

**PEMODELAN MANAJEMEN ENERGI DENGAN KURVA
BEBAN LISTRIK MENGGUNAKAN SISTEM *FUZZY LOGIC*
PADA KONSUMEN LISTRIK PERKANTORAN**

SKRIPSI

diajukan untuk memenuhi sebagai syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Elektro
Program Studi Teknik Elektro S1



Disusun oleh:

Haris Dwi Septianto

E.5051.1701353

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
DEPARTEMEN PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS PENDIDIKAN TEKNOLOGI DAN KEJURUAN
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA
BANDUNG**

2021

**PEMODELAN MANAJEMEN ENERGI DENGAN KURVA
BEBAN LISTRIK MENGGUNAKAN SISTEM *FUZZY LOGIC*
PADA KONSUMEN LISTRIK PERKANTORAN**

Oleh

Haris Dwi Septianto

Sebuah skripsi yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Teknik pada Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan

© Haris Dwi Septianto
Universitas Pendidikan Indonesia
April 2021

Hak Cipta dilindungi undang-undang.

Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian,
dengan dicetak ulang, difotokopi, atau cara lainnya tanpa ijin dari penulis.


**LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI
HARIS DWI SEPTIANTO**

E.5051.1701353

**PEMODELAN MANAJEMEN ENERGI DENGAN KURVA
BEBAN LISTRIK MENGGUNAKAN SISTEM *FUZZY LOGIC*
PADA KONSUMEN LISTRIK PERKANTORAN**

Disetujui dan disahkan oleh pembimbing:

Dosen Pembimbing I,



Prof. Dr. Ade Gafar Abdullah, M.Si.

NIP. 19721113 199903 1 001

Dosen Pembimbing II,



Dr. Ir. H. Dadang Lukman Hakim, M.T.

NIP. 19610604 198603 1 001

Mengetahui,

Ketua Departemen Pendidikan Teknik Elektro



Dr. H. Yadi Mulyadi, M.T.

NIP. 19630727 199302 1 001

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “**Pemodelan Manajemen Energi Dengan Kurva Beban Listrik Menggunakan Sistem *Fuzzy Logic* Pada Konsumen Listrik Perkantoran**” 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, April 2021

Yang membuat pernyataan,

Haris Dwi Septianto

NIM. 1701353

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, karena atas rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Pemodelan Manajemen Energi Dengan Kurva Beban Listrik Menggunakan Sistem *Fuzzy Logic* Pada Konsumen Listrik Perkantoran”**. 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 S1 Teknik Elektro.

Penulis menyadari banyak pihak yang telah ikut berperan serta membantu dalam menyelesaikan skripsi ini. Maka dari itu penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ayah Haryono dan Ibu Suwanti, selaku orang tua dan keluarga dari penulis yang telah memberikan segalanya baik berupa doa restu, motivasi, dorongan, materil, moril, dan bimbingan untuk meraih cita-cita penulis.
2. Mizani Oktavianingsih selaku kakak dan Afif Muhammad Saputra selaku adik yang telah memberikan warna dan semangat di perkuliahan hingga penulis bisa menyelesaikan dengan baik.
3. Bapak Prof. Dr. Ade Gafar Abdullah, M.Si. selaku dosen pembimbing I yang tidak pernah lelah membimbing dan memberikan inspirasi kepada penulis.
4. Bapak Dr. Ir. H. Dadang Lukman Hakim, M.T. selaku dosen pembimbing II yang juga tidak pernah lelah membimbing dan memberikan inspirasi kepada penulis.
5. Bapak Dr. H. Yadi Mulyadi, M.T. selaku Ketua Departemen Pendidikan Teknik Elektro, Universitas Pendidikan Indonesia.
6. Bapak Iwan Setiawan, Ph.D. selaku Ketua Program Studi S1 – Teknik Elektro, Universitas Pendidikan Indonesia dan sekaligus pembimbing akademik yang telah memberikan saran, dukungan, bantuan, dan bimbingan kepada penulis.

