

SISTEM PAKAR

**Sanksi pelanggaran Pasal 72:
Undang-undang Nomor 19 Tahun 2002
Tentang Hak Cipta**

1. Barang siapa dengan sengaja dan tanpa hak melakukan perbuatan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 2 ayat (1) atau pasal 49 ayat (1) dan ayat (2) dipidana penjara masing-masing paling singkat 1 (satu) bulan dan/atau denda paling sedikit Rp. 1.000.000,00 (satu juta rupiah), atau pidana penjara paling lama 7 (tujuh) tahun dan/atau denda paling banyak Rp. 5.000.000.000,00 (lima miliar rupiah).
 2. Barang siapa dengan sengaja menyiarkan, memamerkan, mengedarkan, atau menjual kepada umum suatu ciptaan atau barang hasil pelanggaran hak cipta atau hak terkait, sebagaimana dimaksud ayat (1) dipidana dengan pidana penjara paling lama 5 (lima) tahun dan/atau denda paling banyak Rp. 500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah)
-

Dr. Sri Kusumadewi, S.Si., M.T.

SISTEM PAKAR



SISTEM PAKAR

Penulis :

Dr. Sri Kusumadewi, S.Si., M.T.

Hak cipta © 2023 pada UII Press dilindungi undang-undang (*all rights reserved*). Dilarang memperbanyak, memperbanyak sebagian atau seluruh isi dari buku ini dalam bentuk apapun, tanpa izin tertulis dari penerbit.

Cetakan Pertama : Desember 2023

UII Press Yogyakarta (Anggota IKAPI)
Bookstore UII - Jl. Kaliurang KM 14.5 Lodadi, Umbulmartani,
Ngemplak, Kabupaten Sleman, Yogyakarta 55584
Telp. 0274 547865, Fax. 0274 547864
email : uiipress@uii.ac.id; uiipress@yahoo.co.id; fb: UII Press

ISBN 978-623-140-022-2

Kata Pengantar

Alhamdulillah, puji syukur kehadiran Allah S.W.T. karena hanya dengan rahmat dan kesempatan yang diberikan, kami telah berhasil menyelesaikan buku dengan judul **Sistem Pakar**. Buku ini disusun untuk mendukung mata kuliah Sistem Pakar yang ada di Prodi Informatika Program Sarjana Universitas Islam Indonesia. Ada tujuh bab dalam buku ini sebagai penunjang empat Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (CPMK). Bab 1 merupakan materi untuk CPMK 1, yaitu mahasiswa mengetahui dan memahami pengertian, ruang lingkup, karakteristik dan perkembangan sistem pakar. Bab 2 dan 3 merupakan materi untuk CPMK 2, yaitu mahasiswa dapat memahami cara untuk merepresentasikan pengetahuan, akuisisi pengetahuan dan memodelkan basis pengetahuan. Bab 4, 5, dan 6 merupakan materi untuk CPMK 3, yaitu mahasiswa dapat menyelesaikan masalah dengan pendekatan penalaran berbasis aturan (RbR), penalaran berbasis kasus (CbR) dan *fuzzy expert system*. Bab 7 dan 8 merupakan materi untuk CPMK 4, yaitu mahasiswa dapat membangun prototipe sistem pakar dan melakukan pengujian atas kredibilitas sistem pakar.

Kami mengucapkan terima kasih yang sebanyak-banyaknya kepada para pihak yang telah mendukung selesainya buku ini terutama kepada yang kami hormati:

1. Bapak Prof. Fathul Wahid, S.T., M.Sc., Ph.D. selaku Rektor Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Dr. R. Teduh Dirgahayu, S.T., M.Sc. selaku Ketua Jurusan Informatika atas kesempatan yang diberikan kepada kami, dosen Informatika UII, untuk selalu mengembangkan pengetahuan dan teknologi.
3. Bapak Dr. Dhomas Hatta Fudholi, S.T., M.Sc. selaku Ketua Prodi Informatika Program Sarjana yang selalu memberikan dukungan penuh atas proses pembelajaran di Prodi Informatika.
4. Segenap dosen Informatika UII yang selalu memberikan dukungan demi kemajuan Jurusan Informatika.

Sangat disadari bahwa ke depan buku ini masih perlu disempurnakan untuk disesuaikan dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi informasi terbaru. Untuk itu masukan dan saran positif sangat kami harapkan dari para pembaca.

