

**PERAMALAN KONSUMSI ENERGI LISTRIK JANGKA PANJANG
DI PROVINSI KALIMANTAN TIMUR MENGGUNAKAN PENDEKATAN
LOGIKA FUZZY**

TUGAS AKHIR

diajukan untuk memenuhi sebagian syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Elektro
Program Studi S-1 Teknik Elektro



Disusun oleh :

Galdin Akbar Salihan

E.5051.1607582

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

2020

**PERAMALAN KONSUMSI ENERGI LISTRIK JANGKA PANJANG DI
PROVINSI KALIMANTAN TIMUR MENGGUNAKAN PENDEKATAN
LOGIKA *FUZZY***

Oleh
Galdin Akbar Salihan

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

© Galdin Akbar Salihan 2020
Universitas Pendidikan Indonesia
Juni 2020

Hak Cipta dilindungi undang-undang.
Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian,
dengan dicetak ulang, difoto kopi, atau cara lainnya tanpa ijin dari penulis.

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

GALDIN AKBAR SALIHAN

E.5051.1607582

**PERAMALAN KONSUMSI ENERGI LISTRIK JANGKA PANJANG DI
PROVINSI KALIMANTAN TIMUR MENGGUNAKAN PENDEKATAN
LOGIKA FUZZY**

Disetujui dan disahkan oleh:

Pembimbing I,



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

NIP. 19721113 199903 1 001

Pembimbing II,

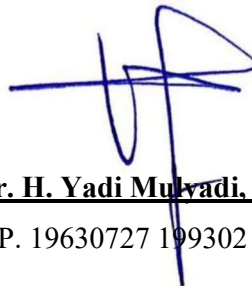


Dr. Ir. H. Dadang Lukman Hakim, M.T.

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 tugas akhir dengan judul “**Peramalan Konsumsi Energi Listrik Jangka Panjang Di Provinsi Kalimantan Timur Menggunakan Pendekatan Logika *Fuzzy***” 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, Juni 2020
Yang membuat pernyataan,

Galdin Akbar Salihan
NIM. 1607582

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, karena atas rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **“Peramalan Konsumsi Energi Listrik Jangka Panjang Di Provinsi Kalimantan Timur Menggunakan Pendekatan Logika Fuzzy”**. Tugas Akhir 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 Tugas Akhir ini. Maka dari itu penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada:

1. Keluarga besar Bapak Nana Rukmana dan Ibu Nining Sumarni, selaku orang tua dari penulis yang tak pernah berhenti memberikan dukungan, do'a, motivasi, dan nasihat.
2. Bapak Dr. H. Yadi Mulyadi, M.T. selaku Ketua Departemen Pendidikan Teknik Elektro, Universitas Pendidikan Indonesia.
3. Bapak Iwan Setiawan, Ph.D. selaku Ketua Program Studi S1 - Teknik Elektro, Universitas Pendidikan Indonesia.
4. Bapak Prof. Dr. Ade Gafar Abdullah, M.Si. selaku dosen pembimbing I yang tidak pernah lelah membimbing dan memberikan inspirasi kepada penulis.
5. Bapak Dr. Ir. H. Dadang Lukman Hakim, M.T. selaku dosen pembimbing II yang juga tidak pernah lelah membimbing dan memberikan inspirasi kepada penulis.
6. Seluruh staff dosen dan administrasi DPTE FPTK UPI.
7. Monica Dwiyanti, Faisal H M, Ilham Rafif M, Aditri Rahayu R, Rayindra D P, Timmainuno, Booyah yang selalu memberikan motivasi serta dukungan kepada penulis.
8. Rudiyan, In Mustagisin, Kukuh P Prambodo, Egin R G, Samsul Huda, Rizki M F, Dwiky H P, Henry Prima, Devi Ivana A, Anggin Nisrina dan teman-teman kelas Listrik Tenaga 2016 yang memberikan semangat dan motivasi bagi penulis selama menempuh perkuliahan.