7. Seluruh pihak CEO, *manager*, dan staf PT. Rumah Publikasi Indonesia dan PT. Mizan Grafika Sarana yang telah membantu pengambilan data untuk menyelesaikan pengerjaan skripsi.
8. San San Sanallah, Firsya Haritama, M. Murod Naufal, Almira Hery Setiorini, dan Nabila Andara Dwitasari selaku rekan-rekan Gaffar Cluster 6.0 yang telah memberikan *support* dan mengingatkan penulis untuk menyelesaikan pengerjaan skripsi.
9. Angga Jaya Mochammad, Difa Sabrina, Sarah Fakhira, Dini Sri Elyani, dan Sri Diana Amelianda yang selalu memberikan motivasi serta dukungan kepada penulis.
10. Teman-teman Angkatan 2017 Departemen Pendidikan Teknik Elektro yang memberikan semangat dan motivasi bagi penulis selama menempuh perkuliahan.
11. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam pengerjaan skripsi ini.

Semoga Allah SWT membalas kebaikan semua pihak yang telah membantu penulis dalam pelaksanaan skripsi ini. Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penulisan skripsi ini, untuk itu kritik dan saran yang bersifat membangun penulis harapkan untuk pengembangan lebih lanjut. Penulis berharap agar skripsi ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak khususnya pada bidang ilmu pengetahuan.

Bandung, April 2021

Penulis

ABSTRAK

Mengingat kebutuhan energi listrik yang terus meningkat, diperlukan pola detail penggunaan listrik, untuk mengubah suatu penggunaan konsumen kelistrikan dan mengurangi konsumsi energi global. Dalam pengelolaan suatu energi, pembebanan listrik diperlukan untuk mengatur jika terjadi peningkatan suatu beban di sektor kelistrikan. Hal ini bertujuan, kurva beban listrik dapat mendeteksi suatu beban puncak dari penggunaan energi yang berlebihan. Penelitian ini, merupakan metode kecerdasan buatan *fuzzy logic* untuk mengolah suatu aturan variabel *input* dan menghasilkan sebuah konsumsi energi yang telah dipakai. Pada konsumsi energi yang dihasilkan, kurva beban listrik dipengaruhi oleh suatu faktor variabel seperti periode penggunaan peralatan dan jumlah penghuni. Data *input* yang digunakan untuk sistem *fuzzy logic* ini adalah data aktual periode penggunaan waktu peralatan yang dipakai setiap hari dan data *input* jumlah penghuni memakai peralatan. Dari hasil yang didapatkan, tingkat akurasi antara data aktual dan data *fuzzy logic* akan diperoleh dari nilai *mean absolute percentage error* (MAPE). Diharapkan penelitian ini dapat menjadi suatu pemodelan sistem pendeteksi energi listrik pada tempat tinggal atau perkantoran, karena akan memudahkan dalam pemakaian energi suatu peralatan.

Kata kunci : *Fuzzy Logic*, Konsumsi Energi, Kurva Beban.

ABSTRACT

Remembering the increasing demand for electrical energy, a detailed pattern of electricity use is needed to change a consumer's use of electricity and reduce global energy consumption. In the management of an energy, electrical loading is needed to regulate if there is an increase in a load in the electricity sector. This is intended, through the electrical load curve to detect a peak load from excessive energy use. This research is about fuzzy logic artificial intelligence method to process a rule of input variables and produce an energy consumption that has been used. In the resulting energy consumption, the electric load curve is influenced by a variable factor such as the period of use of the equipment and the number of occupants. The input data used for this fuzzy logic system is the actual data for the period of time used for the equipment used every day and the input data for the number of occupants using the equipment. From the results obtained, the level of accuracy between the actual data and fuzzy logic data will be obtained from the mean absolute percentage error (MAPE). And hoped this research can be a modeling of an electrical energy detection system in a residence or office, because it will facilitate the use of energy in an equipment.

