



SKRIPSI

**PERANCANGAN ENERGY
MANAGEMENT SYSTEM (EMS)
MENGUNAKAN DATA SIMULASI MPPT
PLTS UNTUK OPTIMALISASI
PEMANFAATAN ENERGI PADA KANTIN
SEHAT UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH
SURABAYA DENGAN METODE FUZZY
LOGIC MAMDANI**

AHMAD FIKRI HAIKAL

NIM. 20221330003

DOSEN PEMBIMBING:

RIDHO AKBAR, S.S.T, M.T.

RUDI IRMAWANTO, S.T., M.T.

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURABAYA**

2026



SKRIPSI

**PERANCANGAN ENERGY MANAGEMENT
SYSTEM (EMS) MENGGUNAKAN DATA
SIMULASI MPPT PLTS UNTUK OPTIMALISASI
PEMANFAATAN ENERGI PADA KANTIN SEHAT
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURABAYA
DENGAN METODE FUZZY LOGIC MAMDANI**

AHMAD FIKRI HAIKAL

NIM. 20221330003

DOSEN PEMBIMBING:

RIDHO AKBAR, S.S.T, M.T.

RUDI IRMAWANTO, S.T., M.T.

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURABAYA

2026

LEMBAR PEMBIMBING SKRIPSI

PERANCANGAN ENERGY MANAGEMENT SYSTEM (EMS) MENGUNAKAN DATA SIMULASI MPPT PLTS UNTUK OPTIMALISASI PEMANFAATAN ENERGI PADA KANTIN SEHAT UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURABAYA DENGAN METODE FUZZY LOGIC MAMDANI

Disusun untuk memenuhi persyaratan akademik gelar Sarjana
Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surabaya

Disusun Oleh:
Ahmad Fikri Haikal
NIM. 20221330003

Disetujui Oleh:

Dosen Pembimbing :

1. Ridho Akbar, S.ST., M.T.
2. Rudi Irmawanto, S.T., M.T.

()
()

LEMBAR PENGUJI SKRIPSI

PERANCANGAN ENERGY MANAGEMENT SYSTEM (EMS) MENGUNAKAN DATA SIMULASI MPPT PLTS UNTUK OPTIMALISASI PEMANFAATAN ENERGI PADA KANTIN SEHAT UNIVERSITAS MUHAMMADIAH SURABAYA DENGAN METODE FUZZY LOGIC MAMDANI

Disusun untuk memenuhi persyaratan akademik gelar Sarjana
Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surabaya

Disusun Oleh:

Ahmad Fikri Haikal
NIM. 20221330003

Disetujui Oleh:

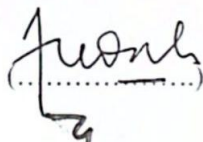
Dosen Penguji :

1. Ridho Akbar, S.ST., M.T.



(.....)

2. Dr. Indah Kurniawati, S.T., M.T.



(.....)

3. Rudi Irmawanto, S.T., M.T.



(.....)

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**PERANCANGAN ENERGY MANAGEMENT SYSTEM (EMS)
MENGUNAKAN DATA SIMULASI MPPT PLTS UNTUK
OPTIMALISASI PEMANFAATAN ENERGI PADA KANTIN SEHAT
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURABAYA DENGAN
METODE FUZZY LOGIC MAMDANI**

Disusun untuk memenuhi persyaratan akademik gelar Sarjana
Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surabaya

Disusun Oleh:
Ahmad Fikri Haikal
NIM. 20221330003

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik



Ir. Vippy Dharmawan., M. Ars.
NIDN. 07.2509.6402

Disetujui Oleh,
Ketua Program Studi Teknik Elektro



Dr. Indah Kurniawati, S.T., M.T.
NIDN. 001.606.8101

PERNYATAAN TIDAK MELAKUKAN PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini

Nama : Ahmad Fikri Haikal

NIM : 20221330003

Program Studi : Teknik Elektro

Fakultas : Teknik

Menyatakan bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar tulisan saya sendiri bukan hasil plagiasi, baik sebagian maupun keseluruhan. Bila dikemudian hari terbukti hasil plagiasi, maka saya menerima sanksi akademik sesuai ketentuan yang berlaku di Universitas Muhammadiyah Surabaya.