9. Syaiful Widyatmiko, Wildan K A, Dante Eka, Alvin R, Alvina Dio dan teman-teman Angkatan 2016 Prodi S1 Teknik Elektro yang memberikan semangat dan motivasi bagi penulis dalam menempuh perkuliahan.
10. Teman-teman Gaffar Cluster 5.0 dan Andalu Corp yang telah memberikan support dan telah mengingatkan penulis untuk menyelesaikan pengerjaan tugas akhir.
11. Teman-teman Angkatan 2016 Departemen Pendidikan Teknik Elektro yang memberikan semangat dan motivasi bagi penulis selama menempuh perkuliahan.
12. Rekan-rekan dan senior TEUAS.
13. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam pengerjaan tugas akhir ini.

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

Bandung, Juni 2020

Penulis

ABSTRAK

Peningkatan jumlah penduduk berimbas pada naiknya jumlah pelanggan listrik tiap tahunnya sehingga mengakibatkan konsumsi energi listrik juga terus meningkat. Agar tercapai penyesuaian pembangkitan dan permintaan kebutuhan energi listrik diperlukan perencanaan sistem tenaga listrik, salah satunya yaitu peramalan konsumsi energi listrik diwaktu yang akan datang. Hal ini bertujuan agar terwujudnya optimalisasi dalam proses penyediaan energi listrik. Pada penelitian ini, penerapan metode logika *fuzzy* digunakan untuk mengolah aturan dari variabel *input* dan menghasilkan peramalan konsumsi energi listrik tahunan jangka panjang Provinsi Kalimantan Timur hingga tahun 2028. Selain itu, digunakan juga metode *Exponential Smoothing* sebagai metode pembandingan untuk mengetahui keakurasian model perhitungan peramalan. Peramalan energi listrik memiliki karakteristik yang biasanya dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti jumlah populasi, jumlah pelanggan, PDRB dan lain sebagainya. Data *input* yang digunakan untuk pembelajaran logika *fuzzy* pada peramalan ini adalah data aktual tahun 2010-2018 dan data *input* proyeksi tahun 2019-2028 dipergunakan untuk mendapatkan hasil peramalan. Kemudian data hasil peramalan tahun 2019-2028 dibandingkan dengan data proyeksi RUPTL PLN. Dari hasil peramalan, tingkat keakurasian yang paling baik dengan nilai kesalahan (*error*) yang paling kecil diperoleh menggunakan metode logika *fuzzy*, yaitu dengan nilai MAPE 3.80%. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan model peramalan konsumsi energi listrik untuk rencana pemindahan ibukota baru Indonesia di daerah Provinsi Kalimantan Timur.

Kata kunci : Peramalan, Konsumsi Energi Listrik, Logika *Fuzzy*, RUPTL PLN, Jangka Panjang, Ibukota Baru.

ABSTRACT

The increase in the number of residents has an impact on the increasing number of electricity customers each year, increasing electricity consumption. To achieve the adjustment of generation and demand for electrical energy needs electricity system planning is needed, one of which is forecasting the consumption of electrical energy in the future. This aims to realize optimization in the process of supplying electrical energy. In this study, the application of the fuzzy logic method is used to process the rules of the input variables and produce forecasting of long-term annual electricity consumption in East Kalimantan Province until 2028. Also, the Exponential Smoothing method is used as a comparison method to determine the accuracy of forecasting calculation models. Electrical energy forecasting has characteristics that are usually influenced by factors such as population, number of customers, GRDP, and so on. Input data used for learning fuzzy logic in this forecasting are the actual data for 2010-2018 and the projected input data for 2019-2028 are used to obtain forecasting results. Then the forecasting data for 2019-2028 is compared with the PLN RUPTL projection data. From the results of forecasting, the best level of accuracy with the smallest error value is obtained using the fuzzy logic method that is with a MAPE value of 3.80%. This research is expected to be a consideration for forecasting electricity consumption models for the planned transfer of Indonesia's new capital in the area of East Kalimantan Province.

