

06/S/TEKKOM-KCBR/PK.03.08/10/JULI/2024

**DESAIN DAN IMPLEMENTASI ALAT MONITORING DAN PREDIKSI
KONSUMSI ENERGI LISTRIK BERBASIS *INTERNET OF THINGS*
MENGUNAKAN *DEEP LEARNING***

SKRIPSI

diajukan untuk memenuhi sebagian syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Komputer



oleh

Dastin Aryo Atmanto

NIM 2008869

**PROGRAM STUDI TEKNIK KOMPUTER
KAMPUS UPI DI CIBIRU
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA**

2024

HALAMAN HAK CIPTA

**DESAIN DAN IMPLEMENTASI ALAT MONITORING DAN PREDIKSI
KONSUMSI ENERGI LISTRIK BERBASIS *INTERNET OF THINGS*
MENGUNAKAN *DEEP LEARNING***

oleh

Dastin Aryo Atmanto

NIM 2008869

Sebuah Skripsi yang Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik pada Program Studi S1 Teknik Komputer

© Dastin Aryo Atmanto

Universitas Pendidikan Indonesia

2024

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian, dengan dicetak
ulang, difoto kopi, atau cara lainnya tanpa izin penulis

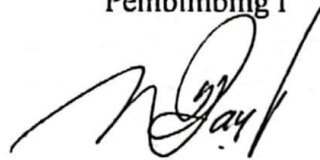
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

DASTIN ARYO ATMANTO

DESAIN DAN IMPLEMENTASI ALAT MONITORING DAN PREDIKSI
KONSUMSI ENERGI LISTRIK BERBASIS *INTERNET OF THINGS*
MENGUNAKAN *DEEP LEARNING*

disetujui dan disahkan oleh pembimbing:

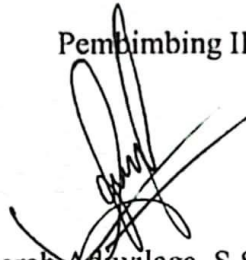
Pembimbing I



Wirmanto Suteddy, S.T., M.T.

NIP. 920200819830521101

Pembimbing II



Anugrah Adiwilaga, S.ST., M.T.

NIP. 920200819880813101

Mengetahui

Ketua Program Studi Teknik Komputer



Deden Pradeka, S.T., M.Kom.

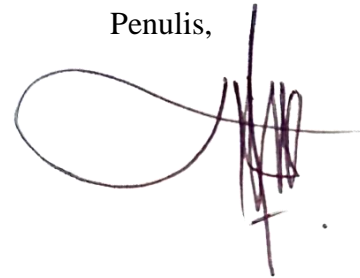
NIP. 920200419890816101

**HALAMAN PERNYATAAN
KEASLIAN SKRIPSI DAN BEBAS PLAGIARISME**

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Desain dan Implementasi Alat Monitoring dan Prediksi Konsumsi Energi Listrik Berbasis *Internet of Things* Menggunakan *Deep Learning*” 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 risiko/sanksi apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.

Bandung, Juli 2024

Penulis,



Dastin Aryo Atmanto

NIM. 2008869

HALAMAN UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat, karunia, serta kemudahan sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini dengan judul “Desain dan Implementasi Alat Monitoring dan Prediksi Konsumsi Energi Listrik Berbasis *Internet of Things* Menggunakan *Deep Learning*”. Penulisan skripsi ini tidak terlepas dari dukungan berbagai pihak yang memberikan saran, kritik, dan motivasi kepada penulis. Selama proses penelitian saya ingin mengucapkan terimakasih kepada:

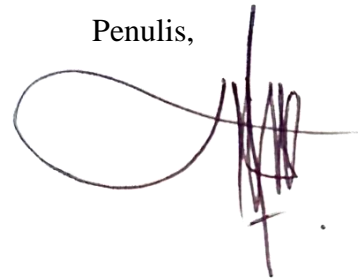
1. Bapak Wirmanto Suteddy, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Utama dan Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan banyak arahan selama perkuliahan maupun penyelesaian skripsi dan menjadi dosen pendamping dalam berbagai ajang perlombaan. Beliau selalu memberikan kepercayaan lebih bahkan melibatkan penulis dalam berbagai penelitiannya sehingga penulis dapat berkembang jauh lebih baik hingga mencapai tahap ini. Jasa besar yang beliau berikan semoga selalu menjadi ladang kebaikan kelak.
2. Bapak Anugrah Adiwilaga, S.ST., M.T., selaku Dosen Pembimbing Kedua yang telah memberikan bimbingan, saran, serta kritik selama penyelesaian skripsi. Beliau juga yang telah mendampingi penulis dalam berbagai perlombaan bahkan beliau dosen pendamping pertama dalam ajang perlombaan internasional yaitu Sebelas Maret International IoT Challenge (SEMAR IoT) 2021. Sehingga motivasi tersebut yang membuat penulis berkembang menjadi lebih baik.
3. Bapak Deden Pradeka, S.T., M.Kom. selaku Ketua Prodi Teknik Komputer yang telah memberikan pengawasan, bimbingan, saran, dan umpan balik yang bermanfaat. Dukungan yang beliau berikan melalui kebijakan sebagai Ketua Program Studi selalu mempertimbangkan sesuai kebutuhan mahasiswa untuk menjadi lebih baik.
4. Seluruh Dosen dan Staff Prodi Teknik Komputer yang telah memberikan wawasan yang bermanfaat selama perkuliahan.
5. Kedua orang tua dan kakak penulis, yaitu Bapak Haryo Maroedjoe Moedjiwarno, Ibu Umi Nariyah, dan Adiloka Ekasandi yang tanpa henti mendukung perkuliahan hingga dapat menyelesaikan skripsi ini.