Keywords : *Fuzzy Logic, Energy Consumption, Load Curve.*

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN.....	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL.....	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II KAJIAN PUSTAKA	4
2.1 Manajemen Energi	4
2.2 Kebutuhan Beban Listrik.....	4
2.3 Kurva Beban Listrik	5
2.4 Tahapan Aturan Fuzzy	6
2.4.1 Fuzzifikasi (<i>Fuzzification</i>)	7
2.4.2 Sistem Inferensi Fuzzy (<i>Fuzzy Inference System</i>).....	7
2.4.3 Defuzzifikasi (<i>Defuzzification</i>)	8
2.5 <i>Mean Absolute Percentage Error</i> (MAPE).....	9
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	11
3.1 Prosedur Penelitian	11
3.2 Objek Penelitian	12
3.3 Teknik Pengumpulan Data	12
3.4. Teknik Pengolahan Data	13
3.5. Teknik Analisis Data	13

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	14
4.1 Identifikasi Data Variabel <i>Input</i>	14
4.1.1 Konsumsi Energi Listrik Area Studi	15
4.1.2 Periode Waktu Peralatan	16
4.1.3 Jumlah Penghuni Kantor	16
4.2 Hasil Menggunakan Algoritma <i>Fuzzy Logic</i>	17
4.2.1 Fuzzifikasi	17
4.2.2 Aturan <i>Fuzzy</i>	19
4.2.3 Defuzzifikasi	20
4.3 Analisis Hasil Konsumsi Energi Menggunakan <i>Fuzzy Logic</i>	21
4.4 Hasil Perbandingan Data Aktual dan <i>Fuzzy Logic</i>	24
4.4.1 Perbandingan Pemodelan Dua Area Studi	29
BAB V SIMPULAN, IMPLIKASI DAN REKOMENDASI	31
5.1 Simpulan	31
5.2 Implikasi	32
5.3 Rekomendasi	32
DAFTAR PUSTAKA	33
LAMPIRAN	38

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Tahapan Aturan <i>Fuzzy Logic</i>	6
Gambar 4. 1 Konsumsi Energi Listrik PT. Rumah Publikasi Indonesia Juni- Februari	15
Gambar 4. 2 Konsumsi Energi Listrik PT. Mizan Grafika Sarana Oktober- Februari	15
Gambar 4. 3 <i>Membership Function Input Periods</i>	16
Gambar 4. 4 <i>Membership Function Input Occupation</i>	17
Gambar 4. 5 Skema FIS	17
Gambar 4. 6 <i>Membership Function Output Consumption</i>	18
Gambar 4. 7 <i>Surface Viewer</i>	20
Gambar 4. 8 <i>Surface Viewer</i>	20
Gambar 4. 9 <i>Rule Viewer</i>	21
Gambar 4. 10 Kurva Beban Konsumsi Energi Sistem <i>Fuzzy Logic</i> PT. Rumah Publikasi Indonesia.....	21
Gambar 4. 11 Kurva Beban Konsumsi Energi Sistem <i>Fuzzy Logic</i> PT. Mizan Grafika Sarana	22
Gambar 4. 12 Perbandingan Konsumsi Energi Data Aktual dan Data <i>Fuzzy</i>	24
Gambar 4. 13 Perbandingan Konsumsi Energi Data Aktual dan Data <i>Fuzzy</i>	25

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Pembentukan Himpunan <i>Fuzzy</i>	18
Tabel 4. 2 Waktu Beban Puncak Peralatan	22
Tabel 4. 3 Waktu Beban Puncak Peralatan	22
Tabel 4. 4 Hasil Perbandingan Data Aktual & Data Sistem <i>Fuzzy</i> PT. Rumah Publikasi Indonesia.....	26
Tabel 4. 5 Hasil Perbandingan Data Aktual & Data Sistem <i>Fuzzy</i> PT. Mizan Grafika Sarana.....	27
Tabel 4. 6 Perbandingan Pemodelan Sistem <i>Fuzzy Logic</i>	29
Tabel 4. 7 Akurasi Perbandingan MAPE.....	30

