



SKRIPSI

**ANALISIS MAXIMUM POWER POINT
TRACKING FUZZY LOGIC BOOST
CONVERTER UNTUK SISTEM
PENGISIAN DAYA PADA PEMBANGKIT
LISTRIK TENAGA SURYA TERHADAP
CUACA KOTA SURABAYA**

SYA'RONNI

NIM. 20221330048

DOSEN PEMBIMBING:

MUHAMAD AMIRUL HAQ, S.T., M.Sc., Ph.D.

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

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURABAYA

2026



SKRIPSI

**ANALISIS MAXIMUM POWER POINT
TRACKING FUZZY LOGIC BOOST
CONVERTER UNTUK SISTEM
PENGISIAN DAYA PADA PEMBANGKIT
LISTRIK TENAGA SURYA TERHADAP
CUACA KOTA SURABAYA**

SYA'RONNI

NIM. 20221330048

DOSEN PEMBIMBING:

MUHAMAD AMIRUL HAQ, S.T., M.Sc., Ph.D.

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

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURABAYA

2026

LEMBAR PEMBIMBING SKRIPSI

ANALISIS MAXIMUM POWER POINT TRACKING FUZZY LOGIC BOOST CONVERTER UNTUK SISTEM PENGISIAN DAYA PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA TERHADAP CUACA KOTA SURABAYA

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

Disusun Oleh:

Sya'ronni

NIM. 20221330048

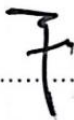
Disetujui Oleh:

Dosen Pembimbing :

1. Muhamad Amirul Haq, S.T., M.Sc., Ph.D.


(.....)

2. Rudi Irmawanto, ST., MT.


(.....)

LEMBAR PENGUJI SKRIPSI

ANALISIS MAXIMUM POWER POINT TRACKING FUZZY LOGIC BOOST CONVERTER UNTUK SISTEM PENGISIAN DAYA PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA TERHADAP CUACA KOTA SURABAYA

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

Disusun Oleh:

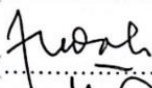
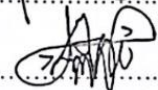
Sya'ronni

NIM. 20221330048

Disetujui Oleh:

Dosen Penguji :

1. Muhamad Amirul Haq, S.T., M.Sc., Ph.D.
2. Dr. Indah Kurniawati, S.T., M.T.
3. Ridho Akbar, S.ST., M.T.


(.....)

(.....)

(.....)

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

ANALISIS MAXIMUM POWER POINT TRACKING FUZZY LOGIC BOOST CONVERTER UNTUK SISTEM PENGISIAN DAYA PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA TERHADAP CUACA KOTA SURABAYA

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

Disusun Oleh:
Sya'ronni
NIM. 20221330048

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 : Sya'ronni
NIM : 20221330048
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

 (Sya'ronni)

ABSTRAK

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) menghadapi tantangan mendasar karena daya keluaran panel surya bersifat non-linear dan dipengaruhi oleh perubahan iradiasi matahari serta temperatur, sehingga Titik Daya Maksimum (*Maximum Power Point*) senantiasa bergeser dan berisiko menyebabkan energi hilang. Metode *Maximum Power Point Tracking* (MPPT) konvensional seperti *Perturb & Observe* (P&O) memiliki keterbatasan osilasi di sekitar MPP dan risiko mistracking saat iradiasi berubah mendadak. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh iradiasi dan temperatur Kota Surabaya terhadap performa PLTS, mengevaluasi kinerja MPPT berbasis *Fuzzy Logic Controller* (FLC), serta membandingkannya dengan MPPT P&O. Penelitian dilakukan melalui simulasi MATLAB/Simulink R2021a menggunakan data iradiasi dan temperatur Kota Surabaya tahun 2025. Model sistem meliputi panel surya, *Boost Converter*, baterai LiFePO₄, dan *Bidirectional DC-DC Converter* (BDC) pada arsitektur *Common DC Bus*. Hasil simulasi menunjukkan variasi iradiasi dan temperatur berpengaruh signifikan terhadap performa PLTS, dengan daya puncak musim kemarau lebih dari dua kali lipat dibanding musim hujan (1.082,7 W berbanding 472,9 W). MPPT FLC menyesuaikan *duty cycle* adaptif dengan efisiensi tracking 76,24-78,53% dan ripple tegangan rendah (0,69-1,14%). Dibandingkan MPPT P&O, FLC menghasilkan ripple tegangan lima kali lebih kecil (0,93% berbanding 4,82%) dengan efisiensi energi tahunan sebanding (90,39% berbanding 93,05%), mengonfirmasi efektivitas FLC MPPT menjaga kestabilan pelacakan pada cuaca yang bervariasi.

