

**MANAJEMEN ENERGI PENYIMPANAN BATERAI
SISTEM *HYBRID* PANEL SURYA-GAS PADA OVEN
BERBASIS *FUZZY LOGIC***



TUGAS AKHIR

**Disusun Untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan Pendidikan Pada
Program Studi Sarjana Terapan Teknik Elektro Jurusan Teknik Elektro
Politeknik Negeri Sriwijaya**

Disusun Oleh :

Farah Santy

062240342206

POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA

PALEMBANG

2026

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini menyatakan :

Nama : Farah Santy
NPM : 062240342206
Jenis Kelamin : Perempuan
Tempat, Tanggal Lahir : Palembang, 30 September 2003
Alamat : Jl. Panca usaha, No.2181
Program Studi : Sarjana Terapan Teknik Elektro
Jurusan : Teknik Elektro
Judul Tugas Akhir : “Manajemen Energi Penyimpanan Baterai Sistem
Hybrid Panel Surya-Gas Pada Oven Berbasis
Fuzzy Logic”

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa :

1. Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri serta bebas dari tindakan plagiasi dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.
2. Dapat menyelesaikan segala urusan terkait pengumpulan revisi Tugas Akhir yang sudah disetujui oleh dewan penguji paling lama 1 bulan setelah ujian Tugas Akhir.
3. Dapat menyelesaikan segala urusan peminjaman/penggantian alat/buku dan lainnya paling lama 1 bulan setelah ujian Tugas Akhir.

Apabila di kemudian hari diketahui ada pernyataan yang terbukti tidak benar dan tidak dapat dipenuhi, maka saya siap bertanggung jawab dan menerima sanksi tidak diikutsertakan dalam prosesi wisuda serta dimasukkan dalam daftar hitam oleh jurusan Teknik Elektro sehingga berdampak tertundanya pengambilan Ijazah dan Transkrip (ASLI dan COPY), demikian surat pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya dan dalam keadaan sadar tanpa paksaan.

Palembang, Juli 2026

Yang Menyatakan



Farah Santy

LEMBAR PENGESAHAN
MANAJEMEN ENERGI PENYIMPANAN BATERAI
SISTEM *HYBRID* PANEL SURYA-GAS PADA OVEN
BERBASIS *FUZZY LOGIC*



Disusun Untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan Pendidikan Pada
Program Studi Sarjana Terapan Teknik Elektro Jurusan Teknik Elektro
Politeknik Negeri Sriwijaya

Disusun Oleh :

Farah Santy

062240342206

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I

Yudi Wijanarko, S.T., M.T.
NIP. 196705111992031003

Dosen pembimbing II

Ir. Sabilal Rasvad, S.T., M.Kom.
NIP. 197409022005011003

Mengetahui,

Ketua Jurusan
Teknik Elektro

Dr. Ir. Selamat Muslimin, S.T., M.Kom.IPM
NIP. 197907222008011007

Koordinator Program Studi
Sarjana Terapan Teknik Elektro

Ir. Renny Maulidda, S.T., M.T.
NIP. 198910022019032013

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

"With every difficulty comes ease."

(Qur'an, Surah Ash-Sharh (Al-Inshirah) 94:5–6)

Tugas Akhir ini saya persembahkan untuk :

1. Papa dan Mama terima kasih atas segala kasih sayang, doa, pengorbanan, dukungan, dan kepercayaan yang tidak pernah putus. Setiap langkah yang di tempuh hingga menyelesaikan tugas akhir ini tidak lepas dari cinta dan perjuangan Papa dan Mama. Semoga karya sederhana ini menjadi salah satu bentuk rasa syukur dan kebanggaan untuk Papa dan Mama.
2. Bapak Yudi Wijanarko, S.T., M.T. dan Bapak Ir. Sabilal Rasyad, S.T., M.Kom. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, arahan, kesabaran, serta motivasi yang telah diberikan selama proses penyusunan tugas akhir ini. Setiap saran dan masukan yang diberikan menjadi bekal yang sangat berharga dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini. Semoga segala kebaikan dan dedikasi Bapak mendapatkan balasan yang terbaik.
3. Kak Ricky, Kak Anggi, dan Kak Opi, Terima kasih atas segala doa, dukungan, perhatian, motivasi, dan semangat yang selalu kalian berikan. Kehadiran kalian menjadi salah satu sumber kekuatan bagi saya dalam menghadapi setiap tantangan selama menempuh pendidikan. Semoga pencapaian ini dapat menjadi kebanggaan kecil bagi keluarga, dan semoga kita semua senantiasa diberikan kesehatan, kebahagiaan, serta kesuksesan di setiap langkah kehidupan.

