

Buku Ajar

Pengenalan Pola

“Pattern Recognition”

Teori dan Implementasi Menggunakan MATLAB



Dr. Gasim, S.Kom., M.Si
Rudi Heriansyah, S.T., M.Eng., Ph.D
Muhammad Haviz Irfani, S.Si., M.T.I
Septa Cahyani. S.Kom., M.Cs

**UNDANG-UNDANG REPUBLIK INDONESIA
NOMOR 28 TAHUN 2014
TENTANG HAK CIPTA**

**PASAL 113
KETENTUAN PIDANA
SANKSI PELANGGARAN**

1. Setiap Orang yang dengan tanpa hak melakukan pelanggaran hak ekonomi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf i untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 1 (satu) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp100.000.000 (seratus juta rupiah).
2. Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf f, dan/atau huruf h untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).
3. Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf a, huruf b, huruf e, dan/atau huruf g untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 4 (empat) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp1.000.000.000,00 (satu miliar rupiah).
4. Setiap Orang yang memenuhi unsur sebagaimana dimaksud pada ayat (3) yang dilakukan dalam bentuk pembajakan, dipidana dengan pidana penjara paling lama 10 (sepuluh) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp4.000.000.000,00 (empat miliar rupiah).

Dr. Gasim, S.Kom., M.Si.
Rudi Heriansyah, Ph.D.
Muhammad Haviz Irfani, S.Si., M.T.I.
Septa Cahyani, M.Kom.

Buku Ajar
Pengenalan Pola
“PATTERN RECOGNITION”
Teori dan Implementasi Menggunakan
MATLAB



Buku Ajar
PENGENALAN POLA
“PATTERN RECOGNITION”
Teori dan Implementasi Menggunakan MATLAB

*Diterbitkan pertama kali dalam bahasa Indonesia
oleh Penerbit Global Aksara Pers*

ISBN: 978-634-280-107-9

viii + 223 hal; 17,6 x 25 cm

Cetakan Pertama, Juni 2026

copyright © Juni 2026 Global Aksara Pers

Penulis : Dr. Gasim, S.Kom., M.Si.
Rudi Heriansyah, Ph.D.
Muhammad Haviz Irfani, S.Si., M.T.I.
Septa Cahyani, M.Kom.
Penyunting : Dr. Muhamad Basyrul Muvid, M.Pd.
Desain Sampul : Arum Nur Laili
Layouter : Ilil N. Maghfiroh

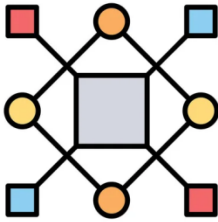
Hak Cipta dilindungi undang-undang.

Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini dengan bentuk dan cara apapun tanpa izin tertulis dari penulis dan penerbit.

Diterbitkan oleh:



CV. Global Aksara Pers
Anggota IKAPI, Jawa Timur, 2021,
No. 282/JTI/2021
Jl. Wonocolo Utara V/18 Surabaya
+628977416123/+628573269334
globalaksarapers@gmail.com



Kata Pengantar

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala limpahan rahmat, taufik, dan hidayah-Nya sehingga buku ajar ini dapat diselesaikan. Shalawat serta salam semoga senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW, keluarga, sahabat, dan seluruh umat yang mengikuti jejaknya hingga akhir zaman.

Buku ajar berjudul **Pengenalan Pola “Pattern Recognition” Teori dan Implementasi Menggunakan MATLAB** ini hadir sebagai jawaban atas kebutuhan yang sederhana namun mendesak: tersedianya referensi yang mampu menjembatani kesenjangan antara **teori matematis** yang sering terasa abstrak dan **implementasi praktis** yang dapat langsung dijalankan dan diukur hasilnya.

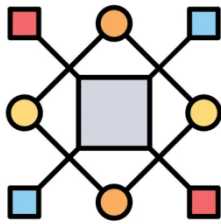
Pengenalan pola adalah salah satu bidang ilmu komputer yang paling **dinamis, luas, dan berdampak langsung** pada kehidupan nyata. Dari sistem keamanan berbasis pengenalan wajah yang kini ada di setiap smartphone, hingga sistem diagnosis kanker berbantuan komputer yang membantu para dokter membaca hasil MRI dengan lebih akurat — pengenalan pola hadir di setiap sudut kehidupan modern.

Namun paradoks yang sering terjadi adalah: semakin tinggi dampak suatu bidang, semakin tinggi pula tuntutan pemahaman matematika yang mendasarinya. Aljabar linier, statistika multivariat, teori peluang, dan optimisasi numerik — semuanya hadir bersama-sama dalam satu mata kuliah. Bagi mahasiswa S1 yang baru pertama kali bersentuhan dengan materi ini, kondisi tersebut bisa terasa sangat berat.

Buku ini ditulis dengan satu prinsip utama: **setiap konsep matematis harus dapat dilihat, dirasakan, dan dijalankan**. Artinya, tidak ada satu pun formula yang disajikan tanpa konteks visual, dan tidak ada satu pun algoritma yang dijelaskan tanpa kode implementasi yang dapat langsung diverifikasi oleh pembaca menggunakan MATLAB.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa tidak ada karya manusia yang sempurna. Masih banyak aspek yang dapat ditingkatkan, diperluas, dan diperbarui seiring perkembangan ilmu pengetahuan yang sangat cepat di bidang ini. Semoga buku ajar ini menjadi jembatan yang kokoh antara mahasiswa dan ilmu pengenalan pola — dan pada akhirnya, menjadi amal jariyah yang terus mengalir manfaatnya. *Aamiin*.