Kata Kunci: PLTS, MPPT, *Fuzzy Logic Controller*, *Boost Converter*, Efisiensi Energi.

ABSTRACT

Photovoltaic (PV) systems face a fundamental challenge because the output power of photovoltaic panels is nonlinear and influenced by variations in solar irradiance and temperature. As a result, the Maximum Power Point (MPP) continuously shifts, increasing the risk of energy loss. Conventional Maximum Power Point Tracking (MPPT) methods, such as Perturb and Observe (P&O), have limitations due to oscillations around the MPP and the risk of mistracking during sudden changes in irradiance. This study aimed to analyze the effects of solar irradiance and temperature in Surabaya on the performance of a photovoltaic (PV) system, evaluate the performance of a Fuzzy Logic Controller (FLC)-based MPPT, and compare it with the conventional P&O MPPT method. The study was conducted through simulations using MATLAB/Simulink R2021a with solar irradiance and temperature data from Surabaya for the year 2025. The system model consisted of a photovoltaic panel, a boost converter, a LiFePO₄ battery, and a bidirectional DC–DC converter (BDC) configured in a common DC bus architecture. The simulation results demonstrated that variations in solar irradiance and temperature significantly affected the performance of the PV system, with the peak power during the dry season being more than twice that during the rainy season (1,082.7 W versus 472.9 W). The FLC-based MPPT adaptively adjusted the duty cycle, achieving a tracking efficiency ranging from 76.24% to 78.53% with low voltage ripple (0.69–1.14%). Compared with the P&O MPPT method, the FLC-based MPPT produced voltage ripple approximately five times lower (0.93% versus 4.82%) while maintaining comparable annual energy efficiency (90.39% versus 93.05%), confirming its effectiveness in maintaining stable tracking performance under varying weather conditions.

Keywords: photovoltaic (PV) system; Maximum Power Point Tracking (MPPT); Fuzzy Logic Controller (FLC); boost converter; energy efficiency

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 “Analisis Maximum Power Point Tracking Fuzzy Logic Boost Converter untuk Sistem Pengisian Daya pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya terhadap Cuaca Kota Surabaya”.

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 terima kasih 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 terima kasih 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 Muhamad Amirul Haq, S.T., M.Sc., Ph.D. selaku dosen pembimbing utama yang telah menyetujui dan memberikan bimbingan dalam melakukan penelitian maupun penulisan laporan skripsi sehingga dapat selesai tepat waktu.
5. Bapak Rudi Irmawanto, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing pendamping yang telah memberikan saran dan masukan pada penelitian maupun dalam penulisan laporan skripsi sehingga dapat selesai tepat waktu. Secara khusus peneliti juga mengucapkan terima kasih atas dedikasi beliau yang terkenal berpengalaman dan

cerdas, semoga adik-adik angkatan selanjutnya dapat memanfaatkan ilmu luar biasa yang diperoleh dari beliau dengan baik.