ABSTRAK

MANAJEMEN ENERGI PENYIMPANAN BATERAI SISTEM *HYBRID* PANEL SURYA-GAS PADA OVEN BERBASIS *FUZZY LOGIC*

(2026 : xviii + 70 Halaman + 33 Gambar + 21 Tabel + Daftar Pustaka +
Lampiran)

FARAH SANTY

062240342206

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNIK ELEKTRO

POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA

Meningkatnya kebutuhan energi global serta dampak lingkungan akibat penggunaan bahan bakar fosil telah mendorong pengembangan teknologi energi terbarukan, khususnya sistem fotovoltaik (PV) tenaga surya. Namun, sifat energi surya yang intermiten menjadi tantangan dalam menjaga kestabilan pasokan energi, terutama pada aplikasi termal seperti oven. Oleh karena itu, penelitian ini mengusulkan sistem manajemen energi pada oven *hybrid* surya-gas yang terintegrasi dengan *Battery Energy Storage System* (BESS) menggunakan pengendali logika *Fuzzy*. Sistem yang dikembangkan menggabungkan energi surya, baterai penyimpanan, dan gas sebagai sumber energi cadangan untuk memastikan suplai energi termal tetap stabil pada berbagai kondisi operasi. Metode logika *Fuzzy* diterapkan untuk menentukan sumber energi yang paling optimal secara real-time berdasarkan parameter intensitas radiasi matahari, tingkat pengisian baterai, dan kebutuhan beban termal oven. Sistem ini dirancang untuk meningkatkan efisiensi distribusi energi, mengurangi penggunaan baterai yang berlebihan, serta menjaga kestabilan operasi oven. Penerapan logika *Fuzzy* memberikan fleksibilitas dalam menangani kondisi nonlinier dan ketidakpastian tanpa memerlukan model matematika yang sangat kompleks. Hasil penelitian menunjukkan bahwa strategi manajemen energi berbasis logika *Fuzzy* mampu mengoptimalkan pemanfaatan energi terbarukan sekaligus mempertahankan keandalan dan stabilitas sistem. Dengan demikian, sistem manajemen energi *hybrid* yang dikembangkan memiliki potensi besar dalam mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar fosil dan mendukung penerapan energi berkelanjutan pada sistem pemrosesan termal.

Kata kunci: Logika *Fuzzy* Mamdani; Manajemen Energi; Oven *Hybrid* Surya-Gas; Energi Terbarukan; Battery Energy Storage System

ABSTRACT

ENERGY MANAGEMENT OF BATTERY STORAGE IN A HYBRID SOLAR-GAS SYSTEM FOR AN OVEN BASED ON FUZZY LOGIC

(2026 : xviii + 70 Pages + 33 Figures + 21 Tables + References + Attachments)

FARAH SANTY

062240342206

BACHELOR OF APPLIED ELECTRICAL ENGINEERING

ELECTRICAL ENGINEERING DEPARTMENT

STATE POLYTECHNIC OF SRIWIJAYA

The increasing global demand for energy and the environmental impact caused by fossil fuel consumption have encouraged the development of renewable energy technologies, particularly solar photovoltaic (PV) systems. However, the intermittent nature of solar energy creates challenges in maintaining a stable energy supply, especially for thermal applications such as ovens. Therefore, this study proposes an energy management system for a hybrid solar-gas oven integrated with a Battery Energy Storage System (BESS) using a Fuzzy Logic Controller (FLC). The proposed system combines solar energy, battery storage, and gas as a backup energy source to ensure a stable thermal energy supply under various operating conditions. The fuzzy Logic method is applied to determine the most optimal energy source in real time based on solar radiation intensity, battery state of charge, and thermal load demand. The system is designed to improve energy distribution efficiency, reduce excessive battery usage, and maintain stable oven operation. The results show that the fuzzy Logic-based energy management strategy can optimize renewable energy utilization while maintaining system reliability and stability. Therefore, the developed hybrid energy management system has strong potential to reduce dependence on fossil fuels and support sustainable energy applications in thermal processing systems.

Keywords: Fuzzy Logic Mamdani; Energy Management; Hybrid Solar-Gas Oven; Renewable Energy; Battery Energy Storage System (BESS)

KATA PENGANTAR

Dengan rasa syukur yang sangat mendalam kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini dengan baik dan dengan ilmu yang bermanfaat. Tidak lupa juga shalawat serta salam kita panjatkan kepada nabi kita nabi besar Muhammad SAW dan umatnya hingga akhir zaman.

Laporan Tugas Akhir ini berjudul “MANAJEMEN ENERGI PENYIMPANAN BATERAI SISTEM *HYBRID* PANEL SURYA-GAS PADA OVEN BERBASIS *FUZZY LOGIC*”. Penulisan laporan tugas akhir ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan Teknik Elektro pada Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya. Laporan tugas akhir ini berisi Bab I pendahuluan, Bab II Tinjauan pustaka, Bab III Metodologi Penelitian, Bab IV Hasil dan Pembahasan, Bab V Penutup.