Surabaya, 13 Juli 2026
Yang membuat pernyataan

  
07BF6AOX120870231
(Ahmad Fikri Haikal)

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah kata pertama yang dapat peneliti ucapkan atas ungkapan rasa syukur peneliti kepada Allah SWT atas segala limpahan nikmat, rahmat, karunia, taufik serta hidayah-Nya sehingga pada kesempatan ini peneliti dapat menyelesaikan laporan skripsi yang berjudul "Perancangan Energy Management System (EMS) Menggunakan Data Simulasi MPPT PLTS untuk Optimalisasi Pemanfaatan Energi pada Kantin Sehat Universitas Muhammadiyah Surabaya dengan Metode Fuzzy Logic Mamdani".

Skripsi ini disusun guna memenuhi salah satu persyaratan akademis program Sarjana Teknik Elektro Fakultas Teknik di Universitas Muhammadiyah Surabaya. Peneliti menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna dan masih banyak kekurangan. Oleh karena itu kritik dan saran yang membangun dari berbagai pihak sangat diperlukan agar skripsi ini menjadi lebih baik.

Peneliti ingin menyampaikan rasa terimakasih kepada semua pihak yang mendukung terselesaikannya laporan skripsi ini baik secara moril serta materi. Karena tanpa adanya dukungan tersebut, peneliti tidak akan sampai menyelesaikan laporan skripsi ini.

Untuk itu peneliti menyampaikan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Mundakir, S.Kep., Ns., M.Kep. FISQua., selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Surabaya.
2. Bapak Ir. Vippy Dharmawan, M.Ars., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surabaya.
3. Ibu Dr. Indah Kurniawati, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro yang telah memberikan masukan dan saran dalam penulisan laporan skripsi.
4. Bapak Ridho Akbar, S.S.T., M.T. selaku dosen pembimbing utama, dan Bapak Rudi Irmawanto, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing pendamping, yang telah memberikan bimbingan, saran, dan masukan dalam penelitian maupun penulisan laporan skripsi ini

sehingga dapat terselesaikan dengan baik dan tepat waktu. Spesial terimakasih peneliti ucapkan atas kesabaran, kecerdasan, dan ketulusan beliau berdua dalam membimbing peneliti. Semoga ilmu yang telah diberikan dapat bermanfaat bagi peneliti maupun adik-adik angkatan selanjutnya.

5. Bapak dan ibu Dosen Pengajar serta Staf di lingkungan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Surabaya yang senantiasa memberikan pesan-pesan dan arahan yang menumbuhkan motivasi dalam penyusunan skripsi.
6. Kedua orang tua peneliti tercinta, Bapak Ahmad Syamsul Hadi dan Ibu Nurhidayati, yang meskipun belum sempat mengenyam pendidikan di bangku perkuliahan, senantiasa berjuang tanpa lelah demi mendukung peneliti hingga mencapai tahap ini. Bapak yang setiap pagi berkeliling menawarkan jasa permak jahitan, dan Ibu yang mengayuh sepeda berjualan mainan ke berbagai taman kanak-kanak, keduanya tak kenal lelah agar peneliti dapat terus melanjutkan pendidikan hingga ke bangku perkuliahan. Setiap tetes keringat dan doa yang tak pernah putus di setiap sujud menjadi kekuatan besar bagi peneliti untuk menyelesaikan skripsi ini. Skripsi ini adalah wujud nyata bahwa perjuangan Bapak dan Ibu tidak pernah sia-sia. Semoga Allah SWT senantiasa memberikan perlindungan, kesehatan, dan membalas segala kebaikan Bapak dan Ibu dengan sebaik-baiknya balasan.
7. Seseorang yang istimewa bagi peneliti, yang senantiasa memberikan dukungan, semangat, doa, dan kesabaran sejak awal hingga akhir penyusunan skripsi ini. Terima kasih telah selalu hadir di setiap proses, memberikan motivasi di saat peneliti merasa lelah dan mulai kehilangan arah, serta menjadi salah satu alasan bagi peneliti untuk terus berjuang menyelesaikan skripsi ini dengan sebaik-baiknya. Kehadiranmu menjadi kekuatan tersendiri yang tidak ternilai harganya dalam perjalanan ini.