Semoga buku ini memberikan manfaat. Amiiin.

Yogyakarta, 01 Oktober 2023

Penyusun

Sri Kusumadewi

Daftar Isi

Kata Pengantar	v
Daftar Isi	vii
Daftar Gambar	ix
Daftar Tabel	x
Glosarium	xi
1. Sistem Pakar: Definisi dan Ruang Lingkup	1
A. Definisi Sistem Pakar	1
B. Konsep Dasar Sistem Pakar	2
C. Perkembangan Sistem Pakar	4
D. Bentuk Sistem Pakar	5
E. Arsitektur Sistem Pakar	6
F. Aplikasi Sistem Pakar	8
G. Diskusi	8
H. Latihan Soal	9
2. Representasi Pengetahuan	13
A. Pengetahuan	13
B. Object Attribute Value (OAV) triplets	13
C. Jaringan Semantik	14
D. Naskah (skrip)	16
E. Frame	17
F. Aturan (rule)	18
G. Diskusi	19
H. Latihan Soal	20
3. Basis Pengetahuan	23
A. Jenis Basis Pengetahuan	23
Gambar 3.1. Pemilihan jenis sistem pakar	25
B. Akuisisi Pengetahuan	25
C. Diskusi	27
D. Latihan Soal	27

4.	Inference Engine	31
	A. Jenis Inference Engine	31
	B. Ketidakpastian	38
	C. Diskusi	41
	D. Latihan Soal.....	41
5.	Sistem Berbasis Kasus	47
	A. <i>Case-based Reasoning</i> (CbR)	47
	B. Proses dalam CbR	48
	C. Contoh Kasus	50
	D. Diskusi	56
	E. Latihan Soal.....	56
6.	Fuzzy Expert System	61
	A. Sistem Inferensi Fuzzy	61
	B. Diskusi	71
	C. Latihan Soal.....	72
7.	Pengembangan Sistem Pakar	77
	A. Tahapan Pengembangan Sistem Pakar.....	77
	B. Diskusi	80
	C. Latihan Soal.....	80
8.	Pengujian Sistem Pakar.....	85
	A. Uji Kredibilitas Sistem Pakar.....	85
	B. Pengujian Sistem Berbasis Kasus	90
	C. Diskusi	93
	D. Latihan Soal.....	93
	Daftar Pustaka.....	99
	Indeks	103

Daftar Gambar

Gambar 1.1. Arsitektur sistem pakar.....	6
Gambar 2.1. Contoh OAV dalam bentuk grafis.....	14
Gambar 2.2. Contoh jaringan semantik.....	16
Gambar 2.3. Contoh frame.....	18
Gambar 4.1. Alur penalaran menggunakan <i>forward chaining</i> pada Contoh 4.1.....	33
Gambar 4.2. Alur penalaran menggunakan <i>forward chaining</i> pada	35
Gambar 4.3. Alur penalaran menggunakan <i>backward chaining</i> pada contoh 4.3.....	37
Gambar 4.4. Alur penalaran menggunakan <i>backward chaining</i> pada contoh 4.4.....	38
Gambar 5.1. Proses pada CbR.....	49
Gambar 6.1. Tahapan sistem inferensi fuzzy.....	62
Gambar 6.2. Fungsi keanggotaan: (a) linear naik dan (b) linear turun.	65
Gambar 6.3. Hasil inferensi menggunakan metode defuzzy centroid.....	68
Gambar 6.4. Hasil inferensi menggunakan metode defuzzy bisector.....	68
Gambar 6.5. Hasil inferensi menggunakan metode defuzzy SOM.....	69
Gambar 6.6. Hasil inferensi menggunakan metode defuzzy MOM.....	69
Gambar 6.7. Hasil inferensi menggunakan metode defuzzy LOM.....	70
Gambar 7.1. Tahapan pengembangan sistem pakar.....	77
Gambar 7.2. Tahapan pengembangan sistem pakar sebagai perangkat lunak.....	79
Gambar 8.1. Confusion matrix.....	86
Gambar 8.2. Contoh kurva ROC.....	89