Dengan selesai penyusunan laporan tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan banyak pihak yang telah memberikan masukan, saran, arahan, serta bimbingan kepada penulis, penulis mengucapkan terima kasih banyak kepada:

- 1. Bapak Yudi Wijanarko, S.T., M.T. Selaku Dosen Pembimbing 1**
- 2. Bapak Ir. Sabilal Rasyad, S.T., M.Kom. Selaku Dosen Pembimbing 2**

Kemudian penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak atas segala bantuan dan bimbingannya dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Ir. Irawan Rusnadi, M.T. Selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
2. Bapak Dr. Ir. Selamat Muslimin, S.T., M.Kom., IPM., Selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
3. Ibu Ir. Hj. Lindawati, S.T., M.T.I., Selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
4. Ibu Ir. Renny Maulidda, S.T., M.T. Selaku Koordinator Program Studi Sarjana Terapan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.

5. Seluruh Dosen, Staff, dan Teknisi pada Program Studi Sarjana Terapan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
6. Afrillia dan Hengki rekan satu tim yang saling membantu selama proses perancangan alat, pengambilan data, hingga penyusunan laporan tugas akhir.
7. Teman teman kelas 8 ELB teman seperjuangan dari awal masuk perkuliahan hingga saat ini telah berjuang Bersama-sama. Terima kasih atas kebersamaan, dukungan, kerja sama, serta berbagai pengalaman dan kenangan yang telah kita lalui bersama. Semoga kita semua dapat meraih impian dan sukses di jalan masing-masing.
8. Sahabat sahabat saya, Huswatun, Marcella, Sherlina, dan Sari terima kasih telah menjadi tempat berbagi cerita, memberikan semangat, serta selalu hadir dengan dukungan selama perjalanan menyelesaikan tugas akhir ini. Semoga kita semua senantiasa diberikan kesehatan, kebahagiaan, kemudahan, dan kesuksesan dalam setiap langkah ke depan.
9. Semua pihak yang terkait yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Akhir kata, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang terkait. Penulis berharap agar Allah SWT membalas semua kebaikan dan juga ketulusan yang telah diberikan oleh semua pihak terkait dalam penulisan laporan tugas akhir ini.

Palembang, Juli 2026

Penulis,



Farah Santy

DAFTAR ISI

SURAT PERNYATAAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	iv
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan dan Manfaat.....	4
1.4.1 Tujuan	4
1.4.2 Manfaat	4
1.5 Metode Penelitian.....	4
1.5.1 Metode Literatur	4
1.5.2 Metode Observasi	5
1.5.3 Metode Wawancara	5
1.6 Sistematika Penulisan.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 <i>State of the Art</i>	7
2.2 Manajemen Energi Sistem <i>Hybrid</i>	10
2.3 Metode <i>Fuzzy Logic</i>	11

2.4	Panel Surya.....	12
2.5	SCC (Solar Charge Controller) MPPT	14
2.6	Baterai	15
2.7	Gas LPG	18
2.8	Sensor Thermocouple Type-K + MAX6675	19
2.9	Sensor Tegangan	19
2.10	Sensor Tekanan	20
2.11	Mikrokontroler ESP32	21
2.12	Arduino Nano V3	22
2.13	<i>Relay</i>	22
2.14	Servo Control Valve	23
2.15	Pemanik Elektrik	24
2.16	<i>Heater</i>	24
2.17	LCD	25
BAB III METODELOGI PENELITIAN.....		26
3.1	Kerangka Tugas Akhir	26
3.1.1	Studi Literatur	26
3.1.2	Perancangan Pembuatan Alat	27
3.1.3	Pembuatan Alat.....	27
3.1.4	Pengujian Alat.....	27
3.1.5	Evaluasi.....	27
3.1.6	Pembuatan Laporan	28
3.2	Diagram Blok	28
3.3	Perancangan Alat.....	29
3.3.1	Perancangan Elektronik	29

