

**MANAJEMEN ENERGI LISTRIK DENGAN METODE *PEAK CLIPPING*
DAN *LOAD SHIFTING* BERBASIS LOGIKA *FUZZY* PADA KONSUMEN
LISTRIK PERKANTORAN**

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik Elektro
Program Studi S1 Teknik Elektro



Disusun oleh:

Firsa Haritama

E.5051.1701144

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK ELEKTRO
DEPARTEMEN PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS PENDIDIKAN TEKNOLOGI DAN KEJURUAN
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA
BANDUNG
2021**

Firsa Haritama, 2021

**MANAJEMEN ENERGI LISTRIK DENGAN METODE *PEAK CLIPPING* DAN *LOAD SHIFTING* BERBASIS
LOGIKA *FUZZY* PADA KONSUMEN LISTRIK PERKANTORAN**

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

**MANAJEMEN ENERGI LISTRIK DENGAN METODE *PEAK CLIPPING*
DAN *LOAD SHIFTING* BERBASIS LOGIKA *FUZZY* PADA KONSUMEN
LISTRIK PERKANTORAN**

Oleh
Firsa Haritama

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

© Firsa Haritama
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 izin dari penulis.

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

FIRSA HARITAMA

E.5051.1701144

**MANAJEMEN ENERGI LISTRIK DENGAN METODE *PEAK CLIPPING*
DAN *LOAD SHIFTING* BERBASIS LOGIKA *FUZZY* PADA KONSUMEN
LISTRIK PERKANTORAN**

Disetujui dan disahkan oleh pembimbing:

Pembimbing I



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

NIP. 19721113 1999903 1 001

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 “**MANAJEMEN ENERGI LISTRIK DENGAN METODE *PEAK CLIPPING* DAN *LOAD SHIFTING* BERBASIS LOGIKA *FUZZY* 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,

Firsa Haritama

NIM. 1701144

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang mana atas rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Manajemen Energi Listrik Dengan Metode *Peak Clipping* Dan *Load Shifting* Berbasis Logika *Fuzzy* 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 dalam penyusunan tugas akhir ini banyak pihak yang ikut memberikan dukungan dan juga bantuan. Dengan segala hormat penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Bapak Dadang Budiana dan Ibu Yani Nuryani, selaku orang tua dari penulis yang selalu memberikan bantuan, dukungan, doa, dan motivasi.
2. Bapak Prof. Dr. Ade Gafar Abdullah, M.Si. selaku pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, inspirasi, dan motivasi kepada penulis selama penyusunan skripsi.
3. Bapak Dr. Ir. H. Dadang Lukman Hakim, M.T. selaku pembimbing II yang telah memberikan arahan dan bimbingan kepada penulis selama penyusunan skripsi ini.
4. Bapak Dr. H. Yadi Mulyadi, M.T. selaku Ketua Departemen Pendidikan Teknik Elektro, Universitas Pendidikan Indonesia.
5. Bapak Iwan Kustiawan, S.Pd., M.T., Ph.D. selaku ketua Program Studi S1 Teknik Elektro.
6. Seluruh staff dosen dan administrasi DPTE FPTK UPI.
7. Seluruh pihak CEO, manager dan staff PT. Rumah Publikasi Indonesia dan PT. Mizan Grafika Sarana yang telah membantu dalam pengambilan data untuk penelitian skripsi.
8. Almira Hery Setiorini, Haris Dwi Septianto, San San Sanaulloh AR, Nabila Andara dan Muhammad Murod Naufal, yang selalu membantu dan berbagi ilmu serta memotivasi kepada penulis

9. Teman-teman Angkatan 2017 Departemen Pendidikan Teknik Elektro yang memberikan semangat dan motivasi bagi penulis selama menempuh perkuliahan.
10. 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 laporan ini jauh dari sempurna dan masih memiliki kekurangan, untuk itu penulis dengan senang hati menerima kritik dan saran demi kemajuan penulis di masa yang akan datang. Penulis berharap agar skripsi ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak khususnya pada bidang ilmu pengetahuan

