

**OPTIMASI PEMAKAIAN ENERGI BERBASIS FUZZY LOGIC  
PADA SISTEM MANAJEMEN ENERGI RUMAH  
MENGUNAKAN PLTS ON-GRID  
DENGAN TEKNOLOGI IOT-BASED SCADA**

**TESIS**



Oleh  
**SUGENG PRIYANTO**  
NIM. 22.131.003

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK ELEKTRO  
KOSENTRASI TEKNIK ENERGI LISTRIK**

**PROGRAM PASCASARJANA  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

**2024**

**OPTIMASI PEMAKAIAN ENERGI BERBASIS FUZZY LOGIC  
PADA SISTEM MANAJEMEN ENERGI RUMAH  
MENGUNAKAN PLTS ON-GRID  
DENGAN TEKNOLOGI IOT-BASED SCADA**

**TESIS**

**Diajukan kepada**

**Institut Teknologi Nasional Malang**

**Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Dalam  
Menyelesaikan Program Studi Magister Teknik Elektro  
Peminatann Teknik Energi Listrik**

**Oleh**

**SUGENG PRIYANTO**

**NIM. 22.131.003**

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK ELEKTRO  
KOSENTRASI TEKNIK ENERGI LISTRIK**

**PROGRAM PASCASARJANA  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
SEPTEMBER**

**2024**

**ABSTRAK**

**OPTIMASI PEMAKAIAN ENERGI BERBASIS FUZZY LOGIC**

**PADA SISTEM MANAJEMEN ENERGI RUMAH**

**MENGGUNAKAN PLTS ON-GRID**

**DENGAN TEKNOLOGI IOT-BASED SCADA**

Oleh

**SUGENG PRIYANTO**

**NIM. 22.131.003**

**Program Studi Magister Teknik Elektro**

Penggunaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) di tingkat hunian semakin marak pada saat ini. Keinginan untuk melakukan penghematan dalam penggunaan energi menjadi salah satu alasan digunakannya PLTS di rumah rumah, disamping ketersediaan energi berbasis pada bahan bakar fosil semakin mahal serta semakin sadarnya masyarakat akan energi yang ramah lingkungan menjadi alasan banyak digunakannya PLTS di rumah-rumah. Namun kelemahan dari penggunaan PLTS ini adalah ketersediaan daya yang di hasilkan berubah sesuai dengan naik turunnya intensitas sinar matahari dan cuaca, serta belum dipakainya PTLIS mandiri sepenuhnya dari jaringan Listrik PLN. Untuk itu perlu dilakukan pengelolaan manajemen energi di rumah untuk mengoptimalkan energi listrik yang dihasilkan oleh PLTS sehingga keinginan Masyarakat untuk mendapatkan energi yang murah dan ramah lingkungan dapat tercapai.

Penelitian di sini melakukan upaya konservasi energi, khususnya pada sektor rumah tangga untuk optimasi penggunaan energi listrik dalam rangka efisiensi pemanfaatan sumber energi listrik, melalui implementasi teknologi modern berbasis kecerdasan buatan atau Artificial Intelligent (AI) pada sistem manajemen energi listrik rumah.

Home Energy Management System (HEMS) yang di implementasikan pada rumah contoh memberikan pengaturan pemakaian beban sesuai dengan daya Listrik yang dihasilkan oleh PLTS.

HEMS yang dirancang menggabungkan mode kendali beban direct control yang dikendalikan secara otomatis, dan indirect control yang dikendalikan secara manual melalui sistem rekomendasi berupa notifikasi di smartphone atau perangkat lainnya. Selain itu, algoritma AI diimplementasikan dengan konsep edge-computing, sehingga mengurangi ketergantungan ketika terjadi gangguan internet. Urgensi dari penelitian yang diusulkan adalah pentingnya upaya konservasi energi, khususnya pada sektor rumah tangga untuk optimasi penggunaan energi listrik dalam rangka efisiensi pemanfaatan sumber energi listrik, melalui implementasi teknologi modern berbasis kecerdasan buatan atau Artificial Intelligent (AI) pada sistem manajemen energi listrik rumah.