6. Grup yang bernama Tiga Sekawan, yang terdiri dari penulis, Rizki Nuriman, dan Muhamad Fajar. Mereka merupakan teman baik sejak awal perkuliahan dan akan tetap demikian hingga masa mendatang. Banyak hal telah dilalui bersama, namun kini saatnya untuk mengejar impian masing-masing. Semoga kelak dapat dipersatukan kembali dalam suatu pekerjaan.
7. Athifa Hasna Ismayanti, Dhimaz Purnama Adhji, Muhammad Aksyal Bambang Suseno, Ivan Rajwa Naufal, dan teman-teman lainnya yang tidak bisa penulis sebut satu persatu yang sudah memberikan dukungan dan semangat dalam penyusunan skripsi.

Dengan demikian, penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih memiliki keterbatasan sehingga mengharapkan saran dan kritik dari berbagai pihak atau penelitian selanjutnya di masa depan. Sekali lagi, saya ucapkan terimakasih dan mohon maaf sebesar-besarnya jika terdapat kesalahan, semoga penelitian ini bermanfaat bagi pembaca.

Bandung, Juli 2024

Penulis,

A handwritten signature in dark ink, consisting of a large loop on the left and several vertical strokes on the right, followed by a small horizontal line and a dot.

Dastin Aryo Atmanto

NIM. 2008869

DESAIN DAN IMPLEMENTASI ALAT MONITORING DAN PREDIKSI KONSUMSI ENERGI LISTRIK BERBASIS *INTERNET OF THINGS* MENGUNAKAN *DEEP LEARNING*

Dastin Aryo Atmanto

2008869

ABSTRAK

Saat ini informasi terkait penggunaan daya listrik masih terbatas pada data yang diperoleh dari alat kWh Meter konvensional hanya berupa informasi umum mengenai total konsumsi energi, namun keterbatasannya dalam memberikan detail informasi yang memadai menjadi kendala. Hal ini menciptakan tantangan dalam pengelolaan energi listrik secara berkelanjutan. Salah satu dampaknya adalah kurangnya efektivitas waktu pemakaian energi dan kurangnya kesadaran masyarakat terhadap pentingnya penghematan energi listrik. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem monitoring dan prediksi konsumsi energi listrik berbasis IoT guna memberikan informasi terkait penggunaan listrik secara *real-time* kepada pengguna berbasis aplikasi web. Selain itu, dalam penelitian ini dikembangkan sistem *fuzzy logic* menggunakan model Mamdani yang bertujuan untuk memprediksi penggunaan listrik harian dan algoritma peramalan menggunakan LSTM yang bertujuan untuk memprediksi kisaran biaya konsumsi listrik. Metode pengembangan sistem pada penelitian ini menggunakan metode prototipe yang bertujuan untuk menggambarkan sistem yang akan dibangun. Berdasarkan hasil pengujian, sistem memiliki persentase *error* terhadap pembacaan sensor pada tegangan dan arus masing-masing sebesar 2,72% dan 3,59%. Kemudian, *fuzzy logic* yang dikembangkan sudah sesuai dengan selisih *error* berdasarkan perbandingan dengan MATLAB sebesar 0,91%. Selain itu, pada model LSTM yang dilatih hasil evaluasi matrik MSE, MAE, RMSE, dan MAPE masing-masing sebesar 0,00663, 0,06128, 0,08142, dan 0,10794. Dengan demikian, sistem yang dirancang diharapkan dapat meningkatkan efisiensi penggunaan energi listrik di masyarakat luas serta membantu pengguna dalam mengambil keputusan dan merencanakan penggunaan energi listrik secara lebih bijak.