Bandung, April 2021

Penulis

ABSTRAK

Pengelolaan penggunaan energi listrik yang belum tepat dapat mengakibatkan masalah pada jaringan listrik, penggunaan beban listrik pada waktu beban puncak yang tinggi dan biaya konsumsi energi listrik yang besar. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sebuah perangkat pendukung keputusan menggunakan kecerdasan buatan yang dapat diimplementasikan untuk membantu dalam melakukan manajemen energi listrik. Pada penelitian ini, metode *demand side management* yaitu *peak clipping* dan *load shifting* dan algoritma *fuzzy logic* digunakan untuk mengelola permintaan daya dan penggunaan beban listrik pada salah satu wilayah perkantoran di Kota Bandung. Metode *demand side management* ini dapat diterapkan dengan melakukan pergeseran beban listrik dan pemotongan beban puncak. Berdasarkan simulasi di wilayah perkantoran tersebut, hasil dari penggunaan metode ini mampu membantu dalam menurunkan biaya listrik dan meningkatkan efisiensi penggunaan beban listrik. Diharapkan penelitian ini dapat dikembangkan menjadi suatu pemodelan dalam melakukan manajemen energi listrik menggunakan kecerdasan buatan pada suatu tempat tinggal atau perkantoran.

Kata Kunci : Manajemen Energi, Logika *Fuzzy*, Manajemen Sisi Permintaan

ABSTRACT

Management of use of electrical energy which is still not appropriate can cause problems in electrical grid, electricity usage during peak loads is high and the cost of electrical energy consumption is expensive. This study aims to develop a decision support tool using artificial intelligence that can be implemented to assist in managing electrical energy. In this study, demand side management methods, are peak clipping and load shifting and fuzzy logic algorithms are used to manage the use of electrical loads and power demand in an office area in Bandung. This demand side management method can be applied by shifting electrical loads and cutting peak loads. Based on simulation in office areas, the results by using this method can reduce electricity costs and increase load efficiency. This research is expected to can be developed into a model in managing electrical energy using artificial energy in a place of residence or office.

Keyword : Energy Management, Fuzzy Logic, Demand Side Management

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	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	4
BAB II KAJIAN PUSTAKA.....	5
2.1 Manajemen Energi	5
2.2 Audit Energi	6
2.3 <i>Demand Side Management</i>	7
2.4 Logika <i>Fuzzy</i>	9
2.4.1 Tahapan dari sistem <i>fuzzy</i>	9
2.4.2 <i>Fuzzy Inference System</i>	11
2.4.3 Metode Mamdani.....	12
2.5 Faktor Beban	12
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	13
3.1 Prosedur Penelitian.....	13
3.2 Lokasi dan Objek Penelitian	14
3.3 Teknik Pengumpulan Data	14
3.4 Teknik Pengolahan Data.....	14
3.5 Teknik Analisis Data.....	17

BAB IV TEMUAN DAN PEMBAHASAN	18
4.1 Kondisi <i>real</i> konsumsi energi listrik pada Area Studi Kasus	18
4.2 Data Variabel Input	20
4.2.1 Tarif Tenaga Listrik (<i>Electricity Price</i>).....	20
4.2.2 Konsumsi Energi Listrik (<i>Consumption Energy</i>).....	21
4.2.3 Waktu (<i>Time</i>)	23
4.3 Manajemen Energi Listrik Menggunakan Algoritma <i>Fuzzy Logic</i>	24
4.3.1 Fuzzifikasi	25
4.3.2 Pembentukan Himpunan <i>Fuzzy</i>	25
4.3.3 Pembentukan Aturan-Aturan <i>Fuzzy (Fuzzy Rule)</i>	26
4.3.4 Defuzzifikasi	27
4.4 Analisis Manajemen Energi menggunakan <i>Fuzzy Logic</i>	28
4.5 Analisis Peluang Penghematan dan Efisiensi Energi Listrik.....	32
BAB V SIMPULAN, IMPLIKASI, DAN REKOMENDASI	34
5.1 Simpulan.....	34
5.2 Implikasi	35
5.3 Rekomendasi.....	35
DAFTAR PUSTAKA.....	36
LAMPIRAN.....	41