Keywords: *Forecasting, Electric Energy Consumption, Fuzzy Logic, PLN RUPTL, Long Term, New Capital.*

DAFTAR ISI

| | |
|--|------|
| PERNYATAAN | iii |
| KATA PENGANTAR | iv |
| ABSTRAK..... | vi |
| ABSTRACT..... | vii |
| DAFTAR ISI..... | viii |
| DAFTAR GAMBAR..... | xi |
| DAFTAR TABEL..... | xiii |
| BAB I..... | 1 |
| PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 3 |
| 1.3 Batasan Masalah..... | 3 |
| 1.4 Tujuan Penelitian..... | 4 |
| 1.5 Manfaat..... | 4 |
| 1.6 Sistematika Penulisan..... | 5 |
| BAB II..... | 6 |
| KAJIAN PUSTAKA..... | 6 |
| 2.1 Profil Konsumsi Energi listrik Indonesia | 6 |
| 2.2 Jenis Peramalan Konsumsi Energi Listrik | 6 |
| 2.3 Peramalan Konsumsi Energi Listrik Jangka Panjang | 7 |
| 2.4 Logika <i>Fuzzy</i> | 7 |
| 2.4.1 Variabel Linguistik | 9 |
| 2.4.2 Himpunan Fuzzy (<i>Fuzzy Set</i>) | 9 |
| 2.4.3 Fungsi Keanggotaan..... | 11 |
| 2.4.4 Tahapan Operasi Logika <i>Fuzzy</i> | 14 |
| 2.4.4.1 <i>Fuzzifikasi</i> | 15 |
| 2.4.4.2 <i>Fuzzy Inference System</i> | 15 |
| 2.4.4.2.1 Metode Mamdani..... | 16 |
| 2.4.4.3 <i>Defuzzifikasi</i> | 17 |
| 2.5 Exponential Smoothing..... | 19 |
| 2.5.1 <i>Holt Exponential Smoothing</i> | 19 |

| | | |
|---|--|----|
| 2.5.2 | <i>Holt-Winters Exponential Smoothing</i> | 20 |
| 2.6 | Evaluasi Hasil Peramalan..... | 22 |
| 2.6.1 | <i>Mean Absolute Percentage Error (MAPE)</i> | 22 |
| 2.7 | Perangkat Lunak <i>Matlab</i> | 23 |
| BAB III | | 25 |
| METODOLOGI PENELITIAN..... | | 25 |
| 3.1 | Prosedur Penelitian..... | 25 |
| 3.2 | Objek Penelitian | 26 |
| 3.3 | Teknik Pengumpulan Data | 27 |
| 3.3.1 | Diskusi | 27 |
| 3.3.2 | Dokumentasi/literatur | 27 |
| 3.4 | Teknik Pengolahan Data | 28 |
| 3.5 | Teknik Analisis Data..... | 28 |
| 3.5.1 | Metode Analisis Menggunakan Logika <i>Fuzzy</i> | 28 |
| 3.5.2 | Metode Analisis Menggunakan <i>Exponential Smoothing</i> | 32 |
| BAB IV | | 33 |
| HASIL DAN PEMBAHASAN..... | | 33 |
| 4.1 | Identifikasi Data <i>Input</i> | 33 |
| 4.1.1 | Konsumsi energi listrik Provinsi Kalimantan Timur | 34 |
| 4.1.2 | Jumlah Penduduk / Populasi Kalimantan Timur..... | 35 |
| 4.1.3 | Jumlah Pelanggan PLN..... | 37 |
| 4.2 | Peramalan Konsumsi Energi Listrik dengan Menggunakan Algoritma <i>Fuzzy Logic</i> | 39 |
| 4.2.1 | <i>Fuzzifikasi</i> | 39 |
| 4.2.1.1 | Pembentukan Himpunan <i>Fuzzy</i> | 40 |
| 4.2.2 | Evaluasi Aturan <i>Fuzzy</i> | 41 |
| 4.2.2.1 | Aturan Dasar <i>Fuzzy</i> | 41 |
| 4.2.3 | <i>Defuzzifikasi</i> | 43 |
| 4.2.4 | Analisis Hasil <i>Forecasting</i> Menggunakan <i>Fuzzy Logic</i> | 45 |
| 4.3 | Perbandingan Hasil <i>Forecasting Fuzzy Logic</i> dan <i>Exponential Smoothing</i> 48 | |
| BAB V | | 52 |
| KESIMPULAN, IMPLIKASI, DAN REKOMENDASI..... | | 52 |

