik*.

Hobbs, B. F., Chankong, V., Loparo, K. A., & Maratukulam, D. J. (1999). Analysis of the Value for Unit Commitment of Improved Load Forecasts, *14*(4).

Jaini, A., Musirin, I., Ieee, M., Aminudin, N., Ieee, M., Othman, M. M., … Ieee, S. M. (2010). Particle Swarm Optimization (PSO) Technique in Economic Power Dispatch Problems. In *The 4th International Power Engineering and Optimization Conf. (PEOCO2010)* (pp. 23–24). https://doi.org/10.1109/PEOCO.2010.5559236

Kannan, G., & Karthik, N. (2014). Application of Fireflies Algorithm to Solve Economic load Dispatch. In *IEEE International Conference on Green Computing, Communication and Electrical Engineering, ICGCCEE 2014* (pp. 1–5). https://doi.org/10.1109/ICGCCEE.2014.6922317

Kim, K., Youn, H., & Kang, Y. (2000). Short-Term Load Forecasting for Special

Days in Anomalous Load Conditions Using Neural Networks, *15*(2), 559–565.

Kothari, M. L., Rao, A. K., Delhi, I. T., & Prasad, M. (1997). Application of Artificial Neural Network to Economic Load Dispatch. In *International Conference on Advances in Power System Control, Operation and Management* (pp. 1–5).

Krishnamurthy, S. (2011). Comparative Analyses of Min-Max and Max-Max Price Penalty Factor Approaches for Multi Criteria Power System Dispatch Problem Using Lagrange ' s Method, 36–43.

Lee, K. Y., Sode-yome, A., & Park, J. H. (1998). Neural Networks for Economic Load Dispatch. *IEEE Transactions on Power Systems*, *13*(2), 519–526.

Li, S. Z. (1996). Improving Convergence and Solution Quality of Hopfield-Type Neural Networks with Augmented Lagrange Multipliers.

Maa, C., & Shanblatt, M. A. (1992). A Two-Phase Optimization Neural Network, *3*(6), 1003–1009.

Madouh, J. Y., & El-Hawary, M. E. (2004). Economic Dispatch of All Thermal Power Systems with Fuzzy Load. *IEEE*.

Mohatram, M. (2017). Hybridization of Artificial Neural Network and Lagrange Multiplier Method to Solve Economic Load Dispatch Problem, 514–520.

Muslim, H. S. (2008). *Teknik Pembangkit Tenaga Listrik*.

Niknam, T., Mojarrad, H. D., & Nayeripour, M. (2011). A New Hybrid Fuzzy Adaptive Particle Swarm Optimization for Non-Convex Economic Dispatch. *International Journal of Innovative Computing, Information and Control*, *7*(1), 189–202.

Ongsakul, W., & Ruangpayoongsak, N. (2001). Constrained Dynamic Economic Dispatch By Simulated Annealing/Genetic Algorithms. *IEEE*, 207–212.

Pothiya, S., Kongprawechnon, W., & Ngamroo, I. (2008). Application of Multiple Tabu Search Algorithm to Solve Synamic Economic Dispatch Considering Generator Constraints. *ENERGY CONVERSION AND MANAGEMENT*, *49*, 506–516. https://doi.org/10.1016/j.enconman.2007.08.012

Pratama, D. A., Penangsang, O., & Aryani, N. K. (2016). Economic and Emission Dispatch pada Sistem Transmisi Jawa Bali 500 kV Berdasarakan RUPTL 2015 – 2024 Menggunakan Modified Artificial Bee Colony Algorithm, *5*(2).

Rahmat, N. A., & Musirin, I. (2012). Differential Evolution Ant Colony Optimization (DEACO) Technique In Solving Economic Load Dispatch Problem. *2012 IEEE International Power Engineering and Optimization Conference, PEOCO 2012 - Conference Proceedings*, (June), 263–268. https://doi.org/10.1109/PEOCO.2012.6230872

Raja, A. K., Srivastava, A. P., & Dwivedi, M. (2006). *Power Plant Engineering*. New Age International.

Rao, R. K., Srinivas, P., Divakar, M. S. M., & Venkatesh, G. S. N. M. (2016). Artificial Bee Colony Optimization for Multi Objective Economic Load Dispatch of a Modern Power system. *International Conference on Electrical, Electronics, and Optimization Techniques, ICEEOT 2016*, 4097–4100. https://doi.org/10.1109/ICEEOT.2016.7755486

Rao, S. S. (2009). Engineering Optimization Theory and Practice. Wiley & Sons.

Saadat, H. (1998). Power System Analysis.

Shalini, S. P., & Lakshmi, K. (2014). Solution to Economic Emission Dispatch problem using Lagrangian relaxation method. *Proceeding of the IEEE International Conference on Green Computing, Communication and Electrical Engineering, ICGCCEE 2014*, (1). https://doi.org/10.1109/ICGCCEE.2014.6922314

Sharma, U., & Moses, B. (2016). Analysis and optimization of economic load dispatch using soft computing techniques. *International Conference on Electrical, Electronics, and Optimization Techniques, ICEEOT 2016*, 4035–4040. https://doi.org/10.1109/ICEEOT.2016.7755472

Shrivastava, S., & Pratap, M. (2011). Performance evaluation of feed-forward neural network with soft computing techniques for hand written English alphabets, *11*, 1156–1182. https://doi.org/10.1016/j.asoc.2010.02.015

Siang, Jong Jek. (2005). Jaringan Syaraf Tiruan & Pemrogramannya Menggunakan Matlab.Yogyakarta: Penerbit Andi.

Sumathi, S., & P., S. (2010). *Computational Intelligence Paradigms*.

Sykulski, J. K., Al-Sumait, J. S., & Al-Othman, A. K. (2008). Solution of Different Types of Economic Load Dispatch Problems Using a Pattern Search Method. *Electrical Power Components & Systems*, *36*, 250–265. https://doi.org/10.1080/15325000701603892

Taylor, J. W., & Mcsharry, P. E. (2008). Short-Term Load Forecasting Methods : An Evaluation Based on European Data, 2213–2219.

Xia, X., & Elaiw, A. M. (2010). Dynamic Economic Dispatch : A Review. *The Online Journal on Electronics and Electrical Engineering (OJEEE)*, *2*(2), 234–245. https://doi.org/10.1021/cm0204728

Yang, X.-S. (2010). Engineering Optimization: An Introduction With Metaheuristic Applications. *Wiley*.

Zelinka, I., Vasant, P., & Barsoum, N. (2013). *Power, Control and Optimization*. Springer.

Zhang, Y., Chen, W., & Black, J. (2011). Anomaly Detection in Premise Energy Consumption Data.

Zhu, J. (2015). *Optimization of Power System Operation: Second Edition*.

Zhu, J., Xiong, X., Lou, S., Liu, M., Yin, Z., Sun, B., & Lin, C. (2008). Two stage

approach for economic power dispatch. *IEEE Power and Energy Society 2008 General Meeting: Conversion and Delivery of Electrical Energy in the 21st Century, PES, 1*. https://doi.org/10.1109/PES.2008.459684