Kata kunci: Management Energi, HEMS, Artificial Intelligent, PLTS, IOT

## **ABSTRACT**

# ***OPTIMIZATION OF ENERGY CONSUMPTION BASED ON FUZZY LOGIC IN HOME ENERGY MANAGEMENT SYSTEMS USING ON-GRID SOLAR POWER PLANTS WITH IOT-BASED SCADA TECHNOLOGY***

By

**SUGENG PRIYANTO**

**NIM. 22.131.003**

**Program Studi Magister Teknik Elektro**

*The use of Solar Power Plants (PLTS) in residential areas is becoming increasingly popular today. The desire to save on energy consumption is one reason for the adoption of PLTS in homes, alongside the rising costs of fossil fuel-based energy and a growing awareness of environmentally friendly energy sources. However, a drawback of PLTS is that the power generated fluctuates with the intensity of sunlight and weather conditions, and many installations are not fully independent from the PLN electricity grid. Therefore, effective energy management at home is necessary to optimize the electricity produced by PLTS, enabling households to achieve their goals of affordable and eco-friendly energy.*

*This research focuses on energy conservation, particularly in the household sector, to optimize electricity usage for efficient utilization of electrical energy sources through the implementation of modern technology based on artificial intelligence (AI) in home energy management systems. The Home Energy Management System (HEMS) implemented in a sample house regulates power consumption according to the electricity generated by PLTS.*

*The designed HEMS combines direct control load management, which is automated, and indirect control managed manually through a recommendation system via notifications on smartphones or other devices. Additionally, AI algorithms are implemented using edge computing concepts to reduce dependency during internet disruptions.*

*The urgency of this proposed research lies in the importance of energy conservation efforts, especially in households, to optimize electricity use for efficient utilization of electrical energy sources through the implementation of modern technology based on artificial intelligence (AI) in home energy management systems*

*Keywords: Energy Management, HEMS, Artificial Intelligent, PLTS, IOT*

Tesis oleh **SUGENG PRIYANTO. NIM 22.131.003**, ini telah diperiksa dan disetujui dalam ujian :

Malang, September 2024

Pembimbing I

Pembimbing II

Prof. Dr. Eng. Aryunto Soetedjo, ST., MT  
NIP. Y. 1030800417

Dr. Irrine Budi Sulistiawati, ST., MT  
NIP. 19770615 200501 2 002

Mengetahui :

Institut Teknologi Nasional Malang  
Program Pascasarjana

Direktur PPs ITN Malang

(Prof. Dr. Ir. Lalu Mulvadi, MT.)  
NIP. Y. 1018500108

Kaprodi TE PPs ITN Malang

(Dr. Michael Ardita, ST., MT.)  
NIP. P. 1031000434

## **KATA PENGANTAR**

Syukur Alhamdulillah kehadiran Allah SWT, atas tersusunnya buku Thesis Magister S2 sebagai wujud selesainya studi kami di Program studi Magister Teknik Elektro S2 di Program Pasca Sarjana Institut Teknologi Nasional Malang Melalui buku ini kami menyampaikan terima kasih sebanyak banyaknya kepada:

1. Dosen pembimbing selama menyelesaikan thesis ini
2. Dosen dosen pengampu mata kuliah atas bimbingan, sharing belajar selama ini
3. Dosen penguji ujian thesis
4. Rekan rekan satu Angkatan atas kekompakan dan kerjasamanya selama ini

Semoga apa yang kami tulis disini akan membawa manfaat bagi kami dan yang membacanya.

September 2024

## DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	i
ABSTRACT.....	ii
KATA PENGANTAR .....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR DAN ILUSTRASI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	viii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
I.1. Latar Belakang.....	1
I.2. Rumusan Masalah.....	2
I.3. Tujuan.....	2
I.4. Pendekatan Pemecahan Masalah .....	2
I.5. State of The Art dan Kebaharuan .....	3
I.6. Sistematika Penyusunan .....	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	8
II.1 Pembangkit Listrik Tenaga Surya .....	8
II.2. SCADA .....	10
II.3. Fuzzy .....	11
II.4. Human Machine Interface (HMI).....	18
II.5. Internet of Things (IoT).....	19
BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....	20
III.1.Rancangan Simulator Hardware Sistem Managemen Energi Rumah .....	20
III.2. Rancangan SCADA HMI .....	21
III.3. Rancangan Algoritma Fuzzy untuk Penjadwalan Pemakaian Beban .....	22
III. 4. Hasil Pengujian Algoritma Penjadwalan Beban .....	23
BAB IV SIMULASI DAN ANALISA .....	26
IV.1. Sistem Arsitektur .....	26
IV.2. Konfigurasi Peralatan .....	27
IV.3. Konfigurasi Scada.....	31
IV.4. Hasil Analisa.....	32
DAFTAR PUSTAKA .....	39