Kata Kunci: Monitoring Energi Listrik; *Fuzzy Logic*; LSTM; Firebase; IoT; FreeRTOS.

DESIGN AND IMPLEMENTATION OF MONITORING AND PREDICTION TOOLS FOR ELECTRICAL ENERGY CONSUMPTION BASED ON THE INTERNET OF THINGS USING DEEP LEARNING

Dastin Aryo Atmanto

2008869

ABSTRACT

Currently, information related to the use of electric power is still limited to data obtained from conventional kWh meters in the form of only general information about total energy consumption, but its limitations in providing sufficient detailed information are an obstacle. This creates challenges in the sustainable management of electrical energy. One of the impacts is the lack of effectiveness of energy usage time and the lack of public awareness of the importance of saving electrical energy. Therefore, this research aims to develop an IoT-based electric energy consumption monitoring and prediction system to provide real-time electricity usage-related information to web application-based users. In addition, this research developed a fuzzy logic system using the Mamdani model which aims to predict daily electricity usage and a forecasting algorithm using LSTM which aims to predict the range of electricity consumption costs. The system development method in this research uses the prototype method which aims to describe the system to be built. Based on the test results, the system has a percentage error against sensor readings on voltage and current of 2.72% and 3.59%, respectively. Then, the fuzzy logic developed is in accordance with the difference in error based on comparison with MATLAB of 0.91%. In addition, in the LSTM model trained the MSE, MAE, RMSE, and MAPE matrix evaluation results are 0.00663, 0.06128, 0.08142, and 0.10794, respectively. Thus, the designed system is expected to increase the efficiency of electrical energy use in the wider community and help users in making decisions and planning the use of electrical energy more wisely.

Keywords: *Electric Energy Monitoring; Fuzzy Logic; LSTM; Firebase; IoT; FreeRTOS.*

DAFTAR ISI

HALAMAN HAK CIPTA	i
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI DAN BEBAS PLAGIARISME.....	iii
HALAMAN UCAPAN TERIMA KASIH	iv
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	15
1.1 Latar Belakang Penelitian	15
1.2 Rumusan Masalah Penelitian	17
1.3 Tujuan Penelitian.....	18
1.4 Manfaat Penelitian.....	18
1.4.1 Manfaat Teoritis	18
1.4.2 Manfaat Praktis	18
1.5 Batasan Penelitian	19
1.6 Struktur Organisasi Skripsi	19
BAB II KAJIAN PUSTAKA.....	21
2.1 Tinjauan Pustaka	21
2.1.1 <i>Internet of Things</i> (IoT).....	21
2.1.2 Algoritma Peramalan	21
2.1.3 <i>Fuzzy Logic</i>	22
2.1.4 Sistem Operasi FreeRTOS	23
2.1.5 <i>Website</i>	24
2.1.6 Firebase	24
2.2 Penelitian Terkait	25
BAB III METODE PENELITIAN.....	30
3.1 Desain Penelitian	30

3.2	Metode Penelitian.....	31
3.2.1	Instrumen Penelitian.....	31
3.2.2	Metode Pengembangan Sistem	33
3.3	Metode Pengujian Sistem.....	53
3.3.1	Metode Pengujian Kinerja Perangkat Keras	54
3.3.2	Metode Pengujian Algoritma <i>Fuzzy Logic</i>	55
3.3.3	Metode Pengujian Algoritma LSTM	55
3.3.4	Metode Pengujian Perangkat Lunak	57
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		59
4.1	Hasil Perancangan Sistem	59
4.1.1	Hasil Perancangan Perangkat Keras.....	59
4.1.2	Hasil Perancangan Algoritma <i>Fuzzy Logic</i>	62
4.1.3	Hasil Perancangan Algoritma LSTM.....	69
4.1.4	Hasil Perancangan Perangkat Lunak.....	76
4.2	Pengujian dan Evaluasi Sistem.....	81
4.2.1	Pengujian dan Evaluasi Perangkat Keras.....	81
4.2.2	Pengujian dan Evaluasi Algoritma <i>Fuzzy Logic</i>	83
4.2.3	Pengujian dan Evaluasi Algoritma LSTM.....	85
4.2.4	Pengujian dan Evaluasi Perangkat Lunak	94
4.2.5	Pengujian Sistem Secara Keseluruhan	99
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		105
5.1	Kesimpulan.....	105
5.2	Saran	105
DAFTAR PUSTAKA		106
LAMPIRAN.....		112