Palembang, Mei 2026
Penulis,



Daftar Isi

Kata Pengantar	v
Daftar Isi	vi
BAB 1	
Pendahuluan Pengenalan Pola	1
A. Apa Itu Pengenalan Pola?	2
B. Hubungan Pengenalan Pola dengan Bidang Ilmu Terkait	3
C. Ruang Lingkup Pengenalan Pola Berbasis Citra	5
D. Contoh Aplikasi Nyata Pengenalan Pola	6
E. Struktur Umum Sistem Pengenalan Pola	7
F. Pengenalan MATLAB untuk Pengenalan Pola	8
G. Alur Belajar Buku Ini	10
BAB 2	
Representasi Citra Digital	14
A. Konsep Dasar: Piksel, Resolusi, dan Bit-Depth	15
B. Jenis-Jenis Citra Digital	17
C. Ruang Warna (Color Spaces)	19
D. Histogram Citra	20
E. Representasi Matriks Citra di MATLAB	21
F. Implementasi MATLAB: Operasi Dasar pada Citra	22
BAB 3	
Akuisisi dan Preprocessing Citra	29
A. Akuisisi Citra: Dari Dunia Nyata ke Data Digital	30
B. Noise pada Citra Digital	32
C. Teknik Filtering Spasial	34
D. Enhancement Citra: Meningkatkan Kualitas Visual	38
E. Normalisasi Citra	40
F. Pipeline Preprocessing Lengkap: Dari Citra Kotor ke Citra Siap Proses	42
BAB 4	
Segmentasi Citra	48
A. Konsep dan Tujuan Segmentasi Citra	49
B. Segmentasi Berbasis Thresholding	50
C. Deteksi Tepi (Edge Detection)	54
D. Segmentasi Berbasis Region	57
E. Operasi Morfologi untuk Memperbaiki Hasil Segmentasi	59
F. Evaluasi Kualitas Hasil Segmentasi	61

BAB 5	
Ekstraksi Fitur	67
A. Konsep Fitur dan Ruang Fitur.....	68
B. Fitur Warna (Color Features).....	70
C. Fitur Tekstur: Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM)	73
D. Fitur Bentuk (Shape Features)	77
E. Normalisasi Fitur	81
F. Pipeline Ekstraksi Fitur Lengkap: Dari Citra ke Vektor Fitur	82
BAB 6	
Seleksi dan Reduksi Fitur.....	89
A. Curse of Dimensionality	90
B. Feature Selection: Memilih Fitur yang Paling Relevan	92
C. Principal Component Analysis (PCA)	95
D. Visualisasi Ruang Fitur Hasil PCA.....	98
E. Perbandingan dan Panduan Memilih Metode	100
BAB 7	
Dasar-Dasar Klasifikasi.....	106
A. Konsep Klasifikasi dalam Pengenalan Pola	107
B. Supervised Learning vs Unsupervised Learning.....	109
C. Data Training dan Data Testing: Mengapa Pemisahan Itu Wajib..	110
D. Evaluasi Model: Mengukur Performa Secara Ilmiah	113
E. Overfitting, Underfitting, dan Generalisasi Model.....	118
F. Strategi Pembagian Dataset yang Lebih Lanjut.....	121
BAB 8	
Metode Klasifikasi Klasik.....	126
A. K-Nearest Neighbor (KNN)	127
B. Support Vector Machine (SVM).....	132
C. Naive Bayes Classifier	135
D. Perbandingan Performa dan Pipeline Klasifikasi Lengkap	140
BAB 9	
Pengenalan Pola Berbasis Neural Network.....	148
A. Konsep Artificial Neural Network	149
B. Fungsi Aktivasi	150
C. Arsitektur Multilayer Perceptron (MLP).....	151
D. Forward Propagation: Aliran Sinyal dari Input ke Output.....	152
E. Backpropagation dan Proses Training	154
F. Implementasi MATLAB: MLP dengan patternnet()	155
G. MLP vs Algoritma Klasik: Kapan Menggunakan ANN?	158
BAB 10	
Integrasi Sistem Computer Vision.....	162
A. Pipeline Lengkap Sistem Computer Vision	163
B. Studi Kasus 1: Klasifikasi Citra Buah	165
C. Studi Kasus 2: Klasifikasi Daun Tanaman	170
D. Diagnosis dan Perbaikan Performa Sistem.....	174
E. Perbandingan dan Pembelajaran dari Dua Studi Kasus.....	176
BAB 11	
Evaluasi dan Validasi Sistem	181

A. Cross Validation	182
B. Kurva ROC dan AUC	187
C. Analisis Overfitting dan Underfitting Melalui Learning Curve	190
D. Analisis Performa Sistem yang Komprehensif	192
E. Panduan Menyusun Laporan Evaluasi yang Ilmiah	196
BAB 12	
Pengantar Computer Vision Modern	201
A. Keterbatasan Metode Klasik Pengenalan Pola	202
B. Feature Learning: Membiarkan Data Berbicara	204
C. Convolutional Neural Network (CNN): Arsitektur Dasar	205
D. Transfer Learning: Berdiri di Atas Pundak Raksasa	208
E. Perbandingan Mendalam: Metode Klasik vs Deep Learning	212
F. Pengantar MATLAB Deep Learning Toolbox	214
G. Langkah Selanjutnya Menuju Deep Learning yang Lebih Dalam ..	217
Profil Penulis	222