| | | |
|-----|----------------------|----|
| 5.1 | Simpulan..... | 52 |
| 5.2 | Implikasi..... | 53 |
| 5.3 | Rekomendasi | 53 |
| | DAFTAR PUSTAKA | 55 |
| | LAMPIRAN..... | 61 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|--|----|
| Gambar 2.1 Perbandingan Keanggotaan Himpunan <i>Fuzzy</i> Terhadap Himpunan <i>Crisp</i> | 10 |
| Gambar 2.2 Representasi Linear Naik..... | 12 |
| Gambar 2.3 Representasi Linear Turun..... | 12 |
| Gambar 2.4 Kurva Segitiga..... | 13 |
| Gambar 2.5 Kurva Trapesium..... | 13 |
| Gambar 2.6 Susunan Tahapan Operasional Logika <i>Fuzzy</i> | 14 |
| Gambar 2.7 Fungsi Implikasi MIN..... | 17 |
| Gambar 2.8 Proses <i>Defuzzifikasi</i> | 18 |
| Gambar 2.9 Tampilan Perangkat Lunak Matlab R2016b..... | 24 |
| Gambar 3.1 Diagram Alir Prosedur Penelitian..... | 25 |
| Gambar 3.2 Tampilan FIS Editor Dengan 3 <i>Input</i> dan 1 <i>Output</i> | 30 |
| Gambar 3.3 Membership Function Editor Population (<i>Input</i>)..... | 30 |
| Gambar 3.4 Kolom Set Range, Type, dan Params pada Membership Function Editor..... | 30 |
| Gambar 3.5 Tampilan <i>Rules Editor</i> | 31 |
| Gambar 3.6 Tampilan <i>Rule Viewer</i> | 31 |
| Gambar 4.1 Profil Konsumsi Energi Listrik Tahun 2010-2018..... | 34 |
| Gambar 4.2 Profil Proyeksi Konsumsi Energi Listrik RUPTL PLN..... | 35 |
| Gambar 4.6 Profil Proyeksi Jumlah Pelanggan PLN di Kalimantan Timur Tahun 2019-2028 Untuk Variabel <i>Input</i> Peramalan..... | 37 |
| Gambar 4.7 Profil PDRB Kalimantan Timur Tahun 2010-2018..... | 38 |
| Gambar 4.8 Profil Proyeksi PDRB di Kalimantan Timur Tahun 2019-2028 Untuk Variabel <i>Input</i> Peramalan..... | 39 |
| Gambar 4.9 Skema FIS Editor Dengan 3 <i>Input</i> dan 1 <i>Output</i> | 40 |
| Gambar 4.10 Fungsi Keanggotaan Jumlah Populasi..... | 40 |
| Gambar 4.11 <i>Surfaces Viewer</i> | 42 |
| Gambar 4.12 <i>Rule Viewer</i> Peramalan Data Aktual..... | 43 |

| | |
|--|----|
| Gambar 4.13 Perbandingan Data Aktual dan <i>Fuzzy Logic</i> Konsumsi Energi Listrik | 44 |
| Gambar 4.14 Data Aktual Tahun 2010-2018 dan Hasil Peramalan <i>Fuzzy</i> Tahun 2019-2028 | 46 |
| Gambar 4.15 Perbandingan Laju Pertumbuhan Peramalan Konsumsi Energi Listrik | 47 |
| Gambar 4.16 Komparasi Peramalan Konsumsi Energi Listrik | 49 |