8. Rekan – rekan mahasiswa Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Surabaya angkatan 2022 yang telah berjuang bersama dan saling mendukung selama masa perkuliahan hingga penyusunan skripsi ini.
9. Terakhir, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada satu sosok yang selama ini diam-diam berjuang tanpa henti, seorang laki-laki sederhana dengan impian yang tinggi, namun sering kali sulit ditebak isi pikiran dan hati. Terima kasih kepada penulis skripsi ini yaitu diriku sendiri, Ahmad Fikri Haikal. Anak bungsu dari dua bersaudara yang sedang beranjak usia 23 tahun, yang dikenal keras kepala namun terkadang sifatnya seperti anak kecil pada umumnya. Terima kasih telah turut hadir di dunia ini, telah bertahan sejauh ini, dan terus berjalan melewati segala tantangan yang semesta hadirkan, meski harus menjalaninya tanpa kehadiran kakak yang telah berpulang untuk selamanya. Terima kasih karena tetap berani menjadi dirimu sendiri. Aku bangga atas setiap langkah kecil yang kau ambil, atas semua pencapaian yang mungkin tak selalu dirayakan orang lain. Tetaplah belajar menerima dan mensyukuri apapun yang kamu dapatkan, jangan pernah lelah untuk tetap berusaha, berbahagialah dimanapun kamu berada. Aku berdoa, semoga langkah dari kaki kecilku selalu diperkuat, dikelilingi oleh orang-orang hebat, serta mimpiku satu persatu akan terjawab.

Semoga skripsi ini dapat memberi manfaat bagi peneliti dan rekan-rekan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Surabaya.

Surabaya, Juli 2026

Peneliti

ABSTRAK

Pemasangan sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) *on-grid* berkapasitas 4.500 Wp di Kantin Sehat Universitas Muhammadiyah Surabaya belum menjamin pemanfaatan energi yang optimal, karena daya keluaran PLTS bersifat fluktuatif dan hanya tersedia pada jam matahari aktif, sementara beban kantin memiliki jam operasi dan karakteristik kelistrikan yang beragam. Tanpa pengaturan distribusi daya yang adaptif, energi PLTS berisiko terbuang percuma atau sistem tetap bergantung penuh pada PLN. Penelitian ini bertujuan merancang dan mengevaluasi kinerja *Energy Management System* (EMS) berbasis *Fuzzy Logic* Mamdani untuk menilai pemanfaatan energi PLTS terhadap beban yang diklasifikasikan ke dalam tiga kelas suplai daya, yaitu PLTS Prioritas, PLN Tetap, dan Bergantian, berdasarkan kesesuaian jam operasi dan karakteristik kelistrikan peralatan. Data penelitian menggunakan *Direct Normal Irradiance* (DNI) dari *Global Solar Atlas* yang dikonversikan menjadi daya keluaran *Maximum Power Point Tracking* (MPPT), serta profil beban listrik kantin. Sistem dimodelkan secara matematis dengan dua skenario, yaitu beban aktual 3.020 W dan peningkatan beban 5.000 W. Hasil simulasi menunjukkan daya MPPT maksimum 3.129,90 W dan daya inverter AC maksimum 3.036,00 W dengan efisiensi konversi 97%. Pada skenario aktual, PLTS menyuplai 260,15 kWh atau 37,59% dari kebutuhan 692,00 kWh, dengan kelas PLTS Prioritas terpenuhi penuh (100%) dan kelas Bergantian terpenuhi 45,8% oleh PLTS, menghasilkan penghematan biaya Rp375.838,70 selama 30 hari dan *payback period* 10,94 tahun. Pada skenario peningkatan beban, kontribusi PLTS menurun menjadi 35,53%, namun penghematan biaya meningkat menjadi Rp534.126,25 dengan *payback period* lebih cepat (7,69 tahun). Hasil penelitian menunjukkan EMS berbasis *Fuzzy Logic* Mamdani yang diintegrasikan dengan skema klasifikasi beban mampu mengevaluasi pemanfaatan energi PLTS secara lebih adaptif dan representatif serta memberikan gambaran potensi pengurangan konsumsi energi PLN dan biaya listrik.

Kata kunci: *Energy Management System*, *Fuzzy Logic* Mamdani, PLTS, MPPT, klasifikasi beban, optimasi energi.