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, Badrul Hisham B, and Daud B Mohamad. 2017. "A Fuzzy Approach on Students' Group Assessment." (Mcdm): 1–12.
- Abreu, T et al. 2020. "Fuzzy Logic Theory." 18(8): 1353–61.
- Adil, Omar et al. 2015. "Comparison between the Effects of Different Types of Membership Functions on Fuzzy Logic Controller Performance." *International Journal of Emerging Engineering Research and Technology* 3(3): 76. <https://www.researchgate.net/publication/282506091>.
- Apadula, Francesco, Alessandra Bassini, Alberto Elli, and Simone Scapin. 2012. "Relationships between Meteorological Variables and Monthly Electricity Demand." *Applied Energy* 98: 346–56. <http://dx.doi.org/10.1016/j.apenergy.2012.03.053>.
- Ayyash, S., M. Salman, and N. Al-Hafi. 1985. "Modelling the Impact of Temperature on Summer Electricity Consumption in Kuwait." *Energy* 10(8): 941–49.
- Bai, Ying, and Dali Wang. 2006. "Fundamentals of Fuzzy Logic Control — Fuzzy Sets, Fuzzy Rules and Defuzzifications BT - Advanced Fuzzy Logic Technologies in Industrial Applications." : 17–36.
- Bartels, Robert, Denzil G. Fiebig, Michael Garben, and Robert Lumsdaine. 1992. "An End-Use Electricity Load Simulation Model. Delmod." *Utilities Policy* 2(1): 71–82.
- Běhounek, Libor, and Petr Cintula. 2006. "From Fuzzy Logic to Fuzzy Mathematics: A Methodological Manifesto." *Fuzzy Sets and Systems* 157(5): 642–46.
- Buckley, James J. 2004. "Fuzzy Sets." : 5–16.
- Cho, Haeran, Yannig Goude, Xavier Brossat, and Qiwei Yao. 2013. "Modeling and Forecasting Daily Electricity Load Curves: A Hybrid Approach." *Journal of the American Statistical Association* 108(501): 7–21.
- Deleon, Ashley N. et al. 2016. "Restrictive Transfusion in Geriatric Trauma Patients." *American Surgeon* 82(1): 85–88.
- Dubois, Didier, and Henri Prade. 1980. "Systems of Linear Fuzzy Constraints." *Fuzzy Sets and Systems* 3(1): 37–48.
- Ferro, Fioravante, Raul Wazlawick, Rogério Bastos, and Cláudio Oliveira. 2009. "Improvement of the Short Term Load Forecasting through the Similarity among Consumption Profiles." *IEEE Latin America Transactions* 7(5): 527–

32.

González, Pedro A., and Jesús M. Zamarreño. 2005. "Prediction of Hourly Energy Consumption in Buildings Based on a Feedback Artificial Neural Network." *Energy and Buildings* 37(6): 595–601.

Grandjean, A., J. Adnot, and G. Binet. 2012. "A Review and an Analysis of the Residential Electric Load Curve Models." *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 16(9): 6539–65. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2012.08.013>.

Grandjean, Arnaud et al. 2011. "A Functional Analysis of Electrical Load Curve Modelling for Some Households Specific Electricity End-Uses École Abstract." *6th International Conference on Energy Efficiency in Domestic Appliances and Lighting (EEDAL'11)*: 1–24.

Guo, Z. X., and W. K. Wong. 2013. *Optimizing Decision Making in the Apparel Supply Chain Using Artificial Intelligence (AI): From Production to Retail Fundamentals of Artificial Intelligence Techniques for Apparel Management Applications*. Woodhead Publishing Limited. <http://dx.doi.org/10.1533/9780857097842.13>.

Han, Jinsoo et al. 2014. "Smart Home Energy Management System Including Renewable Energy Based on ZigBee and PLC." *IEEE Transactions on Consumer Electronics* 60(2): 198–202.

Han, Jinsoo, Chang Sic Choi, and Ilwoo Lee. 2011. "More Efficient Home Energy Management System Based on ZigBee Communication and Infrared Remote Controls." *IEEE Transactions on Consumer Electronics* 57(1): 85–89.

Handayani, Silvy, Ellysa Nursanti, and Fourry Handoko. 2016. "Perencanaan Perbaikan Berkelanjutan (CI – PDCA) Untuk Mewujudkan Efisiensi Energi Pada Sistem Perkantoran." : 139–44.

Hellendoorn, Hans, and Christoph Thomas. 1993. "Defuzzification in Fuzzy Controllers." *Journal of Intelligent and Fuzzy Systems* 1(2): 109–23.

Hellmann, M. 1965. "Fuzzy Logic Introduction." (1).

Hermawati. 2013. "Fuzzy Logic Concept." *Journal of Chemical Information and Modeling* 53(9): 1689–99. http://sir.stikom.edu/1062/5/BAB_II.pdf.