7. Kedua orang tua peneliti, mercusuar yang tak pernah padam sepanjang perjalanan ini, yang tiada henti mencurahkan bantuan moril maupun materiil serta doa yang tak pernah putus di sepertiga malam, sehingga peneliti mampu merampungkan laporan skripsi ini dengan tepat waktu. Pengorbanan keduanya adalah puisi yang tak pernah usai ditulis, sebuah dedikasi yang jauh melampaui daya ungkap kata, dan karya sederhana ini peneliti persembahkan sebagai secuil bukti bahwa peluh serta doa mereka tidak pernah sia-sia.
8. Seorang sosok yang pernah singgah dalam lorong hidup peneliti, yang kehadirannya dahulu sempat menjadi pelita, namun purnanya justru meninggalkan elegi yang menggelisahkan qalbu. Kekecewaan yang terukir dari perpisahan itu, alih-alih menjadi belenggu yang melumpuhkan asa, justru bertransmutasi menjadi bara penyulut semangat yang mendorong peneliti menembus setiap kebuntuan simulasi dan malam-malam penelitian yang terasa tak berkesudahan. KEPADANYA, terima kasih atas hikmah yang tertinggal, luka itu kini telah menjelma menjadi daya yang tak ternilai dalam rampungnya karya ini.
9. Rekan-rekan Himpunan Mahasiswa Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Surabaya, mahasiswa reguler angkatan, mahasiswa P2K angkatan 2022 di Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Surabaya yang telah banyak membantu selama proses perkuliahan.
10. Semua pihak yang membantu menyelesaikan skripsi ini yang tidak dapat peneliti sebutkan satu per satu.

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

Surabaya, 13 Juli 2026



(Sya'ronni)

DAFTAR ISI

LEMBAR PEMBIMBING SKRIPSI.....	i
LEMBAR PENGUJI SKRIPSI	ii
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI.....	iii
PERNYATAAN TIDAK MELAKUKAN PLAGIASI.....	iv
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Batasan Masalah.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II DASAR TEORI.....	6
2.1 Penelitian Terdahulu.....	6
2.2 Landasan Teori	7
2.2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS).....	7
2.2.2 Sumber Data Irradiasi Dan Temperatur.....	9
2.2.3 Panel Surya.....	11
2.2.4 Maximum Power Point Tracking (MPPT)	15

2.2.5 Boost Converter.....	23
2.2.6 Bidirectional DC-DC Converter (BDC).....	25
2.2.7 Sistem Penyimpanan Energi Berbasis Baterai LiFePO4	28
2.2.7 Profil Beban Dinamis dalam Sistem Mandiri	30
2.2.8 MATLAB/Simulink.....	31
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	33
3.1Jadwal Penelitian.....	33
3.2Waktu dan Tempat Penelitian.....	33
3.3 Diagram Alir Penelitian.....	34
3.4Perancangan Sistem Pada Matlab/Simulink.....	35
3.4.1 Parameter Input Data.....	38
3.4.2 Perancangan Panel Surya	42
3.4.3 Perancangan Algoritma MPPT Fuzzy Logic Controller	43
3.4.4Perancangan Boost Converter	52
3.4.5 Perancangan Parameter Sistem Penyimpanan Energi	55
3.4.6 Perancangan Parameter Beban Elektrik	56
3.4.7 Spesifikasi Profil Beban	57
3.5 Skenario Jalannya Simulasi dan Analisis Performa Tahunan	57
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	59
4.1Gambaran Umum Sistem	59
4.1.1Konfigurasi Sistem.....	59

4.1.2 Prinsip Kerja Sistem.....	59
4.1.3 Spesifikasi Komponen Sistem.....	60
4.1.4 Model Sistem Keseluruhan	61
4.2 Pengaruh Iradiasi dan Temperatur Kota Surabaya terhadap Performa PLTS	64
4.3 Kinerja MPPT Fuzzy Logic dalam Mempertahankan Titik Daya Maksimum.....	67
4.3.1 Respons Fuzzy Logic terhadap Profil Iradiasi Harian	67
4.3.2 Respons Dinamis Terhadap Perubahan Iradiasi Mendadak	70
4.3.3 Ripple Tegangan pada Pelacakan MPPT Fuzzy Logic.....	70
4.4 Perbandingan Kinerja Sistem MPPT Fuzzy Logic dan MPPT P&O	71
4.4.1 Perbandingan Tegangan, Arus, dan Tegangan Bus DC	73
4.4.2 Perbandingan Karakteristik Osilasi dan Ripple Tegangan	74
4.4.3 Perbandingan Kecepatan Pelacakan	78
4.4.5 Tabel Data per Jam dan Rekapitulasi	78
4.5 Efisiensi Sistem dan Pengisian Baterai	83
4.6 Efisiensi Sistem Bulanan dan Tahunan	86
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	90
5.1 Kesimpulan.....	90
5.2 Saran.....	90

