

INTEGRASI KECERDASAN BUATAN UNTUK SISTEM MANAJEMEN ENERGI TERBARUKAN



Andicho Haryus Wirasapta, Shorihatul
Inayah, Rifky, Suci Handayani, Suci Fitria
Rahmadhani Z, Nukman

INTEGRASI KECERDASAN BUATAN UNTUK SISTEM MANAJEMEN ENERGI TERBARUKAN

Penulis:

Andicho Haryus Wirasapta

Shorihatul Inayah

Rifky

Suci Handayani

Suci Fitria Rahmadhani Z

Nukman



INTEGRASI KECERDASAN BUATAN UNTUK SISTEM MANAJEMEN ENERGI TERBARUKAN

Penulis :

Andicho Haryus Wirasapta
Shorihatul Inayah
Rifky
Suci Handayani
Suci Fitria Rahmadhani Z
Nukman

Editor : Mukhlis, MT

Penyunting : Muhammad Ikhlas Al Kuthsi, S.Kom, M.M

Desain Sampul dan Tata Letak : Yayang Tineza Erwanda, S.E.

Diterbitkan oleh :

U ME Publishing

Anggota IKAPI No. 059/SBA/2024

Perumdam 4 Blok H No. 2 Kota Padang, Sumatera Barat

Email : kontak@umepublishing.com

Website : umepublishing.com

ISBN : 978-634-7520-97-5

Cetakan pertama, Juni 2026

© Hak cipta dilindungi undang-undang.

Dilarang keras memperbanyak, memfotokopi, Sebagian atau
seluruh isi buku tanpa izin tertulis dari penerbit

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji syukur kehadiran Allah SWT, atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya, maka Penulisan Buku dengan judul Integrasi Kecerdasan Buatan Untuk Sistem Manajemen Energi Terbarukan dapat diselesaikan. Buku ini membahas tentang pendahuluan, konsep dasar energi terbarukan, sistem manajemen energi, pengenalan kecerdasan buatan, keterkaitan AI dan energi terbarukan, integrasi AI dalam sistem manajemen energi serta keamanan dan etika sistem energi digital.

Buku ini masih banyak kekurangan dalam penyusunannya. Oleh karena itu, kami sangat mengharapkan kritik dan saran demi perbaikan dan kesempurnaan buku ini selanjutnya. Kami mengucapkan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah membantu dalam proses penyelesaian Buku ini. Semoga Buku ini dapat menjadi sumber referensi dan literatur yang mudah dipahami.

Padang, 18 Juni 2026

Penulis

DAFTAR ISI

Kata Pengantar	i
Daftar Isi	ii
BAB 1	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang: Krisis Energi Global dan Urgensi Transisi Energi.....	1
1.2 Karakteristik Teknis dan Tantangan Integrasi Energi Terbarukan	3
1.3 Keterbatasan Sistem Manajemen Energi Konvensional (Conventional EMS)	6
1.4 Peran Strategis Kecerdasan Buatan (AI) sebagai Solusi Enabler.....	8
1.5 Evolusi Menuju Smart Grid dan Internet of Energy (IoE).....	10
1.6 Paradigma Sistem Energi Masa Depan yang Terdesentralisasi	12
DAFTAR PUSTAKA	15
BAB 2	19
KONSEP DASAR ENERGI TERBARUKAN	19
2.1 Definisi dan Karakteristik Energi Terbarukan	19
2.2 Perbedaan Energi Terbarukan dan Tidak Terbarukan.....	22