ABSTRACT

The installation of a 4,500 Wp on-grid Solar Power Plant (PLTS) system at the Healthy Canteen of Universitas Muhammadiyah Surabaya does not guarantee optimal energy utilization, because the PLTS output power is fluctuating and only available during active sun hours, while the canteen's load has varying operating hours and electrical characteristics. Without adaptive power distribution management, solar power plant energy is at risk of being wasted or the system remains fully dependent on PLN. This study aimed to design and evaluate the performance of an Energy Management System (EMS) based on Mamdani Fuzzy Logic to assess solar power plant energy utilization against loads classified into three power supply classes, namely Priority Solar Power Plant, Fixed PLN, and Alternating, based on the suitability of operating hours and electrical characteristics of the equipment. The research data used Direct Normal Irradiance (DNI) from the Global Solar Atlas, which is converted into Maximum Power Point Tracking (MPPT) output power, as well as the canteen's electrical load profile. The system is mathematically modelled with two scenarios, namely an actual load of 3,020 W and an increased load of 5,000 W. The simulation results showed a maximum MPPT power of 3,129.90 W and a maximum AC inverter power of 3,036.00 W with a conversion efficiency of 97%. In the actual scenario, the solar PV system supplied 260.15 kWh, or 37.59% of the 692,000 kWh requirement, with the Priority PV system fully covered (100%) and the Alternating PV system 45.8%, resulting in cost savings of Rp375,838.70 over 30 days and a payback period of 10.94 years. In the increased load scenario, the solar PV system's contribution decreased to 35.53%, but cost savings increased to Rp534,126.25 with a faster payback period (7.69 years). The results showed that the Mamdani Fuzzy Logic-based EMS integrated with the load classification scheme is able to evaluate solar PV system energy utilization more adaptively and representatively and provide an overview of the potential reduction in PLN energy consumption and electricity costs.

Keywords: Energy Management System, Mamdani Fuzzy Logic, Solar PV system, MPPT, Load Classification, Energy Optimization

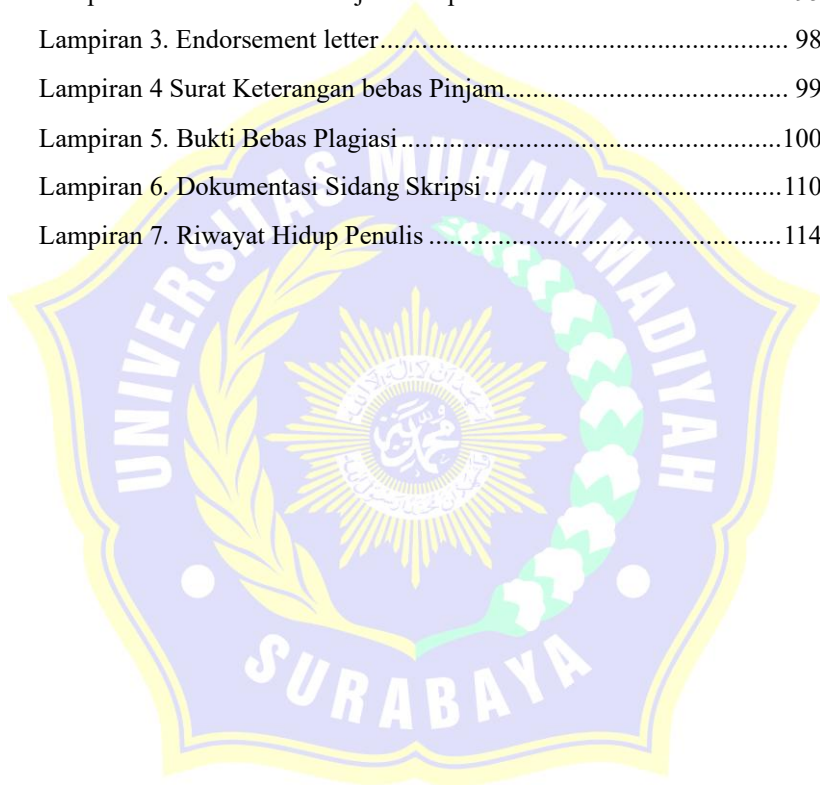
DAFTAR ISI

LEMBAR PEMBIMBING SKRIPSI	ii
LEMBAR PENGUJI SKRIPSI	iii
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	iv
PERNYATAAN TIDAK MELAKUKAN PLAGIASI	v
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAK	ix
ABSTRACT	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.4.1 Manfaat Teoritis	4
1.4.2 Manfaat Praktis	4
1.5 Batasan Masalah.....	4
1.6 Sistematika Penulisan	5
BAB II DASAR TEORI.....	7
2.1 Penelitian terdahulu	7
2.2 Dasar Teori.....	9
2.2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)	10