3.3.2 Perancangan Mekanik.....	33
3.4 <i>Flowchart</i>	34
3.5 Perhitungan Sistem.....	35
3.5.1 Identifikasi Beban dan Kebutuhan Daya	35
3.5.2 Kapasitas Baterai	36
3.5.3 Kapasitas Panel Surya.....	37
3.5.4 Lama Operasi Menggunakan Baterai	38
3.5.5 Lama Operasi Saat Panel Surya Mengisi Baterai	40
3.6 Metode <i>Fuzzy Logic</i>	42
3.6.1 <i>Fuzzy Logic</i> Mamdani	42
3.6.2 Tahapan Metode <i>Fuzzy Logic</i> Mamdani	42
3.7 Sistem Kerja Alat	50
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	52
4.1 Hasil Implementasi Sistem	52
4.1.1 Hasil Perancangan Perangkat Keras (<i>Hardware</i>)	52
4.1.2 Hasil Perancangan Perangkat Lunak (<i>Software</i>).....	53
4.2 Hasil Metode <i>Fuzzy Logic</i> Mamdani.....	56
4.2.1 Hasil Pengujian Fuzzifikasi.....	57
4.2.2 Hasil Defuzzifikasi.....	58
4.2.3 Hasil Keputusan Sistem	59
4.3 Hasil Pengujian Manajemen Energi	61
4.3.1 Hasil Pengujian Pengisian Baterai	61
4.3.2 Daya Yang Dihasilkan Panel Surya	63
4.3.3 Analisis Manajemen Energi Berdasarkan Keputusan <i>Fuzzy</i>	65
4.4 Pembahasan	66

BAB V PENUTUP	69
5.1 Kesimpulan.....	69
5.2 Saran	70
DAFTAR PUSTAKA	xvi

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Panel Surya	13
Gambar 2. 2 SCC (<i>Solar Charge Controller</i>) MPPT.....	14
Gambar 2. 3 Baterai	16
Gambar 2. 4 Gas LPG	18
Gambar 2. 5 Sensor Thermocouple Type K + MAX 6675	19
Gambar 2. 6 Sensor Tegangan	20
Gambar 2. 7 Sensor Tekanan	21
Gambar 2. 8 Mikrokontroller ESP32	21
Gambar 2. 9 Arduino Nano V3	22
Gambar 2. 10 <i>Relay</i>	23
Gambar 2. 11 Pemantik Elektrik	24
Gambar 2. 12 <i>Heater</i>	25
Gambar 2. 13 LCD	25
Gambar 3. 1 Kerangka Proposal Tugas Akhir	26
Gambar 3. 2 Diagram Blok Keseluruhan Sistem	28
Gambar 3. 3 Diagram Blok Manajemen Energi Sistem <i>Hybrid</i> Pada Oven.....	28
Gambar 3. 4 Wiring Diagram Sistem <i>Hybrid</i> Pada Oven.....	30
Gambar 3. 5 Panel Surya - MPPT	31
Gambar 3. 6 MPPT - Baterai	32
Gambar 3. 7 Baterai – Sensor Tegangan.....	32
Gambar 3. 8 Sensor Tegangan – ESP 32	32
Gambar 3. 9 ESP 32 - <i>Relay</i>	33
Gambar 3. 10 <i>Relay - Heater</i>	33
Gambar 3. 11 Desain 3D Sistem Oven <i>Hybrid</i>	34
Gambar 3. 12 <i>Flowchart</i> Manajemen Energi Sistem <i>Hybrid</i> Pada Oven.....	35
Gambar 3. 13 Logika <i>Fuzzy</i>	42
Gambar 3. 14 Grafik Keanggotaan <i>Fuzzy Input</i>	44
Gambar 3. 15 Grafik Keanggotaan <i>Fuzzy Output</i>	45
Gambar 4. 1 Implementasi Perangkat Keras Oven <i>Hybrid</i>	53
Gambar 4. 2 Program Awal <i>Fuzzy</i>	54

Gambar 4. 3 Program Defuzzifikasi.....	55
Gambar 4. 4 Program Pengambilan Keputusan <i>Fuzzy</i>	56
Gambar 4. 5 Titik Uji Pengukuran.....	61

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 <i>State Of The Art</i>	7
Tabel 2. 2 Spesifikasi Panel Surya Himawari	13
Tabel 2. 3 Spesifikasi Panel Surya Sunasia	14
Tabel 2. 4 Spesifikasi SCC (<i>Solar Charge Controller</i>) MPPT	15
Tabel 2. 5 Spesifikasi Baterai Amaron Quanta	16
Tabel 2. 6 Spesifikasi Baterai <i>Chilwee</i>	17
Tabel 2. 10 Tabel Nilai Linguistik	48
Tabel 3. 1 Spesifikasi Beban Oven dan Sistem Kontrol	36
Tabel 3. 2 Total Beban Tiap Kondisi	39
Tabel 3. 3 <i>Variable Input Fuzzy</i>	43
Tabel 3. 4 <i>Variable Output Fuzzy</i>	44
Tabel 3. 5 <i>Rule Base Fuzzy</i>	45
Tabel 4. 1 Tabel Pengujian Fuzzifikasi	57
Tabel 4. 2 Tabel Hasil Defuzzifikasi	58
Tabel 4. 3 Tabel Hasil Keputusan Sistem	59
Tabel 4. 4 Tabel Pengisian Baterai	62
Tabel 4. 5 Tabel Daya yang Dihasilkan Panel	63
Tabel 4. 6 Analisis Manajemen Energi	65