Jiménez, J., K. Donado, and C. G. Quintero. 2017. "A Methodology for Short-Term Load Forecasting." *IEEE Latin America Transactions* 15(3): 400–407.

Johannesen, Nils Jakob, Mohan Kolhe, and Morten Goodwin. 2019. "Relative Evaluation of Regression Tools for Urban Area Electrical Energy Demand Forecasting." *Journal of Cleaner Production* 218: 555–64. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.01.108>.

- Jouffe, Lionel. 1998. "Fuzzy Inference System Learning by Reinforcement Methods." *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics Part C: Applications and Reviews* 28(3): 338–55.
- Kulkarni, Santosh, Sishaj P. Simon, and K. Sundareswaran. 2013. "A Spiking Neural Network (SNN) Forecast Engine for Short-Term Electrical Load Forecasting." *Applied Soft Computing Journal* 13(8): 3628–35. <http://dx.doi.org/10.1016/j.asoc.2013.04.007>.
- Kyriakarakos, George, Anastasios I. Dounis, Konstantinos G. Arvanitis, and George Papadakis. 2012. "A Fuzzy Logic Energy Management System for Polygeneration Microgrids." *Renewable Energy* 41: 315–27. <http://dx.doi.org/10.1016/j.renene.2011.11.019>.
- Lahouar, Ali, and Jaleleddine Ben Hadj Slama. 2015. "Random Forests Model for One Day Ahead Load Forecasting." *2015 6th International Renewable Energy Congress, IREC 2015*.
- Lara-santillán, Pedro M, L Alfredo Fernández-jiménez, and Mario Mañanacanteli. 2014. "A Comparative Study of Electric Load Curve Changes in an Urban Low-Voltage Substation in Spain during the Economic Crisis (2008 – 2013)." 2014.
- Li, Kunpeng et al. 2018. "Tell Me Where to Look: Guided Attention Inference Network." *arXiv*: 9215–23.
- Lima, Fernando P.A., Mara L.M. Lopes, Anna Diva P. Lotufo, and Carlos R. Minussi. 2016. "An Artificial Immune System with Continuous-Learning for Voltage Disturbance Diagnosis in Electrical Distribution Systems." *Expert Systems with Applications* 56: 131–42. <http://dx.doi.org/10.1016/j.eswa.2016.03.010>.
- López-Rodríguez, M. A. et al. 2013. "Analysis and Modeling of Active Occupancy of the Residential Sector in Spain: An Indicator of Residential Electricity Consumption." *Energy Policy* 62: 742–51. <http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2013.07.095>.
- McKenzie, Jordi. 2011. "Mean Absolute Percentage Error and Bias in Economic Forecasting." *Economics Letters* 113(3): 259–62. <http://dx.doi.org/10.1016/j.econlet.2011.08.010>.
- Mendel, J M. 1995. "Fuzzy-Logic Systems for Engineering - a Tutorial (Vol 83, Pg 345, 1995)." *Proceedings of the Ieee* 83(9): 1293.
- Minussi, Carlos R, and Anna Diva P Lotufo. 2015. "Residential Electric Load Curve Profile Based on Fuzzy Systems." : 591–96.
- de Myttenaere, Arnaud, Boris Golden, Bénédicte Le Grand, and Fabrice Rossi. 2016. "Mean Absolute Percentage Error for Regression Models." *Neurocomputing* 192: 38–48.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.neucom.2015.12.114>.

Nagi, Jawad et al. 2011. "A Computational Intelligence Scheme for the Prediction of the Daily Peak Load." *Applied Soft Computing Journal* 11(8): 4773–88. <http://dx.doi.org/10.1016/j.asoc.2011.07.005>.

Nurzal, Erry Ricardo. 2010. "Penerapan Standar Manajemen Energi Mitigasi Perubahan Iklim Di Indonesia." 12(3): 174–85.

Park, Sungjin et al. 2009. "Distributed Borrowing Addressing Scheme for ZigBee/IEEE 802.15.4 Wireless Sensor Networks." *ETRI Journal* 31(5): 525–33.