Daftar Tabel

Tabel 2.1. Contoh OAV	14
Tabel 4.1. Alur penalaran dengan <i>forward chaining</i>	32
Tabel 4.2. CF rule untuk Contoh 4.7.....	40
Tabel 4.3. CF gabungan untuk Contoh 4.7.....	41
Tabel 5.1. Daftar evidence.....	51
Tabel 5.3. Nilai kemiripan menggunakan fungsi similaritas pertama.	53
Tabel 5.4. Nilai kemiripan menggunakan fungsi similaritas kedua.	55
Tabel 6.1. Variabel untuk menentukan risiko sindrom metabolik.	64
Tabel 8.1. Kategori AUC.....	90
Tabel 8.2. Hasil pengujian model 1, pada penalaran berbasis kasus.....	91
Tabel 8.3. Hasil pengujian model 2, pada penalaran berbasis kasus.....	91
Tabel 8.4. Hasil pengujian model 3, pada penalaran berbasis kasus.....	92

Glosarium

kepakaran	suatu kelebihan penguasaan pengetahuan di bidang tertentu yang diperoleh dengan berbagai cara, seperti pelatihan, membaca atau pengalaman.
pengetahuan	pemahaman atas seseorang, tempat, peristiwa, pemikiran, masalah, benda atau apapun yang dikumpulkan melalui proses pembelajaran, pemahaman ide, studi atau keterampilan.
inferensi	proses penalaran berdasarkan fakta-fakta dan pengetahuan yang ada di basis pengetahuan untuk mendapatkan konklusi
<i>knowledge base</i>	kumpulan pengetahuan yang dibutuhkan untuk memahami, memformulasikan dan menyelesaikan masalah
<i>inference engine</i>	metodologi yang digunakan untuk melakukan penalaran terhadap informasi-informasi dalam basis pengetahuan dan <i>blackboard</i>
akuisisi pengetahuan	pengalihan keahlian dari para ahli ke komputer untuk kemudian dialihkan lagi ke orang lain yang bukan ahli
<i>blackboard</i>	merupakan <i>working memory</i> akan merekam kejadian yang sedang berlangsung termasuk keputusan sementara.
RbR	singkatan dari <i>Rule-based Reasoning</i> , merupakan bentuk penalaran berbasis aturan.
<i>forward chaining</i>	pencocokan fakta atau pernyataan dimulai dari bagian sebelah kiri (IF dulu).
<i>backward chaining</i>	pencocokan fakta atau pernyataan dimulai dari bagian sebelah kanan (THEN dulu).
CbR	singkatan dari <i>Case-based Reasoning</i> , merupakan bentuk penalaran berbasis kasus.
<i>retrieve</i>	menemukan kembali kasus (pada basis kasus) yang paling mirip dengan kasus baru yang akan dievaluasi.
<i>reuse</i>	menggunakan kembali informasi atau pengetahuan yang telah tersimpan pada basis kasus untuk memecahkan masalah kasus.

<i>revise</i>	memperbaiki solusi yang diusulkan untuk disesuaikan dengan situasi atau kondisi yang ada.
<i>retain</i>	menyimpan pengetahuan yang nantinya akan digunakan untuk memecahkan masalah kedalam basis kasus yang ada.
<i>f i r e strength</i>	nilai keanggotaan sebagai hasil operasi atau relasi antar himpunan fuzzy
<i>fuzzifikasi</i>	proses untuk mengubah input crisp menjadi fuzzy, mengimplementasikan fungsi implikasi, dan melakukan agregasi
<i>defuzzy</i>	menetapkan suatu nilai <i>crisp</i> tunggal dari hasil agregasi aturan-aturan fuzzy
<i>confusion matrix</i>	matriks yang memetakan kesesuaian nilai prediksi dengan nilai aktual
TP	banyaknya objek yang positif terjadi, baik berdasarkan hasil prediksi maupun nilai aktual
TN	banyaknya objek yang negatif terjadi (tidak terjadi), baik berdasarkan hasil prediksi maupun nilai aktual
FP	banyaknya objek yang positif terjadi berdasarkan hasil prediksi, namun nilai aktual menyatakan negatif.
FN	banyaknya objek yang positif terjadi berdasarkan nilai aktual, namun hasil prediksi menyatakan negatif
K u r v a ROC	singkatan dari Receiver Operating Characteristic, menggambarkan nilai sensitivitas dengan FPR ($1 - \text{spesifisitas}$) untuk semua nilai <i>cut-off</i> yang mungkin.
AUC	singkatan dari Area Under Curve, yaitu area yang berbentuk persegi yang memiliki nilai selalu berada di antara 0 dan 1