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Strategi DSM.....	7
Gambar 2. 2 Proses Defuzzifikasi	11
Gambar 3. 1 Tampilan FIS Editor Dengan 3 Input dan 3 Output.....	16
Gambar 3. 2 Tampilan FIS Editor Membership function plots	16
Gambar 3. 3 Tampilan FIS Editor Data Membership function plots.....	17
Gambar 4. 1 Kurva Konsumsi Energi Listrik PT.Mizan Grafika Sarana Periode Oktober - Februari 2021	19
Gambar 4. 2 <i>Membership Function Electricity Price</i> (Tarif Listrik).....	21
Gambar 4. 3 Kurva Konsumsi Energi pada 17 Maret 2021	23
Gambar 4. 4 <i>Membership Function Consumption Energy</i> (Konsumsi Energi)....	23
Gambar 4. 5 <i>Membership Function Time</i> (Waktu)	24
Gambar 4. 6 Skema FIS Editor Dengan 3 Input dan 3 Output	25
Gambar 4. 7 <i>Surface Viewer Peak Clipping</i>	27
Gambar 4. 8 <i>Surface Viewer Load Shifting</i>	27
Gambar 4. 9 <i>Rule Viewer</i> Manajemen Energi.....	28
Gambar 4. 10 Hasil Defuzzifikasi Output <i>Valley Filling</i>	29
Gambar 4. 11 Hasil Defuzzifikasi Output <i>Load Shifting</i>	29
Gambar 4. 12 Hasil Defuzzifikasi Output <i>Peak Clipping</i>	30
Gambar 4. 13 Kurva Konsumsi Energi Hasil Manajemen Energi	31

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Data Konsumsi Listrik 17 Maret 2021.....	22
Tabel 4. 2 Variabel Input dan Output Himpunan <i>Fuzzy</i>	25
Tabel 4. 3 Hasil Manajemen Energi <i>Fuzzy Logic</i>	28
Tabel 4. 4 Manajemen Energi pada Beban Listrik <i>Shiftable</i>	31

DAFTAR PUSTAKA

- Alilou, M., Tousei, B., & Shayeghi, H. (2020). Home energy management in a residential smart micro grid under stochastic penetration of solar panels and electric vehicles. *Solar Energy*, 212(November), 6–18. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2020.10.063>
- Althaher, S., Mancarella, P., & Mutale, J. (2015). Automated Demand Response From Home Energy Management System Under Dynamic Pricing and Power and Comfort Constraints. *IEEE Transactions on Smart Grid*, 6(4), 1874–1883. <https://doi.org/10.1109/TSG.2014.2388357>
- Anastasiadi, C., & Dounis, A. I. (2018). Co-simulation of fuzzy control in buildings and the HVAC system using BCVTB. *Advances in Building Energy Research*, 12(2), 195–216. <https://doi.org/10.1080/17512549.2017.1279077>
- António da Silva Gonçalves, V., & Mil-Homens dos Santos, F. J. (2019). Energy management system ISO 50001:2011 and energy management for sustainable development. *Energy Policy*, 133(June), 110868. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2019.07.004>
- Ates, S. A., & Durakbasa, N. M. (2012). Evaluation of corporate energy management practices of energy intensive industries in Turkey. *Energy*, 45(1), 81–91. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2012.03.032>
- Ayan, O., & Turkay, B. (2018a). Energy management algorithm for peak demand reduction. *2018 20th International Symposium on Electrical Apparatus and Technologies, SIELA 2018 - Proceedings*, 1–4. <https://doi.org/10.1109/SIELA.2018.8447088>
- Ayan, O., & Turkay, B. E. (2018b). Smart home energy management technologies based on demand side management and a review of smart plugs with smart thermostats. *2017 10th International Conference on Electrical and Electronics Engineering, ELECO 2017, 2018-Janua*, 1247–1252.
- Chang, C. K., Lee, S. H., Wu, R. N., Lee, C. H., & Chang, J. H. (2020). The use of the peak-clipping method for energy management in households with energy storage equipment. *Journal of the Chinese Institute of Engineers, Transactions of the Chinese Institute of Engineers, Series A*, 43(3), 257–268. <https://doi.org/10.1080/02533839.2019.1708807>