Paterakis, Nikolaos G. et al. 2017. "Deep Learning versus Traditional Machine Learning Methods for Aggregated Energy Demand Prediction." *2017 IEEE PES Innovative Smart Grid Technologies Conference Europe, ISGT-Europe 2017 - Proceedings* 2018-Janua: 1–6.

Pipattanasomporn, Manisa, Senior Member, Murat Kuzlu, and Saifur Rahman. 2012. "2012-06_Tsg_Hem." : 1–8.

Raharjo, Muhamad, and Selamat Riadi. 2016. "Audit Konsumsi Energi Untuk Mengetahui Peluang Penghematan Energi Pada Gedung Pt Indonesia Caps and Closures." *Jurnal PASTI* 10(3): 342–56.

Richardson, Ian, Murray Thomson, David Infield, and Conor Clifford. 2010. "Domestic Electricity Use: A High-Resolution Energy Demand Model." *Energy and Buildings* 42(10): 1878–87. <http://dx.doi.org/10.1016/j.enbuild.2010.05.023>.

Ross, Timothy J. 2010. *Fuzzy Logic with Engineering Applications: Third Edition*.

Ryu, Namsik, Jae Ho Jung, and Yongchae Jeong. 2012. "High-Efficiency CMOS Power Amplifier Using Uneven Bias for Wireless LAN Application." *ETRI Journal* 34(6): 885–91.

Sakti, Indra. 2014. "Methodology of Fuzzy Logic." *2014 1st International Conference on Information Technology, Computer and Electrical Engineering (ICIT ACEE)*: 93–98.

Schulze, Mike, Henrik Nehler, Mikael Ottosson, and Patrik Thollander. 2016. "Energy Management in Industry - A Systematic Review of Previous Findings and an Integrative Conceptual Framework." *Journal of Cleaner Production* 112: 3692–3708. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.06.060>.

Shi, Fu Gui, and Zhen Yu Xiu. 2014. "A New Approach to the Fuzzification of Convex Structures." *Journal of Applied Mathematics* 2014(1).

Sivanandam, S. N., S. Sumathi, and S. N. Deepa. 2007. "Introduction to Fuzzy

- Logic Using MATLAB.” *Introduction to Fuzzy Logic using MATLAB*: 1–430.
- Son, Young Sung, Topi Pulkkinen, Kyeong Deok Moon, and Chaekyu Kim. 2010. “Home Energy Management System Based on Power Line Communication.” *IEEE Transactions on Consumer Electronics* 56(3): 1380–86.
- Strbac, Goran. 2008. “Demand Side Management: Benefits and Challenges.” *Energy Policy* 36(12): 4419–26.
- Torriti, Jacopo. 2012. “Demand Side Management for the European Supergrid: Occupancy Variances of European Single-Person Households.” *Energy Policy* 44: 199–206. <http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2012.01.039>.
- Ueno, Tsuyoshi, Kiichiro Tjuji, Ryo Inada, and Osamu Saeki. 2005. “Effectiveness of Displaying Energy Consumption Data in Residential Houses Analysis on How the Residents Respond.” *ECEEE Summer Study*: 1289–99.
- Wu, Yue, Biaobiao Zhang, Jiabin Lu, and K -L Du. 2011. “Fuzzy Logic and Neuro-Fuzzy Systems: A Systematic Introduction.” *International Journal of Artificial Intelligence and Expert Systems* 2(2): 47–80.
- Yücel, Mustafa, and Muhsin Halis. 2016. “ISO 50001 Based Integrated Energy Management System and Organization Performance.” *Journal of Advances in Technology and Engineering Research* 2(2): 59–65.
- Zadeh, Lotfi A. 1996. “Fuzzy Logic Computation with Word.Pdf.” *Ieee Transactions on Fuzzy Systems* 4(2): 103–11.
- . 2008. “Is There a Need for Fuzzy Logic?” *Information Sciences* 178(13): 2751–79.
- . 2013. “Fuzzy Logic.” *Computational Complexity: Theory, Techniques, and Applications* 9781461418: 1177–1200.
- Zúñiga, K V, I Castilla, and R M Aguilar. 2014. “Using Fuzzy Logic to Model the Behavior of Residential Electrical Utility Customers.” 115: 384–93.