2.3 Prinsip Keberlanjutan dalam Pemanfaatan Energi ...	29
2.4 Keunggulan dan Keterbatasan Energi Terbarukan...	34
2.5 Konsep Sistem Manajemen Energi (EMS).....	40
DAFTAR PUSTAKA	44
BAB 3	45
SISTEM MANAJEMEN ENERGI.....	45
3.1 Pendahuluan	45
3.2 Konsep Dasar Sistem Manajemen Energi	48
3.3 Standar dan Kebijakan Energi.....	51
3.4 Komponen dan Struktur Sistem Manajemen Energi	55
3.5 Implementasi dan Audit Energi.....	59
3.6 Teknologi dan Integrasi Energi Terbarukan.....	62
3.7 Evaluasi Kinerja dan Pengembangan	67
DAFTAR PUSTAKA	70
BAB 4	75
PENGENALAN KECERDASAN BUATAN (ARTIFICIAL INTELLIGENCE)	75
4.1 Pendahuluan	75
4.2 Definisi Kecerdasan Buatan.....	77
4.3 Sejarah Perkembangan Kecerdasan Buatan	78
4.4 Komponen Utama Sistem Kecerdasan Buatan	80

4.5 Aplikasi Kecerdasan Buatan dalam Sistem Energi....	82
4.6 Tantangan dan Peluang Pengembangan AI dalam Energi Terbarukan	83
DAFTAR PUSTAKA	85
BAB 5	89
KETERKAITAN AI DAN ENERGI TERBARUKAN	89
5.1 Pendahuluan: Konvergensi Dua Teknologi Transformatif.....	89
5.2 Landasan Konseptual: AI dan Energi Terbarukan dalam Perspektif Sistem.....	91
5.3 Mekanisme Keterkaitan: Bagaimana AI Mengoptimalkan Energi Terbarukan.....	93
5.4 Aplikasi Sektorial: AI dalam Berbagai Teknologi Energi Terbarukan	97
5.5 Tantangan dan Hambatan Integrasi AI-Energi Terbarukan.....	101
5.6 Dampak Sosial-Ekonomi Keterkaitan AI dan Energi Terbarukan	105
5.7 Konteks Indonesia: Peluang dan Tantangan Khas ...	108
5.8 Ringkasan dan Implikasi untuk Bab Selanjutnya	110
DAFTAR PUSTAKA	112
BAB 6	117

INTEGRASI AI DALAM SISTEM MANAJEMEN

ENERGI 117

6.1 Fondasi Terapan AI dalam Energi..... 119

6.2 Optimasi dan Prediksi (Core AI) 121

6.3 Manajemen Sisi Permintaan (Demand Side Management)..... 124

6.4 Pemeliharaan dan Keamanan Sistem..... 126

6.5 Analisis Dampak dan Kebijakan 129

DAFTAR PUSTAKA 135

BAB 7 137

KEAMANAN DAN ETIKA SISTEM ENERGI DIGITAL..... 137

7.1 Konsep Sistem Energi Digital 137

7.2 Ancaman dan Risiko Keamanan dalam Sistem Energi Digital..... 139

7.3 Kerentanan Infrastruktur dan Sistem Energi Digital 143

7.4 Strategi dan Teknologi Keamanan Sistem Energi..... 147

7.5 Privasi dan Perlindungan Data Energi..... 152

7.6 Etika dalam Sistem Energi Digital..... 156

7.7 Regulasi, Tantangan, dan Masa Depan Keamanan Energi Digital..... 159

DAFTAR PUSTAKA 165

BIODATA PENULIS	166
------------------------------	------------

BIODATA PENULIS



Andicho Haryus Wirasapta, A.Md.T., S.Tr.T., M.Eng.

Program Studi Teknik Elektro
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Jambi

Penulis lahir di Jakarta pada 15 September 1997. Pendidikan Diploma III diselesaikan pada Program Studi Teknik Komputer di Politeknik Negeri Sriwijaya. Selanjutnya, penulis melanjutkan pendidikan Diploma IV pada Program Studi Elektronika Instrumentasi di Sekolah Tinggi Teknologi Nuklir - Badan Tenaga Nuklir Nasional (STTN-BATAN), Yogyakarta, yang berada dalam bidang keilmuan Teknofisika Nuklir. Pendidikan pascasarjana kemudian ditempuh pada Program Studi Magister Teknik Elektro di Universitas Gadjah Mada.