- Chupong, C., & Plangklang, B. (2017). Electricity bill forecasting application by home energy monitoring system. *2017 International Electrical Engineering Congress, IEECON 2017, October*.
<https://doi.org/10.1109/IEECON.2017.8075759>
- Duman, A. C., Güler, Ö., Deveci, K., & Gönül, Ö. (2018). Residential load scheduling optimization for demand-side management under time-of-use rate. *Proceedings - 2018 6th International Istanbul Smart Grids and Cities Congress and Fair, ICSG 2018*, 193–196.
<https://doi.org/10.1109/SGCF.2018.8408971>
- Dzene, I., Polikarpova, I., Zogla, L., & Rosa, M. (2015). Application of ISO 50001 for Implementation of Sustainable Energy Action Plans. *Energy Procedia*, 72, 111–118. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2015.06.016>
- Gellings, C. W. (1985). The Concept of Demand-Side Management for Electric Utilities. *Proceedings of the IEEE*, 73(10), 1468–1470.
<https://doi.org/10.1109/PROC.1985.13318>
- Ghaffar, M., Naseer, N., Sheikh, S. R., Naved, M., Aziz, U., & Koreshi, Z. U. (2019). Electrical energy management of building using fuzzy control. *2019 International Conference on Robotics and Automation in Industry, ICRAI 2019*. <https://doi.org/10.1109/ICRAI47710.2019.8967381>
- Gudi, N., Wang, L., Devabhaktuni, V., & Depuru, S. S. S. R. (2010). Demand response simulation implementing heuristic optimization for home energy management. *North American Power Symposium 2010, NAPS 2010*, 3390.
<https://doi.org/10.1109/NAPS.2010.5619967>
- Han, J., Choi, C. S., Park, W. K., Lee, I., & Kim, S. H. (2014). Smart home energy management system including renewable energy based on ZigBee and PLC. *IEEE Transactions on Consumer Electronics*, 60(2), 198–202.
<https://doi.org/10.1109/TCE.2014.6851994>
- Huang Young, Tao Zhuo, Junhong Liu, A. Z. (2014). IMPROVEMENT OF SAVING ON GENERATING UNITS BY USING DEMAND SIDE MANAGEMENT. *Asian Journal of Chemistry*, 26(12), 70–73.
- Indonesia, S. N., & Nasional, B. S. (2000). SNI 03-6197-2000 Standar Nasional Indonesia Badan Standardisasi Nasional Konservasi energi pada sistem

pencahayaan. *Buku Sni*, 3.8.

- Joo, I., & Choi, D. (2017). *Optimal Household Appliance Scheduling Considering Consumer's Electricity Bill Target*. 19–27.
- Kaddari, M., El Mouden, M., Hajjaji, A., & Semlali, A. (2018). Reducing energy consumption by energy management and energy audits in the pumping stations. *3rd Renewable Energies, Power Systems and Green Inclusive Economy, REPS and GIE 2018*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/REPSGIE.2018.8488820>
- Keshtkar, A., & Arzanpour, S. (2017). An adaptive fuzzy logic system for residential energy management in smart grid environments. *Applied Energy*, 186, 68–81. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2016.11.028>
- Kumara, I. N. S. (2017). *Manajemen energi di rumah sakit surya husadha denpasar*. May.
- Kusumadewi, S. (2002). *Analisis Desain Sistem Fuzzy Menggunakan Tool Box Matlab*. 275.
- Ma, J., Chen, H. H., Song, L., & Li, Y. (2014). Residential Load Scheduling in Smart Grid: A Cost Efficiency Perspective. *2014 IEEE International Conference on Communication Systems, IEEE ICCS 2014*, 590–594. <https://doi.org/10.1109/ICCS.2014.7024871>
- Mahmood, A., Ullah, M. N., Razzaq, S., Basit, A., Mustafa, U., Naeem, M., & Javaid, N. (2014). A new scheme for demand side management in future smart grid networks. *Procedia Computer Science*, 32, 477–484. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2014.05.450>
- Martirano, L., Bua, F., Cristaldi, L., Grigis, G., Mongiovi, L. G., Polverini, S., & Tironi, E. (2019). Assessment for a Distributed Monitoring System for Industrial and Commercial Applications. *IEEE Transactions on Industry Applications*, 55(6), 7320–7327. <https://doi.org/10.1109/TIA.2019.2939507>
- Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral. (2012). Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia No. 13 Tahun 2012 Tentang Penghematan Pemakaian Tenaga Listrik. *Jaringan Dokumentasi Dan Informasi Hukum (JDIH)*, 1–14. <https://jdih.esdm.go.id>
- Palensky, P., & Dietrich, D. (2011). Demand side management: Demand response, intelligent energy systems, and smart loads. *IEEE Transactions on Industrial*