2.2.2 Maximum Power Point Tracking (MPPT).....	16
2.2.3 Pemetaan Potensi Energi Surya Berbasis GSA.....	17
2.2.4 Energy Management System (EMS)	18
2.2.5 Fuzzy Logic.....	19
2.2.6 Rasio Kontribusi Daya PLTS terhadap Beban	23
2.2.7 Konversi Daya Inverter (DC ke AC)	24
2.2.8 Analisis Biaya dan Penghematan Listrik	24
BAB III METODOLOGI	26
3.1 Jadwal Penelitian.....	26
3.2 Metode Penelitian.....	27
3.3 Lokasi Penelitian	28
3.4 Diagram alir Penelitian	29
3.5 Pengumpulan Data.....	30
3.5.1 Pengumpulan dan Pemodelan Karakteristik Data Radiasi DNI Wilayah Surabaya	30
3.5.2 Pengumpulan Data Parameter Sistem PLTS	33
3.5.3 Pengumpulan Data Beban Kantin	35
3.5.4 Klasifikasi Beban Berdasarkan Skema Suplai Daya	37
3.5.5 Skema Alokasi Prioritas Daya.....	40
3.6 Perancangan Energy Management System (EMS).....	40
3.6.1 Rancang Bangun Sistem PLTS Terpasang.....	41
3.6.2 Algoritma Energi Management System.....	43
3.6.3 Diagram Blok Sistem.....	45
3.6.4 Pemodelan Konversi Daya Inverter.....	47
3.6.5 Perhitungan Rasio Pemenuhan Beban.....	48

3.6.6 Fungsi Keanggotaan	49
3.6.7 Basis Aturan (Rule Base)	54
3.6.8 Proses Inferensi dan Defuzzifikasi	55
3.7 Contoh Perhitungan	57
3.8 Skenario pengujian dan analisis	58
3.8.1 Pengujian Validitas Matematis Hasil Konversi Iradiasi	58
3.8.2 Pengujian Kinerja Sistem pada Kondisi Beban Eksisting	59
3.8.3 Pengujian Kinerja Sistem pada Kondisi Peningkatan Beban	59
3.9 Analisis Investasi Sistem PLTS	60
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	61
4.1 Gambaran Umum Pengujian Sistem	61
4.2 Hasil Produksi Daya PLTS Berdasarkan Data DNI Global Solar Atlas	62
4.3 Kinerja EMS Berbasis Fuzzy Logic Mamdani	65
4.4 Kontribusi Energi PLTS terhadap Kebutuhan Beban Per Kelas	68
4.5 Neraca Energi Beban	72
4.6 Penghematan Biaya Listrik PLN	74
4.7 Analisis Komparasi Skenario Peningkatan Beban	76
4.7.1 Perbandingan Pemenuhan Kebutuhan Energi Beban	77
4.7.2 Perbandingan Distribusi Energi per Kelas Beban Harian	79
4.7.3 Perbandingan Distribusi kategori EMS dan Finansial Harian	81
4.7.4 Perbandingan Penghematan Biaya Listrik	83
4.8 Evaluasi Kinerja Sistem	84
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	86
5.1 Kesimpulan	86

5.2 Saran	88
DAFTAR PUSTAKA	89
LAMPIRAN	94
Lampiran 1. Kartu Kendali Bimbingan Skripsi	94
Lampiran 2. Hasil Evaluasi Ujian Skripsi	95
Lampiran 3. Endorsement letter	98
Lampiran 4 Surat Keterangan bebas Pinjam	99
Lampiran 5. Bukti Bebas Plagiasi	100
Lampiran 6. Dokumentasi Sidang Skripsi	110
Lampiran 7. Riwayat Hidup Penulis	114



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Skema Sistem PLTS	10
Gambar 2. 2 Proses konversi energi pada sel surya melalui efek fotovoltaiik	11
Gambar 2. 3 Karakteristik kurva I-V dan P-V panel surya beserta titik MPP	12
Gambar 2. 4 Pengaruh intensitas radiasi matahari terhadap kurva I-V panel surya	13
Gambar 3.1 Flowchart Diagram Alir Penelitian	29
Gambar 3.2 Direct Normal Irradiance (DNI) Universitas Muhammadiyah Surabaya Tahun 2025 Berdasarkan Global Solar Atlas	32
Gambar 3.3 Diagram Instalasi (Single Line Diagram) Sistem PLTS On-Grid Kantin Sehat Universitas Muhammadiyah Surabaya	42
Gambar 3.4 Diagram Blok System.....	45
Gambar 3.5 Fungsi Keanggotaan Input 1 – Daya Keluaran PLTS	51
Gambar 3.6 Fungsi Keanggotaan Input 2 – Rasio Pemenuhan Beban.....	52
Gambar 3.7 Fungsi Keanggotaan Output – Tingkat Pemanfaatan Energi.	54
Gambar 4.1 Profil DNI Maksimum Harian dan Daya Keluaran AC Inverter PLTS Selama September 2025	63
Gambar 4.2 Profil DNI Surabaya 720 Jam (30 Hari)	64
Gambar 4.3 Output Fuzzy Logic Mamdani EMS Tingkat Pemanfaatan Energi AC (720 Jam).....	66
Gambar 4.4 Distribusi Jam Kategori Keoptimalan EMS Fuzzy Mamdani Harian Selama Periode Simulasi	67
Gambar 4.5 Profil Beban Listrik AC Kantin Sehat per Kelas 720 Jam.....	68
Gambar 4.6 Rasio Pemenuhan Beban Tanggung Jawab PLTS 720 Jam ...	70
Gambar 4.7 Persentase Kontribusi Energi PLTS dan PLN terhadap Kebutuhan Beban.....	71
Gambar 4.8 Profil Harian Energi PLTS AC Energi Beban, Suplai PLN, dan Rugi Inverter.....	73
Gambar 4.9 Kurva Tren Biaya Listrik Harian dan Nilai Penghematan.....	75