INTEGRASI KECERDASAN BUATAN UNTUK SISTEM MANAJEMEN ENERGI TERBARUKAN

Saat ini penulis aktif sebagai Dosen Tetap pada Program Studi Teknik Elektro, Universitas Jambi. Bidang keilmuan yang ditekuni meliputi Elektronika, Sistem Kendali, Energi Terbarukan, Internet of Things (IoT), Telekomunikasi, Energi, serta Teknologi Ketenaganukliran. Minat penelitian penulis berfokus pada pengembangan sistem cerdas berbasis sensor, sistem monitoring dan kontrol berbasis Internet of Things, serta integrasi teknologi kecerdasan buatan untuk mendukung inovasi pada bidang energi, ketenagalistrikan, dan instrumentasi modern.

Selain aktif dalam kegiatan pengajaran, penulis juga terlibat dalam berbagai kegiatan penelitian dan pengembangan teknologi, khususnya yang berkaitan dengan sistem energi cerdas, sistem instrumentasi elektronik, serta penerapan kecerdasan buatan pada sistem berbasis sensor dan teknologi energi modern.

Penulis dapat dihubungi melalui e-mail: andicho@unja.ac.id

BIODATA PENULIS



Shorihatul Inayah., S.Pd., M.Si

Guru MAN 1 Tuban

Jawa Timur

Penulis lahir di Tuban, 4 Maret 1978. Pendidikan di MI Salafiyah Mandirejo (1989), SMP Mu'allimin Tuban (1992), SMA Bahrul 'Ulum Tambak Beras Jombang (1995), S-1 Pendidikan Kimia di UM (2002), S-2 Kimia di UM (2021), S-3 Pendidikan Kimia UM juga dalam proses penyelesaian Disertasi. Sedikit mengerti ilmu agama pernah nyantri di Ponpes Al-Fathimiyyah Bahrul 'Ulum Tambak Beras Jombang, latar belakang inilah menjadikannya moderat. Sejak 2003 menjadi Guru di MAN 1 Tuban sampai sekarang, peraih Satya Lencana dan Award ini Juara diberbagai

INTEGRASI KECERDASAN BUATAN UNTUK SISTEM MANAJEMEN ENERGI TERBARUKAN

Kompetisi dan Anugerah. Prestasi tiada henti begitu juga menulis yang terpublish dan produktif terus ditorehkan guru yang ramah ini.

Penulis dapat dihubungi melalui e-mail:
shorihatul.inayah@gmail.com

BIODATA PENULIS



RIFKY

Program Studi Teknik Mesin

Fakultas Teknologi Industri dan Informatika

Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA (UHAMKA)

Penulis lahir di Jakarta. Menyelesaikan pendidikan S1 Teknik Metalurgi Fakultas Teknik Universitas Indonesia tahun 1993. Bekerja di perusahaan besi baja pada Divisi Melting Plant dan Rolling Mills di Tangerang Banten sampai tahun 2014. Selain sebagai praktisi merangkap akademisi sejak tahun 1997 sebagai dosen di Program Studi Teknik Mesin UHAMKA. Melanjutkan Pendidikan Strata-2 pada Magister Manajemen Universitas Terbuka yang diselesaikan tahun 2009 dan Magister Teknik Mesin Universitas Pancasila dengan Konsentrasi Konversi Energi tahun 2020. Tahun 2021 menyelesaikan Program Profesi Insinyur pada PS PPI Institut

**INTEGRASI KECERDASAN BUATAN UNTUK SISTEM MANAJEMEN
ENERGI TERBARUKAN**

Teknologi Bandung pada bidang Teknik Material. Anggota PII sejak tahun 1994. Bidang riset: material, energi (surya), dan material energi.