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Domain Himpunan <i>Fuzzy</i> (Suprpto & Simanjuntak, 2020).....	22
Tabel 2.2 Ringkasan Penelitian Terkait	25
Tabel 3.1 Aturan-aturan <i>Fuzzy Logic</i>	43
Tabel 4.1 Statistik Deskriptif Data yang Terdapat Anomali.....	71
Tabel 4.2 Statistik Deskriptif Data Tanpa Anomali.....	72
Tabel 4.3 Hasil Pengamatan Tegangan Pada Alat dan Multimeter	82
Tabel 4.4 Hasil Pengamatan Arus Pada Alat dan Multimeter	82
Tabel 4.5 Selisih Nilai antara Model <i>Fuzzy Logic</i> yang dibangun Pada Sistem dengan Desain Awal Model <i>Fuzzy Logic</i> Menggunakan MATLAB.....	84
Tabel 4.6 Hasil <i>Cross-validation</i> Pada Kumpulan Data yang Terdapat Anomali	86
Tabel 4.7 Hasil <i>Cross-validation</i> Pada Kumpulan Data Tanpa Anomali	86

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Konsumsi Listrik per Kapita Indonesia (1971-2022).....	15
Gambar 3.1 Alur Penelitian.....	30
Gambar 3.2 Ilustrasi Sistem Kerja <i>Monitoring</i>	35
Gambar 3.3 Sistem Blok Diagram	36
Gambar 3.4 Diagram Alir Sistem Perangkat Keras	37
Gambar 3.5 Desain Skematik Sistem <i>Monitoring</i>	38
Gambar 3.6 <i>Footprint</i> PCB Perangkat Keras.....	38
Gambar 3.7 Nilai Keanggotaan Variabel Waktu	39
Gambar 3.8 Nilai Keanggotaan Variabel Energi	40
Gambar 3.9 Nilai Keanggotaan Variabel Jenis Daya.....	40
Gambar 3.10 Nilai Keanggotaan Variabel Selisih Biaya.....	42
Gambar 3.11 Nilai keanggotaan Variabel <i>Output</i> Penggunaan Listrik.....	42
Gambar 3.12 <i>AI Project Cycle</i>	46
Gambar 3.13 Diagram Alir Perencanaan Sistem Perangkat Lunak	48
Gambar 3.14 Struktur Data Pada Platform Firebase	49
Gambar 3.15 <i>Use Case</i>	50
Gambar 3.16 <i>Sequence Diagram User</i>	51
Gambar 3.17 <i>Activity Diagram</i>	52
Gambar 3.18 Arsitektur Sistem.....	53
Gambar 4.1 Tampilan Hasil Perancangan PCB	59
Gambar 4.2 Kotak Sensor Tampak Luar.....	60
Gambar 4.3 Kotak Sensor Tampak Dalam	60
Gambar 4.4 Penerapan Alat <i>Monitoring</i> Secara Keseluruhan	61
Gambar 4.5 Hasil Pengukuran Sensor Pada Perangkat.....	62
Gambar 4.6 Desain Awal Model <i>Fuzzy Logic</i> Pada MATLAB.....	63
Gambar 4.7 Desain Fungsi Keanggotaan Variabel Waktu Pada MATLAB.....	64
Gambar 4.8 Desain Fungsi Keanggotaan Variabel Energi Pada MATLAB.....	65
Gambar 4.9 Desain Fungsi Keanggotaan Variabel Jenis Daya Pada MATLAB..	65
Gambar 4.10 Desain Fungsi Keanggotaan Variabel Selisih Biaya Pada MATLAB.....	66

Gambar 4.11 Desain Fungsi Keanggotaan Variabel Penggunaan Listrik Pada MATLAB.....	67
Gambar 4.12 Desain Aturan-aturan <i>Fuzzy Logic</i> Pada MATLAB	68
Gambar 4.13 Simulasi Pengujian <i>Fuzzy Logic</i> Pada MATLAB.....	69
Gambar 4.14 Grafik Kumpulan Data yang Terdapat Anomali Terhadap Biaya... 71	
Gambar 4.15 Grafik Kumpulan Data Tanpa Anomali Terhadap Biaya.....	73
Gambar 4.16 Hasil Perancangan Model LSTM.....	75
Gambar 4.17 Simulasi Prediksi Biaya Listrik Pada Model LSTM Menggunakan Data Latih yang Terdapat Anomali.....	76
Gambar 4.18 Simulasi Prediksi Biaya Listrik Pada Model LSTM Menggunakan Data Latih Tanpa Anomali.....	76
Gambar 4.19 Hasil Perancangan Firebase	77
Gambar 4.20 Tampilan Menu <i>Login</i>	78
Gambar 4.21 Tampilan Menu <i>Dashboard</i>	78
Gambar 4.22 Tampilan Menu <i>Daily Electrical Analysis</i>	79
Gambar 4.23 Tampilan Informasi Detail Terkait Penggunaan Listrik Harian.....	80
Gambar 4.24 Tampilan Menu <i>Cost Forecasting</i>	81
Gambar 4.25 Metrik Evaluasi MSE Pada Model LSTM Menggunakan Data Latih yang Terdapat Anomali.....	87
Gambar 4.26 Metrik Evaluasi MSE Pada Model LSTM Menggunakan Data Latih Tanpa Anomali.....	88
Gambar 4.27 Metrik Evaluasi MAE Pada Model LSTM Menggunakan Data Latih yang Terdapat Anomali.....	89
Gambar 4.28 Metrik Evaluasi MAE Pada Model LSTM Menggunakan Data Latih Tanpa Anomali.....	89
Gambar 4.29 Metrik Evaluasi RMSE Pada Model LSTM Menggunakan Data Latih yang Terdapat Anomali.....	90
Gambar 4.30 Metrik Evaluasi RMSE Pada Model LSTM Menggunakan Data Latih Tanpa Anomali.....	90
Gambar 4.31 Metrik Evaluasi MAPE Pada Model LSTM Menggunakan Data Latih yang Terdapat Anomali.....	91