DAFTAR PUSTAKA	92
LAMPIRAN.....	95
Lampiran 1 : Kartu Kendali Bimbingan Skripsi	95
Lampiran 2. Hasil Evaluasi Ujian Skripsi.....	96
Lampiran 3. Endorsement Letter	100
Lampiran 4. Surat Keterangan Bebas Pinjam	101
Lampiran 5. Bukti Bebas Plagiasi.....	102
Lampiran 6. Dokumentasi Sidang Skripsi	113
Lampiran 7. Riwayat Hidup Penulis.....	114

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Skema pembangkit Listrik Tenaga Surya	7
Gambar 2.2 Global Horizontal Irradiance Kota Surabaya tahun 2025.....	9
Gambar 2.3 Temperatur Kota Surabaya	10
Gambar 2.4 Kurva arus – tegangan dan daya-tegangan [13]	12
Gambar 2.5 kurva daya sel surya	16
Gambar 2.6 Algoritma P&O	17
Gambar 2.7 Flowchart metode InC	18
Gambar 2.8 Struktur Dasar ANN	19
Gambar 2.9 Blok Diagram Kendali Logika Fuzzy.....	20
Gambar 2.10 Boost Converter.....	23
Gambar 2.10 Software Matlab R2021a.....	32
Gambar 3.1 Lokasi Penelitian	34
Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian.....	34
Gambar 3.3 Diagram Blok Perancangan Sistem MPPT.....	35
Gambar 3.4 Iradiasi Harian Kota Surabaya	38
Gambar 3.5 Temperatur Harian Kota Surabaya	40
Gambar 3.6 Perancangan Algoritma Fuzzy.....	43
Gambar 3.7 Membership Function E	44
Gambar 3.8 Membership Function dE	44
Gambar 3.9 Membership Function Duty Cycle	44
Gambar 3.10 Diagram Blok Algoritma FLC.....	51
Gambar 4.1 Model Sistem Fuzzy	61
Gambar 4.2 Model Sistem Dengan MPPT FLC.....	62
Gambar 4.3 Model Sistem Dengan MPPT P&O.....	63

Gambar 4.4 Rata-rata Peak Sun Hours (PSH) dan temperatur bulanan Kota Surabaya tahun 2025	65
Gambar 4.5 Profil iradiasi harian - musim hujan (4 Januari 2025)	65
Gambar 4.6 Profil iradiasi harian musim kemarau.....	66
Gambar 4.7 Profil temperatur harian musim hujan	66
Gambar 4.8 Profil temperatur harian musim kemarau	67
Gambar 4.9 Daya keluaran PV dengan MPPT Fuzzy Logic musim hujan .	67
Gambar 4.10 Daya keluaran PV dengan MPPT Fuzzy Logic musim kemarau.....	68
Gambar 4.11 Tegangan PV (V_{pv}) dengan MPPT Fuzzy Logic musim kemarau.....	68
Gambar 4.12 Arus PV (I_{pv}) dengan MPPT Fuzzy Logic musim kemarau .	68
Gambar 4.13 Efisiensi tracking MPPT Fuzzy Logic terhadap P_{max} ideal musim hujan.....	69
Gambar 4.14 Efisiensi tracking MPPT Fuzzy Logic terhadap P_{max} ideal musim kemarau.....	69
Gambar 4.16 Perbandingan daya PV Fuzzy dan P&O - musim hujan.....	72
Gambar 4.17 Perbandingan daya PV Fuzzy dan P&O - musim kemarau...	72
Gambar 4.18 Perbandingan total energi harian Fuzzy dan P&O - musim kemarau.....	72
Gambar 4.19 Perbandingan duty cycle Fuzzy dan P&O - musim kemarau	73
Gambar 4.20 Perbandingan tegangan bus DC Fuzzy dan P&O - musim kemarau.....	73
Gambar 4.21 Perbandingan sinyal Error (E) Fuzzy dan P&O - musim kemarau.....	74
Gambar 4.22 Perbandingan sinyal Delta Error (dE) Fuzzy dan P&O - musim kemarau.....	74
Gambar 4.23 Perilaku duty cycle pada uji osilasi (iradiasi konstan $G=800$ W/m ²)	75
Gambar 4.24 Perbesaran osilasi daya PV di sekitar titik MPP	75