DAFTAR TABEL

| | |
|---|----|
| Tabel 2.1 Fungsi Persamaan <i>Level, Trend, Seasonality</i> dan Fungsi Peramalan <i>Holt-Winters</i> | 21 |
| Tabel 2.2 Nilai Awal <i>Level, Trend dan Seasonality Holt-Winters</i> | 21 |
| Tabel 4.1 Variabel <i>Input</i> dan <i>Output</i> Himpunan <i>Fuzzy</i> Data Aktual..... | 41 |
| Tabel 4.2 Hasil Proses <i>Defuzzifikasi</i> dan Data Aktual..... | 44 |
| Tabel 4.3 Variabel <i>Input</i> dan <i>Output</i> Data Proyeksi Tahun 2019-2028 | 45 |
| Tabel 4.4 Hasil Peramalan Konsumsi Energi Listrik..... | 46 |
| Tabel 4.5 Perbandingan hasil peramalan konsumsi energi listrik RUPTL PLN, metode <i>Fuzzy</i> dan metode <i>Exponential Smoothing</i> | 49 |

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, A. G. and Feranie, S. (2014) ‘Development Of Short Term Load Forecasting Based on Fuzzy Clustering’, *Applied Mechanics and Materials*, 672–674(May), pp. 1413–1420. doi: 10.4028/www.scientific.net/amm.672-674.1413.
- Abdullah, A. G., Suranegara, G. M. and Hakim, D. L. (2014) ‘Hybrid PSO-ANN application for improved accuracy of short term Load Forecasting’, *WSEAS Transactions on Power Systems*, 9(January 2014), pp. 446–451.
- Ali, D. *et al.* (2016) ‘Long-term load forecast modelling using a fuzzy logic approach’, *Pacific Science Review A: Natural Science and Engineering*. Elsevier Ltd, 18(2), pp. 123–127. doi: 10.1016/j.pusra.2016.09.011.
- Altinoz, O. T. and Mengusoglu, E. (2015) ‘Investigation of performance effect of input diversity on long term electricity demand forecasting’, pp. 1098–1101. doi: 10.1109/siu.2015.7130026.
- Alturki, F. A. and Abdennour, A. Ben (2000) ‘Medium to Long-term Peak Load Forecasting for Riyadh City Using Artificial Neural Networks’, *Journal of King Saud University - Engineering Sciences*, 12(2), pp. 269–283. doi: 10.1016/s1018-3639(18)30719-0.
- Anoop, K. J. and K, K. (2018) ‘IEEE International Conference on Power, Control, Signals and Instrumentation Engineering, ICPCSI 2017’, *IEEE International Conference on Power, Control, Signals and Instrumentation Engineering, ICPCSI 2017*, pp. 2983–2986.
- De Andrade, L. C. M. and Da Silva, I. N. (2009) ‘Very short-term load forecasting based on ARIMA model and intelligent systems’, *2009 15th International Conference on Intelligent System Applications to Power Systems, ISAP '09*. doi: 10.1109/ISAP.2009.5352829.
- De Andrade, L. C. M. and Da Silva, I. N. (2010) ‘Very short-term load forecasting using a hybrid neuro-fuzzy approach’, *Proceedings - 2010 11th Brazilian*

Symposium on Neural Networks, SBRN 2010, pp. 115–120. doi: 10.1109/SBRN.2010.28.