Gambar 4.32 Metrik Evaluasi MAPE Pada Model LSTM Menggunakan Data Latih yang Terdapat Anomali.....	92
Gambar 4.33 Selisih Prediksi Biaya Listrik Pada Model LSTM Menggunakan Data Latih yang Terdapat Anomali	93
Gambar 4.34 Selisih Prediksi Biaya Listrik Pada Model LSTM Menggunakan Data Latih Tanpa Anomali	93
Gambar 4.35 Perbandingan Selisih Prediksi Biaya Listrik Antara Dua Model LSTM.....	94
Gambar 4.36 Pengujian API Pada Halaman <i>Login</i>	95
Gambar 4.37 Pengujian API Pada Halaman <i>Dashboard</i>	96
Gambar 4.38 Pengujian API Pada Halaman <i>Daily Electrical Analysis</i>	96
Gambar 4.39 Pengujian API Pada Prediksi Penggunaan Listrik Harian Menggunakan <i>Fuzzy Logic</i>	97
Gambar 4.40 Pengujian API Pada Halaman <i>Cost Forecasting</i>	98
Gambar 4.41 Pengujian API Pada Prediksi Kisaran Biaya Listrik di Periode Mendatang Menggunakan LSTM	99
Gambar 4.42 Menampilkan Halaman <i>Login</i>	100
Gambar 4.43 (a) Halaman <i>Dashboard</i> Menunjukkan Kondisi Perangkat dan Grafik Penggunaan Listrik Sebelum Perangkat diberi Sumber Listrik (b) Perangkat Belum Terhubung dengan Sumber Listrik.....	101
Gambar 4.44 (a) Halaman <i>Dashboard</i> Menunjukkan Kondisi Perangkat dan Grafik Penggunaan Listrik Sesudah Perangkat diberi Sumber Listrik (b) Perangkat Sudah Terhubung dengan Sumber Listrik.....	102
Gambar 4.45 (a) Pengguna Memasukkan Rentang Tanggal (b) Grafik Hasil Prediksi Penggunaan Listrik (c) Hasil Prediksi Penggunaan Listrik Harian	103
Gambar 4.46 (a) Pengguna Memilih Tanggal untuk diprediksi (b) Hasil Prediksi Konsumsi Listrik di Periode Mendatang.....	104

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Jadwal Penelitian	112
Lampiran 2. Surat Pengangkatan Dosen Pembimbing.....	113
Lampiran 3. Repository Github untuk Kode Program Alat	116
Lampiran 4. Repository Github untuk Kode Program <i>Fuzzy logic</i>	117
Lampiran 5. Repository Github untuk Kode Program Model LSTM.....	118
Lampiran 6. Repository Github untuk Kode Program Aplikasi Web	119
Lampiran 7. Dokumentasi Pengujian.....	120
Lampiran 8. Sampel Dataset dengan Anomali.....	121
Lampiran 9. Sampel Dataset Tanpa Anomali	122
Lampiran 10. Kondisi Penggunaan Energi Listrik	123