## DAFTAR GAMBAR DAN ILUSTRASI

Gambar 1.1. Klasifikasi komponen HEMS (Intelligent Energy management system: IEMS).....	3
Gambar 1.2. Arsitektur HEMS dengan penjadwalan beban .....	4
Gambar 1.3. Arsitektur HEMS dengan pengelompokan beban.....	4
Gambar 1.4. Konfigurasi sistem kelistrikan HEMS .....	5
Gambar 1.5. Arsitektur HEMS berbasis IoT .....	6
Gambar 2.1. Tangkapan Sinar Matahari pada Permukaan Panel Surya .....	9
Gambar 2.2. Rangkaian Solar Panel .....	10
Gambar 2.3. SCADA System .....	11
Gambar 2.4. Proses Inference Fuzzy .....	12
Gambar 2.5. Bentuk Fungsi Keanggotaan Segitiga Trapezium dan Singleton.....	14
Gambar 2.6. Blok Diagram Sederhana Logika Fuzzy .....	14
Gambar 2.7. Fuzzy Sugeno.....	17
Gambar 2.8. HMI PLC.....	18
Gambar 2.9. Ilustrasi Internet of Things .....	19
Gambar 3.1 Konfigurasi Perangkat Keras Simulator Sistem Manajemen Energi Listrik Rumah.....	20
Gambar 3.2 Foto Perangkat Keras Simulator Sistem Manajemen Energi Listrik Rumah.....	21
Gambar 3.3 Tampilan Utama SCADA .....	22
Gambar 3.4. Blok Diagram Algoritma Penjadwalan Beban Menggunakan Sugeno Fuzzy .....	23
Gambar 3.5. Profil Daya PLTS dan Konsumsi Beban Listrik Rumah Selama Satu Minggu .....	23
Gambar 3.6. Profil Pemakaian Daya Mesin Cuci .....	24
Gambar 3.7. Perbandingan Pemakaian Energi Listrik Rumah Dari Jaringan Listrik PLN.....	25
Gambar 4.1. Arsitektur Sistem yang Digunakan .....	27
Gambar 4.2. Diagram Peralatan yang Digunakan.....	28
Gambar 4.3. Alat yang Digunakan untuk Pengukuran .....	28
Gambar 4.4. Haiwell HMI .....	30

Gambar 4.5. Menu Utama Software.Haiwell Cloud SCADA .....	31
Gambar 4.6. Konfigurasi peralatan dan Variabel Software Haiwell Cloud SCADA .....	32
Gambar 4.7. Tampilan Menu Utama Monitoring Sistem SCADA.....	33
Gambar 4.8. Temperatur di Dalam Rumah Dalam Per Jam .....	33
Gambar 4.9. Kelembapan Dalam Rumah Dalam Per Jam.....	34
Gambar 4.10. Temperatur di Dalam Rumah Harian.....	34
Gambar 4.11. Profil Konsumsi Daya Refrigerator dalam Per Jam.....	35
Gambar 4.12. Profil Konsumsi Daya Refrigerator dalam Per Hari .....	35
Gambar 4.13. Profil Konsumsi Daya Mesin Cuci dalam Per Jam.....	36
Gambar 4.14. Profil Konsumsi Daya Mesin Cuci dalam Per Jam.....	36
Gambar 4.15. Profil Konsumsi Daya Kipas dalam Per Jam .....	36

## **DAFTAR TABEL**

Tabel 4.1. Spesifikasi SHT 20 .....	29
Tabel 4.2. Spesifikasi SPM91 .....	29
Tabel 4.3. Spesifikasi Protos PW11 .....	29
Tabel 4.4. Spesifikasi Haiwell HMI.....	31