- Bianco, V., Manca, O. and Nardini, S. (2009) ‘Electricity consumption forecasting in Italy using linear regression models’, *Energy*. Elsevier Ltd, 34(9), pp. 1413–1421. doi: 10.1016/j.energy.2009.06.034.
- Bissey, S., Jacques, S. and Le Bunetel, J. C. (2017) ‘The fuzzy logic method to efficiently optimize electricity consumption in individual housing’, *Energies*, 10(11). doi: 10.3390/en10111701.
- Blancas, J. and Noel, J. (2018) ‘Short-Term Load Forecasting Using Fuzzy Logic’, *2018 IEEE PES Transmission & Distribution Conference and Exhibition - Latin America (T&D-LA)*. IEEE, pp. 1–5. doi: 10.1109/TDC-LA.2018.8511751.
- Buhan, S. *et al.* (2013) ‘Verification of a very short term wind power forecasting algorithm for Turkish transmission grid’, *International Conference on Power Engineering, Energy and Electrical Drives*, 5, pp. 1217–1221. doi: 10.1109/PowerEng.2013.6635786.
- Çevik, H. H. and Çunkaş, M. (2014) ‘A comparative study of artificial neural network and ANFIS for short term load forecasting’, *Proceedings of the 2014 6th International Conference on Electronics, Computers and Artificial Intelligence, ECAI 2014*, pp. 29–34. doi: 10.1109/ECAI.2014.7090206.
- Chae, Y. T. *et al.* (2016) ‘Artificial neural network model for forecasting sub-hourly electricity usage in commercial buildings’, *Energy and Buildings*. Elsevier B.V., 111, pp. 184–194. doi: 10.1016/j.enbuild.2015.11.045.
- Charytoniuk, W. (2000) ‘Very Short-term Load Forecasting Using Artificial Neural Networks’, 15(4), pp. 263–268.
- Chatfield, C. and Yar, M. (1988) ‘Holt-Winters Forecasting: Some Practical Issues’, *The Statistician*, 37(2), p. 129. doi: 10.2307/2348687.

- Chen, D. and York, M. (2008) ‘Neural network based very short term load prediction’, *Transmission and Distribution Exposition Conference: 2008 IEEE PES Powering Toward the Future, PIMS 2008*. doi: 10.1109/TDC.2008.4517071.
- Deb, C. *et al.* (2015) ‘Forecasting Energy Consumption of Institutional Buildings in Singapore’, *Procedia Engineering*, 121, pp. 1734–1740. doi: 10.1016/j.proeng.2015.09.144.
- Dhakre, D. S., Sarkar, K. A. and Manna, S. (2016) ‘Forecast Price of Brinjal By Holt Winters Method in West Bengal Using Ms Excel’, *Int. J. Bio-res. Env. Agril. Sci*, 2(1), pp. 232–236.
- Elakrmi, F. and Shikhah, N. A. (2016) ‘Electricity Load Forecasting – Science and Practices’, pp. 1–9.
- Elattar, E. E., Goulermas, J. and Wu, Q. H. (2010) ‘Electric load forecasting based on locally weighted support vector regression’, *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics Part C: Applications and Reviews*, 40(4), pp. 438–447. doi: 10.1109/TSMCC.2010.2040176.
- Esteves, G. R. T. *et al.* (2015) ‘Long term electricity forecast: A systematic review’, *Procedia Computer Science*. Elsevier Masson SAS, 55(Itqm), pp. 549–558. doi: 10.1016/j.procs.2015.07.041.
- Faizah, S. I. and Husaeni, U. A. (2018) ‘Development of consumption and supplying energy in Indonesia’s economy’, *International Journal of Energy Economics and Policy*, 8(6), pp. 313–321. doi: 10.32479/ijeep.6926.
- Fitrantie, M. and Wibowo, W. (2016) ‘Pemodelan Konsumsi Energi Listrik Pada Sektor Industri di Provinsi Jawa Timur Menggunakan Metode Regresi Data Panel’, *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 5(2). doi: 10.12962/j23373520.v5i2.16534.
- Guan, C. *et al.* (2010) ‘Hybrid Kalman algorithms for very short-term load forecasting and confidence interval estimation’, *IEEE PES General Meeting, PES 2010*, pp. 1–8. doi: 10.1109/PES.2010.5590077.