DAFTAR PUSTAKA

- Aditya, R., Handrianus Pranatawijaya, V., & Bagus Adidyana Anugrah Putra, P. (2021). Rancang Bangun Aplikasi Monitoring Kegiatan Menggunakan Metode Prototype. *JOINTECOMS (Journal of Information Technology and Computer Science)*, 1(1), 47–57.
- Akbar, T., & Gunawan, I. (2020). Prototype Sistem Monitoring Infus Berbasis IoT (Internet of Things). *Edumatic: Jurnal Pendidikan Informatika*, 4(2), 155–163. <https://doi.org/10.29408/edumatic.v4i2.2686>
- Alfian, R. D. (2021). Rancang Bangun Alat Monitoring Pemakaian Tarif Listrik Dan Kontrol Daya Listrik Pada Rumah Kos Berbasis Internet of Things. *Jurnal Teknik Elektro*, 10(03), 661–670. <https://doi.org/10.1055/s-0042-1752316>
- Amalia, A., Putri Hamidah, S. W., & Kristanto, T. (2021). Pengujian Black Box Menggunakan Teknik Equivalence Partitions Pada Aplikasi E-Learning Berbasis Web. *Building of Informatics, Technology and Science (BITS)*, 3(3), 269–274. <https://doi.org/10.47065/bits.v3i3.1062>
- Anshori, M. S., Rizqika Akbar, S., & Maulana, R. (2019). Implementasi Sistem Sensor Dan Aktuator Real Time Pada Tanaman Jamur. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 3(2), 1471–1479. <http://j-ptiik.ub.ac.id>
- Awal, H. (2019). Perancangan Prototype Smart Home Dengan Konsep Internet of Thing (IoT) Berbasis Web Server. *Majalah Ilmiah UPI YPTK*, 65–79. <https://doi.org/10.35134/jmi.v26i2.53>
- Badan Pusat Statistik (BPS). (2024, Mei 6). *Konsumsi Listrik per Kapita (MWH/Kapita), 2021-2022*. Badan Pusat Statistik (BPS). <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/2/MTE1NiMy/konsumsi-listrik-per-kapita.html>
- Deha, K., Kader, A., & Setia Budi, A. (2021). Sistem Monitoring Struktur Jembatan dengan metode Real Time Operating System (RTOS). *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 5(2), 566–571. <http://j-ptiik.ub.ac.id>

- Deviani Pakan, P. (2020). Peramalan Kasus Positif Covid 19 Di Indonesia Menggunakan LSTM. *Jurnal Ilmiah Flash*, 6(1), 12–15. <https://doi.org/10.1088/1361-6560/abe838>
- Ekananta, Y., Muflikhah, L., & Dewi, C. (2018). Penerapan Metode Average-Based Fuzzy Time Series Untuk Prediksi Konsumsi Energi Listrik Indonesia. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 2(3), 1283–1289. <http://j-ptiik.ub.ac.id>
- Elsaraiti, M., & Merabet, A. (2021). A Comparative Analysis of The ARIMA and LSTM Predictive Models and Their Effectiveness for Predicting Wind Speed. *Energies*, 14(20), 1–16. <https://doi.org/10.3390/en14206782>
- Fahrezi, A., Salam, F. N., Ibrahim, G. M., Syaiful, R. R., & Saifudin, A. (2022). Pengujian Black Box Testing pada Aplikasi Inventori Barang Berbasis Web di PT. AINO Indonesia. *LOGIC: Jurnal Ilmu Komputer dan Pendidikan*, 1(1), 1–5. <https://journal.mediapublikasi.id/index.php/logic>
- Fakhruzi, I., Cendekia Siregar, A., Yuli Utami, P., & Leona, R. F. (2022). Perbandingan Model Arima dan Deep Learning untuk Peramalan Kasus Covid-19. *CYBERNETICS*, 6(02), 97–102.
- Fany Achmalia, A., & Walid, S. (2020). Peramalan Penjualan Semen Menggunakan Backpropagation Neural Network dan Recurrent Neural Network. *UNNES Journal of Mathematics*, 9(1), 6–21. <http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/ujm>
- Fauzani, S. P., & Rahmi, D. (2023). Penerapan Metode ARIMA Dalam Peramalan Harga Produksi Karet di Provinsi Riau. *Jurnal Teknologi dan Manajemen Industri Terapan (JTMIT)*, 2(4), 269–277.
- Gusdevi, H., Hadhiwibowo, A., Agustina, N., Fatah, A., & Naseer, M. (2023). Timbangan Berbasis IoT untuk Pemantauan dan Pengelolaan Sampah Organik Pada Smart Waste Management di Desa Manyingsal. *NARATIF: Jurnal Ilmiah Nasional Riset Aplikasi dan Teknik Informatika*, 05(2), 162–170.
- Hadi, M. I., Akbar, S. R., & Maulana, R. (2018). Implementasi Sistem Real Time Peringatan Kebakaran Pada Terminal Listrik Rumah Tangga. *J-PTIHK*, 03(02), 2036–2042.