Penulis dapat dihubungi melalui e-mail: rifky@uhamka.ac.id

BIODATA PENULIS



Suci Handayani, MT

Program Studi Teknik Lingkungan
Sekolah Tinggi Teknologi Industri Padang

Penulis lahir di Pasar Usang, Kabupaten Pariaman, Sumatera Barat. Menempuh pendidikan Sarjana (S1) pada Program Studi Teknik Lingkungan di STTIND Padang dan melanjutkan pendidikan Magister (S2) pada Program Studi Teknik Lingkungan di Universitas Andalas. Ketertarikan Penulis terhadap bidang lingkungan tumbuh dari kepedulian terhadap kualitas lingkungan dan kesehatan masyarakat. Selama menempuh pendidikan, Penulis aktif mengembangkan wawasan dalam pengelolaan lingkungan, pengendalian pencemaran, serta pengelolaan sumber daya air. Bagi Penulis, dunia pendidikan dan penelitian merupakan sarana untuk terus belajar, berkembang, dan memberikan kontribusi nyata

172

INTEGRASI KECERDASAN BUATAN UNTUK SISTEM MANAJEMEN ENERGI TERBARUKAN

bagi masyarakat. Melalui buku ini, Penulis berharap ilmu dan pengalaman yang dibagikan dapat menjadi sumber pembelajaran yang bermanfaat bagi mahasiswa, akademisi, maupun masyarakat umum dalam memahami berbagai isu dan solusi di bidang teknik lingkungan.

Penulis dapat dihubungi melalui e-mail:
sucihandy@gmail.com

BIODATA PENULIS



Suci Fitria Rahmadhani Z, S.Pd., M.T

Program Studi Teknik Pertambangan
Sekolah Tinggi Teknologi Industri Padang

Penulis lahir di Bukittinggi pada 28 Desember 1999 sebagai anak kedua dari pasangan Purnawirawan TNI dan guru. Tumbuh dalam lingkungan yang menjunjung tinggi kedisiplinan dan edukasi, Penulis mewarisi ketangguhan mental serta kecintaan mendalam terhadap dunia ilmu pengetahuan. Meskipun menempuh jalur pendidikan yang tidak linear, Penulis membuktikan bahwa perbedaan latar belakang bukanlah sebuah penghalang untuk terus tumbuh dan bersaing. Hal ini dibuktikan dengan keberhasilan Penulis menyelesaikan studi di Magister Teknik Geologi Universitas Padjadjaran dalam waktu kurang dari dua tahun. Bagi Penulis, berpindah disiplin ilmu bukan berarti berhenti belajar atau

INTEGRASI KECERDASAN BUATAN UNTUK SISTEM MANAJEMEN ENERGI TERBARUKAN

tertinggal, melainkan sebuah keberanian untuk memperluas cakrawala. Kini, dengan gelar S.Pd. dan M.T., Penulis siap memberikan kontribusi nyata melalui perspektif yang lebih luas dan multidisiplin.

Penulis dapat dihubungi melalui e-mail:

sucifitria1228@gmail.com

BIODATA PENULIS



Nukman Sn., S.Kom., M.Kom

Jurusan : Informatika

Konsentrasi : Digital Forensik

Dosen Program Studi Teknologi Informasi

Institut Teknologi dan Kesehatan Aspirasi

Penulis Lulusan S1 Jurusan Akuntansi di STMIK Syaikh Zainuddin NW Anjani tahun 2014. Kemudian melanjutkan studi Magister Informatika Fakultas Industri Konsentrasi Digital Forensik di Universitas Islam Indonesia (UII) Yogyakarta Tahun 2022. Penulis beraktifitas sehari-hari sebagai Dosen di Institut Teknologi dan Kesehatan Aspirasi (ITKA) Lombok Timur. Selain itu penulis juga menjadi Guru di SMK Darussholihin NW Kalijaga semenjak tahun 2011 dan keduanya aktif sampai sekarang. Saat ini penulis menjabat di akademik sebagai Ketua

INTEGRASI KECERDASAN BUATAN UNTUK SISTEM MANAJEMEN ENERGI TERBARUKAN

Lembaga Penjamin Mutu (LPM) di ITKA Lombok Timur dan di SMK menjabat sebagai ketua program studi Teknik Komputer dan Jaringan (TKJ). Pengalaman mengajar penulis di bidang Teknologi Informasi yaitu di pengampu matakuliah Jaringan Komputer 1 dan 2, Desain Grafis, Organisasi dan Arsitektur Komputer, Mobile Programming, Hardware dan Software dan Pemrograman web.

Email Penulis : nukman.itka@gmail.com | Social Media : @M

DoaNk