- Hagan, M. T. and Behr, S. M. (1987) 'The Time Series Approach To Short Term Load Forecasting', *Journal of Japan Institute of Light Metals*, PWRS-13(3), pp. 785–791. doi: 10.2464/jilm.13.305.
- Jasiński, T. (2019) 'Modeling electricity consumption using nighttime light images and artificial neural networks', *Energy*, 179, pp. 831–842. doi: 10.1016/j.energy.2019.04.221.
- Kalekar, P. (2004) 'Time series forecasting using Holt-Winters exponential smoothing', *Kanwal Rekhi School of Information Technology*, (04329008), pp. 1–13.
- Karabulut, K., Alkan, A. and Yilmaz, A. S. (2008) 'Long term energy consumption forecasting using genetic programming', *Mathematical and Computational Applications*, 13(2), pp. 71–80. doi: 10.3390/mca13020071.
- Kaytez, F. *et al.* (2015) 'Forecasting electricity consumption: A comparison of regression analysis, neural networks and least squares support vector machines', *International Journal of Electrical Power and Energy Systems*. Elsevier Ltd, 67, pp. 431–438. doi: 10.1016/j.ijepes.2014.12.036.
- Kotillová, A. (2011) 'Very Short-Term Load Forecasting Using Exponential Smoothing and Arima Models', *Journal of Information, Control and Management*, 9(2), pp. 85–92. Available at: <http://kifri.fri.uniza.sk/ojs/index.php/JICMS/article/download/1507/643>.
- Kumar, D. *et al.* (2015) 'Fuzzy Based Temperature Controller Using Membership Functions in Fuzzy Toolbox Using Matlab', *Proceedings - 2015 2nd IEEE International Conference on Advances in Computing and Communication Engineering, ICACCE 2015*, pp. 202–207. doi: 10.1109/ICACCE.2015.90.
- Kusumadewi, Sri, and Hari Purnomo. "Aplikasi Logika Fuzzy untuk pendukung keputusan." *Yogyakarta: Graha Ilmu* (2010): 33-34.

- Laouafi, A. *et al.* (2015) ‘One-hour ahead electric load forecasting using neuro-fuzzy system in a parallel approach’, *Studies in Computational Intelligence*, 575, pp. 95–121. doi: 10.1007/978-3-319-11017-2_5.
- Laouafi, A., Mordjaoui, M. and Dib, D. (2014) ‘Very short-term electricity demand forecasting using adaptive exponential smoothing methods’, *STA 2014 - 15th International Conference on Sciences and Techniques of Automatic Control and Computer Engineering*, pp. 553–557. doi: 10.1109/STA.2014.7086716.
- Makridakis, S., Wheelwright, S. C., & McGee, V. E. (1999). *Metode dan Aplikasi Peramalan Jilid 1* (Ir. Untung Sus Ardiyanto, M. Sc. & Ir. Abdul Basith, M. Sc. Terjemahan). *Edisi Kedua. Jakarta: Penerbit Erlangga.*
- Pang, Q. and Zhang, M. (2010) ‘Very short-term load forecasting based on neural network and rough set’, *2010 International Conference on Intelligent Computation Technology and Automation, ICICTA 2010*, 3, pp. 1132–1135. doi: 10.1109/ICICTA.2010.38.
- Samuel, I. a *et al.* (2014) ‘Medium-Term Load Forecasting Of Covenant University Using The Regression Analysis Methods’, *Journal of Energy Technology and Policy*, 4(4), pp. 10–17.
- Setiawan, A., Koprinska, I. and Agelidis, V. G. (2009) ‘Very short-term electricity load demand forecasting using support vector regression’, *Proceedings of the International Joint Conference on Neural Networks*, pp. 2888–2894. doi: 10.1109/IJCNN.2009.5179063.
- Trudnowski, D. J., McReynolds, W. L. and Johnson, J. M. (2001) ‘Real-time very short-term load prediction for power-system automatic generation control’, *IEEE Transactions on Control Systems Technology*, 9(2), pp. 254–260. doi: 10.1109/87.911377.
- Unal, Y. Z. *et al.* (2015) ‘Developing spreadsheet models of Holt-Winter methods and solving with Microsoft Excel solver and differential evaluation technique: An application to tourism sector’, *IEOM 2015 - 5th International*

Conference on Industrial Engineering and Operations Management, Proceeding. doi: 10.1109/IEOM.2015.7093786.

Ünler, A. (2008) ‘Improvement of energy demand forecasts using swarm intelligence: The case of Turkey with projections to 2025’, *Energy Policy*, 36(6), pp. 1937–1944. doi: 10.1016/j.enpol.2008.02.018.

Wang, L.-X. (1997). *A course in fuzzy systems and control*. Upper Saddle River, N.J: Prentice Hall PTR.