- Haikal, M., Mursyidah, & Naszir, M. (2022). Penerapan Iot (Internet Of Thing) Pada Sistem Monitoring Dan Kontrol Aquarium Berbasis Web Service. *Jurnal Teknologi Rekayasa Informasi dan Komputer*, 6(1), 1–7. <https://doi.org/10.1055/s-0042-1752316>
- Hanif, A., Amri, R., & Amri, R. (2023). Implementasi Internet Of Things Pada Protokol MQTT Dan HTTP Dalam Sistem Pendeteksi Banjir. *INOVTEK Polbeng - Seri Informatika*, 8(2), 498. <https://doi.org/10.35314/isi.v8i2.3767>
- Herandy, G., & Suprianto, B. (2019). Monitoring Biaya Dan Pengukuran Konsumsi Daya Listrik Berbasis Arduino Mega2560 Menggunakan Web. *Jurnal Teknik Elektro*, 08(03), 695–702. <https://doi.org/10.26740/jte.v8n3.p%p>
- Hudan, I. S., & Rijianto, T. (2018). Rancang Bangun Sistem Monitoring Daya Listrik Pada Kamar Kos Berbasis Internet of Things (IoT). *Jurnal Teknik Elektro*, 08(01), 91–99. <https://doi.org/10.26740/jte.v8n1.p%p>
- Hudan, I. S., & Rijianto, T. (2019). Rancang Bangun Sistem Monitoring Daya Listrik Pada Kamar Kos Berbasis Internet of Things (IoT). *Jurnal Teknik Elektro*, 08(01), 91–99. <https://doi.org/10.26740/jte.v8n1.p%p>
- Irsan, M. Y. T., Kasau, M. I., & Simbolon, I. P. (2019). Penggunaan Fuzzy Logic & Metode Mamdani untuk Menghitung Pembelian, Penjualan dan Persediaan. *JAAF (Journal of Applied Accounting and Finance)*, 3(1), 37. <https://doi.org/10.33021/jaaf.v3i1.677>
- Jimmy, M., Arifianto, F., & Suprpto, H. (2023). Perancangan Pengendali Gerakan Stepper Motor menggunakan Mikrokontroler STM32 dengan Tampilan Grafis TouchGFX. *Jurnal Fokus Elektroda*, 8(1), 13–20. <https://elektroda.uho.ac.id/>
- Khan, Z. A., Hussain, T., Ullah, A., Rho, S., Lee, M., & Baik, S. W. (2020). Towards efficient electricity forecasting in residential and commercial buildings: A novel hybrid CNN with a LSTM-AE based framework. *Sensors (Switzerland)*, 20(5). <https://doi.org/10.3390/s20051399>
- Klyuev, R. V., Morgoev, I. D., Morgoeva, A. D., Gavrina, O. A., Martyushev, N. V., Efremkov, E. A., & Mengxu, Q. (2022). Methods of Forecasting Electric Energy Consumption: A Literature Review. Dalam *Energies* (Vol. 15, Nomor 23, hlm. 1–33). MDPI. <https://doi.org/10.3390/en15238919>

- Kurnia Ningrum, N., Mulyono, I. U. W., Widyatmoko, K., & Umami, Z. (2023). Implementation of Fuzzy Membership Function to Determinne Automatic Waterinng Time. *Jurnal Teknologi Informasi Universitas Lambung Mangkurat (JTIULM)*, 8(2), 79–86. <https://doi.org/10.20527/jtiulm.v8i2.179>
- Kurniawan, B. (2020). Rancang Bangun Sistem Smart Power untuk Mengontrol dan Memonitor Energi Listrik Berbasis Internet of Things (IoT). *Jurnal Teknik Elektro*, 1–8.
- Mizan, S., Dewi Pelangi R, B., Suriani, N., Muhaimin, R., Laili, N., & Ernita, W. (2019). Peramalan Data Penduduk Miskin Provinsi Nusa Tenggara Barat (NTB) Model Auto Regressive Integrated Moving Average (ARIMA). *Jurnal Pemikiran dan Penelitian Pendidikan Matematika*, 2(1), 1–10. <https://ntb.bps.go.id>
- Mungkin, M., Satria, H., Yanti, J., & Boni Turnip, G. A. (2020). Perancangan Sistem Pemantauan Panel Surya Polycrystalline Menggunakan Teknologi Web Firebase Berbasis IoT. *Journal of Information Technology and Computer Science (INTECOMS)*, 3(2).
- Nansi Karinda, C., B. N. Najoan, X., & E. I. Najoan, M. (2021). Design and Implementation IoT in Monitoring Neighbourhood Security Based on Mobile Aplication and Rasspberry Pi. *Jurnal Teknik Informatika*, 16(2), 193–202.
- Pangestu, A. D., Ardianto, F., & Alfaresi, B. (2019). Sistem Monitoring Beban Listrik Berbasis Arduino Nodemcu Esp8266. *Jurnal Ampere*, 4(1), 187. <https://doi.org/10.31851/ampere.v4i1.2745>
- Pebralia, J., Raaiqa Bintana, R., & Amri, I. (2022). Sistem Monitoring Kebakaran Hutan Berbasis Internet of Things (IoT). (*KFI*) *Komunikasi Fisikan Indoensia*, 19(3), 183–189. <https://doi.org/10.31258/jkfi.19.3.183-189>
- Pradana, A. A., & Stefanie, A. (2023). Perancangan Sistem Monitoring Jarak Jauh Berbasis Internet of Things Pada Biiji Kakao. *Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika*, 7(3), 1995–2001.
- Praniffa, A. C., Syahri, A., Sandes, F., Fariha, U., Giansyah, Q. A., & Hamzah, M. L. (2023). PENGUJIAN BLACK BOX DAN WHITE BOX SISTEM INFORMASI PARKIR BERBASIS WEB BLACK BOX AND WHITE BOX