- Informatics*, 7(3), 381–388. <https://doi.org/10.1109/TII.2011.2158841>
- Parvin, K., Hannan, M. A., Al-Shetwi, A. Q., Ker, P. J., Roslan, M. F., & Indra Mahlia, T. M. (2020). Fuzzy based Particle Swarm Optimization for Modelling Home Appliances towards Energy Saving and Cost reduction under Demand Response Consideration. *IEEE Access*, 8, 1–1. <https://doi.org/10.1109/access.2020.3039965>
- Pelser, W. A., Vosloo, J. C., & Mathews, M. J. (2018). Results and prospects of applying an ISO 50001 based reporting system on a cement plant. *Journal of Cleaner Production*, 198, 642–653. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.07.071>
- Perindustrian;BPKIMI, K. (2011). Pedoman Teknis Audit Energi Dalam Implementasi Konservasi Energi Dan Pengurangan Emisi CO2 Di Sektor Industri (Fase 1). *Kementerian Perindustrian*, 1, 34.
- Pipattanasomporn, M., Member, S., Kuzlu, M., & Rahman, S. (2012). *An Algorithm for Intelligent Home Energy Management and Demand Response Analysis*. 1–8.
- Rajeswari, N., & Janet, J. (2018a). Load Scheduling using Fuzzy Logic in a Home Energy Management System. *International Journal of Engineering and Technology*, 10(5), 1263–1272. <https://doi.org/10.21817/ijet/2018/v10i5/181005013>
- Rajeswari, N., & Janet, J. (2018b). *Scheduling of Domestic Appliances using Two level Fuzzy Logic Controller*. 1(06), 375–382.
- Santosa, I., Susetyo, B., & Ponoharjo. (2019). The intensity of energy consumption by electrical household devices in the pisma asri housing complex, Indonesia. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 9(3), 154–159. <https://doi.org/10.32479/ijeep.7543>
- Suswanto, D. (2009). Sistem Distribusi Tenaga Listrik Untuk Mahasiswa Teknik Elektro.
- Sönmez, M. A., Zehir, M. A., & Bagriyanik, M. (2018). Demand response by real-time management of flexible loads using dynamic priorities. *Proceedings - 2018 6th International Istanbul Smart Grids and Cities Congress and Fair, ICSG 2018*, 155–159. <https://doi.org/10.1109/SGCF.2018.8408963>

- Thakur, J., & Chakraborty, B. (2016). Demand side management in developing nations: A mitigating tool for energy imbalance and peak load management. *Energy*, *114*, 895–912. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2016.08.030>
- Thumann, P.E., C.E.M., A., & Younger, C.E.M., W. J. (2003). Handbook of Energy Audits. In *Handbook of Energy Audits*. <https://doi.org/10.4324/9780203912584>
- United Nations Industrial Development Organization. (2008). Sustainable Energy Regulation and Policy-Making for Africa. *Management*.
- Wang, L., Wang, Z., & Yang, R. (2012). Intelligent multiagent control system for energy and comfort management in smart and sustainable buildings. *IEEE Transactions on Smart Grid*, *3*(2), 605–617. <https://doi.org/10.1109/TSG.2011.2178044>