Gambar 4.25 Perbesaran ripple daya PV Fuzzy dan P&O saat musim kemarau.....	76
Gambar 4.26 Perbesaran ripple daya PV Fuzzy dan P&O saat MPP musim hujan.....	76
Gambar 4.27 Perbandingan daya keluaran boost converter Fuzzy dan P&O - musim kemarau.....	77
Gambar 4.28 Perbandingan duty cycle BDC (Dtop) Fuzzy dan P&O - musim kemarau.....	77
Gambar 4.29 Perbandingan kecepatan pelacakan mencapai 95% MPP setelah matahari terbit	78
Gambar 4.30 Rugi daya konverter boost - musim kemarau (MPPT Fuzzy)	84
Gambar 4.31 Perbandingan SOC baterai Fuzzy dan P&O - musim kemarau	84
Gambar 4.32 Tegangan baterai (Vbatt) - musim kemarau (MPPT Fuzzy) ..	84
Gambar 4.33 Arus baterai (Ibatt) - musim kemarau (MPPT Fuzzy)	85
Gambar 4.34 Tegangan baterai (Vbatt) - musim hujan (MPPT Fuzzy).....	85
Gambar 4.35 Profil daya beban - musim kemarau	85
Gambar 4.36 Profil daya beban - musim hujan.....	86
Gambar 4.37 Estimasi energi PV bulanan - MPPT Fuzzy dan P&O (tahun 2025)	88
Gambar 4.38 Efisiensi sistem keseluruhan bulanan MPPT Fuzzy dan P&O	88

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Jadwal Penelitian.....	33
Tabel 3.2 Rata-rata iradiasi Kota Surabaya	39
Tabel 3.3 Temperatur Rata-rata Kota Surabaya.....	40
Tabel 3.4 Statistik Data Cuaca	41
Tabel 3.5 Parameter Panel Surya.....	42
Tabel 3.6 Rule Base Fuzzy Logic MPPT (25 Aturan).....	45
Tabel 3.7 Parameter Fungsi Keanggotaan (E) dan (ΔE)	46
Tabel 3.8 Parameter Fungsi Keanggotaan Duty Cycle.....	47
Tabel 3.9 Inferensi Fuzzy ZE dan PS.....	49
Tabel 3.10 Parameter Boost Converter	54
Tabel 3.11 Parameter Baterai 48V/200Ah.....	55
Tabel 3.12 Spesifikasi Profil Beban	57
Tabel 4.1 Parameter komponen.....	60
Tabel 4.2 Ringkasan kinerja tracking MPPT Fuzzy Logic per musim.....	69
Gambar 4.15 Respons MPPT Fuzzy Logic dan P&O terhadap perubahan iradiasi mendadak	70
Tabel 4.3 Ripple tegangan V_{pv} pada tracking MPPT Fuzzy Logic	71
Tabel 4.4 Perbandingan daya dan energi MPPT Fuzzy dan P&O per musim	71
Tabel 4.5 Perbandingan tegangan, arus, dan tegangan bus DC MPPT Fuzzy Logic dan P&O per musim	73
Tabel 4.6 Karakteristik osilasi dan ripple tegangan MPPT pada uji iradiasi konstan $G=800 \text{ W/m}^2$	75
Tabel 4.7 MPPT Fuzzy Logic Musim Hujan	78
Tabel 4.8 MPPT P&O Musim Hujan	80
Tabel 4.9 MPPT Fuzzy Logic Musim Kemarau.....	81

Tabel 4.10 MPPT P&O Musim Kemarau	82
Tabel 4.11 Efisiensi konverter boost, regulasi bus, dan perubahan SOC baterai per musim.....	83
Tabel 4.12 MPPT Fuzzy Logic dan P&O.....	87
Tabel 4.13 MPPT Fuzzy Logic dan P&O (tahun 2025)	88