- TESTING OF WEB-BASED PARKING INFORMATION SYSTEM. *Jurnal Testing dan Implementasi Sistem Informasi*, 1(1), 1–16.
- Prayitno, B., & Palupiningsih, P. (2019). Prototipe Sistem Monitoring Penggunaan Daya Listrik Peralatan Elektronik Rumah Tangga Berbasis Internet Of Things. *PETIR*, 12(1), 72–80. <https://doi.org/10.33322/petir.v12i1.333>
- Prayudha, J., Pranata, A., & Prastyo, H. (2020). Implementasi Teknik Komunikasi Serial Half Duplex Pada Kendali Jarak Jauh Lampu Ruangan Rumah Berbasis Internet Of Things (IOT). *J-SISKO TECH (Jurnal Teknologi Sistem Informasi dan Sistem Komputer TGD)*, 3(1), 32. <https://doi.org/10.53513/jsk.v3i1.193>
- Putra, D. A., & Mukhaiyar, R. (2020). Monitoring Daya Listrik Secara Real Time. *Voteteknika (Vocational Teknik Elektronika dan Informatika)*, 8(2), 26. <https://doi.org/10.24036/voteteknika.v8i2.109138>
- Radhi, M., Amalia, A., Sitompul, D. R. H., Sinurat, S. H., & Indra, E. (2022). Analisis Big Data Dengan Metode Exploratory Data Analysis (EDA) dan Metode Visualisasi Menggunakan Jupyter Notebook. *Jurnal Sistem Informasi dan Ilmu Komputer Prima (JUSIKOM PRIMA)*, 4(2), 23–27. <https://doi.org/10.34012/jurnalsisteminformasidanilmukomputer.v4i2.2475>
- Razak, F., Away, Y., & Munadi, R. (2022). Sistem Webgis Dan Multi Sensor Untuk Pemantauan Air Berbasis Realtime Operating System. *Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi*, 09(04), 2843–2861.
- Rizal Mawali, A., & Aribowo, W. (2020). Rancang Bangun Pemantauan Pembayaran Dan Konsumsi Listrik Jarak Jauh Berbasis Arduino Uno R3 Dan Modul Bluetooth. *Jurnal Teknik Elektro*, 09(02), 285–291. <https://doi.org/10.26740/jte.v9n2.p%p>
- Saputra, R. (2021). Sistem Monitoring Kelembapan Tanah dan Suhu GreenHouse Tanaman Bawang Merah Berbasis IoT. (*JuPerSaTek*) *Jurnal Perencanaan, Sains, Teknologi, dan Komputer*, 4(1), 981–990.
- Saputri, Q. I., Nurfiana, Sudiby, N. H., & Handayani, R. D. (2023). Sistem Tracking Pada Jasa Penyewaan Kendaraan Roda Empat Berbasis Internet Of Things (IoT). *Jurnal Teknika*, 17(1), 215–223.
- Sonna Mahardika, S., Kurniawan, W., & Bakhtiar, F. A. (2019). Implementasi Sistem Real Time untuk Pendeteksi Dini Banjir berbasis ESP8266 dan

Weather API. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 3(8), 8238–8247. <http://j-ptiik.ub.ac.id>

Suprpto, H., & Simanjuntak, P. (2020). Fuzzy Logic Untuk Memprediksi Pemakaian Listrik Menggunakan Metode Mamdani. *Jurnal Comasie*, 03(02), 31–39.

Suteddy, W., Atmanto, D. A., Nuriman, R., & Ansori, A. (2022). Prototype Application of Crowd Detection System for Traditional Market Visitor Based on IoT Using RFID MFRC522. *Jurnal Teknologi Informasi Universitas Lambung Mangkurat (JTIULM)*, 7(1), 23–30. <https://doi.org/10.20527/jtiulm.v7i1.1117>