Gambar 4.10 Profil Beban per Kelas Komparasi Skenario Aktual dengan Skenario Peningkatan.....	76
Gambar 4.11 Perbandingan Energi PLTS AC dan Ketergantungan Grid PLN	78
Gambar 4.12 Persentase Kontribusi energi PLTS AC Harian Komparasi Skenario.....	80
Gambar 4.13 Perbandingan Output Fuzzy EMS Komparasi Skenario	82
Gambar 4.14 Distribusi Kategori EMS Harian Komparasi Skenario	82
Gambar 4.15 Kontribusi Energi per Kelas Beban Komparasi Skenario ...	83



DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Jadwal Penelitian.....	26
Tabel 3.2 Karakteristik Data Direct Normal Irradiance (DNI) Penelitian.....	31
Tabel 3.3 Spesifikasi Elektrikal Nominal per Unit Panel Surya 500 Wp (Kondisi STC)	33
Tabel 3.4 <i>Spesifikasi Total Array PLTS (9 Panel Seri, 4.500 Wp)</i>	34
Tabel 3.5 Data Inventarisasi Beban Listrik Riil Kantin Sehat Universitas Muhammadiyah Surabaya	35
Tabel 3.6 Klasifikasi Beban Berdasarkan Skema Suplai Daya.....	38
Tabel 3.7 Rekapitulasi Daya Terpasang per Kelas Suplai.....	39
Tabel 3.8 Tabel Spesifikasi Sistem Terpasang.....	43
Tabel 3.9 Parameter Pemodelan Konversi Daya Inverter	48
Tabel 3.10 Variabel Sistem Fuzzy Logic Mamdani.....	49
Tabel 3.11 Fungsi Keanggotaan Input 1 – Daya Keluaran PLTS	50
Tabel 3.12 Fungsi Keanggotaan Input 2 – Rasio Pemenuhan Beban	52
Tabel 3.13 Fungsi Keanggotaan Output – Tingkat Pemanfaatan Energi.....	53
Tabel 3.14 Basis Aturan Fuzzy Logic Mamdani	55
Tabel 3.15 Estimasi Biaya Investasi Sistem PLTS On-Grid 4.500 Wp	60
Tabel 4.1 Hasil Konversi DNI terhadap Daya MPPT dan Daya Inverter AC Selama September 2025.....	62
Tabel 4.2 Distribusi Kategori Keluaran EMS Fuzzy Mamdani Harian (Basis Beban Tanggung Jawab PLTS)	65
Tabel 4.3 Rincian Peralatan per Kelas Suplai Daya.....	68
Tabel 4.4 Energi per Kelas Beban Harian (Skenario Aktual 3020 W)	69
Tabel 4.5 Rekapitulasi Energi PLTS AC, Energi beban, Suplai PLN, dan Rugi Inverter Harian	72
Tabel 4.6 Analisis Finansial Harian	74
Tabel 4.7 Skala Kenaikan Beban per Kelas pada Skenario Peningkatan	76
Tabel 4.8 Perbandingan energi PLTS AC dan Suplai PLN Harian Skenario Aktual Dengan Skenario Peningkatan Beban	77
Tabel 4.9 Energi per Kelas Beban Harian Skenario Peningkatan Beban	79
Tabel 4.10 Distribusi Kategori EMS dan Analisis Finansial Harian Skenario Peningkatan Beban.....	81
Tabel 4.11 Perbandingan Penghematan Biaya Listrik.....	83