

## Pertemuan 6

# Representasi Pengetahuan Tak Lengkap dan Ketidakpastian

### A. Ketidakpastian dan Probabilitas Dalam AI

#### 1. Pengantar

Dalam dunia nyata, pengetahuan tidak selalu lengkap dan pasti. Sistem Kecerdasan Buatan (AI) sering berhadapan dengan informasi yang ambigu, tidak akurat, atau parsial, misalnya:

- Sensor robot yang menghasilkan data tidak stabil,
- Gejala medis yang tumpang tindih antar penyakit,
- Bahasa alami yang memiliki banyak makna ganda,
- Keputusan bisnis dengan data ekonomi yang tidak menentu.

Oleh karena itu, AI harus memiliki kemampuan berpikir di bawah ketidakpastian (*reasoning under uncertainty*) yaitu membuat keputusan yang paling rasional meskipun informasi tidak sempurna.

#### 2. Apa Itu Ketidakpastian dalam AI

Ketidakpastian adalah kondisi ketika sistem tidak memiliki informasi lengkap atau pasti untuk membuat keputusan yang akurat. Dengan kata lain, sistem tidak tahu dengan pasti apakah suatu pernyataan benar atau salah, tetapi memiliki tingkat keyakinan (*degree of belief*) tertentu.

Contoh Ketidakpastian dalam AI

Bidang	Sumber Ketidakpastian
Diagnosa Medis	Gejala pasien bisa menunjukkan lebih dari satu penyakit
Robotika	Sensor tidak akurat (noise, keterlambatan data)
Sistem Cuaca	Data atmosfer tidak lengkap atau berubah cepat
Visi Komputer	Citra buram atau sudut pengambilan gambar tidak ideal
Sistem Pakar	Basis pengetahuan tidak mencakup semua kasus



### 3. Penyebab Ketidakpastian

1. Data tidak lengkap (*Incomplete data*)  
→ Beberapa atribut atau informasi tidak tersedia.  
Contoh: pasien belum melakukan semua pemeriksaan laboratorium.
2. Ambiguitas (*Ambiguity*)  
→ Satu informasi bisa memiliki lebih dari satu makna.  
Contoh: kata “ringan” dalam diagnosa bisa berarti “tidak parah” atau “baru mulai”.
3. Noise atau Kesalahan Pengukuran  
→ Sensor atau instrumen pengukuran memberikan data tidak akurat.  
Contoh: sensor suhu memberikan nilai fluktuatif karena gangguan.
4. Model tidak sempurna (*Model uncertainty*)  
→ Model pengetahuan manusia atau mesin belum mampu menggambarkan semua fenomena.
5. Keterbatasan bahasa alami (*Linguistic vagueness*)  
→ Deskripsi manusia bersifat samar seperti “cukup tinggi”, “agak cepat”.

### 4. Strategi Penanganan Ketidakpastian

Untuk menangani ketidakpastian, AI menggunakan berbagai model matematis dan logika probabilistik, antara lain:

Pendekatan	Keterangan
Probabilitas (Probability Theory)	Menggunakan teori peluang untuk menghitung kemungkinan kebenaran suatu peristiwa
Logika Fuzzy (Fuzzy Logic)	Menggunakan derajat keanggotaan antara 0–1 untuk menyatakan kebenaran yang tidak tegas
Teori Dempster–Shafer	Menggabungkan bukti dari berbagai sumber dan menghitung tingkat kepercayaan (belief)
Bayesian Networks	Representasi grafis dari hubungan probabilistik antar variabel
Certainty Factor (CF)	Mengukur tingkat keyakinan pakar terhadap suatu aturan dalam sistem pakar



Pada bagian ini kita fokus pada pendekatan probabilistik, yang merupakan dasar dari reasoning dalam banyak sistem AI modern.

## 5. Konsep Dasar Probabilitas dalam AI

Probabilitas adalah angka antara 0 dan 1 yang menyatakan tingkat kemungkinan terjadinya suatu peristiwa (*event*).

$$0 \leq P(E) \leq 1$$

- $P(E) = 1 \rightarrow$  peristiwa pasti terjadi
- $P(E) = 0 \rightarrow$  peristiwa pasti tidak terjadi
- $0 < P(E) < 1 \rightarrow$  peristiwa mungkin terjadi

Contoh

Dalam sistem pakar medis:

- $P(\text{Pasien menderita ISPA}) = 0.8$
- $P(\text{Pasien menderita Asma}) = 0.2$

Artinya sistem lebih percaya (80%) bahwa pasien mengalami ISPA dibandingkan Asma.

## 6. Aturan Probabilitas Dasar

1. Probabilitas Komplementer

$$P(\text{tidak } A) = 1 - P(A)$$

2. Probabilitas Gabungan (Union)

$$P(A \cup B) = P(A) + P(B) - P(A \cap B)$$

3. Probabilitas Bersyarat (Conditional Probability)

$$P(A|B) = \frac{P(A \cap B)}{P(B)}$$

$\rightarrow$  Probabilitas A terjadi dengan syarat B terjadi.

4. Teorema Bayes (Bayes' Theorem)

$$P(A|B) = \frac{P(B|A) \cdot P(A)}{P(B)}$$



Digunakan untuk memperbarui keyakinan (*belief update*) berdasarkan bukti baru.

---

### Contoh Teorema Bayes dalam AI

Kasus Diagnosa Penyakit:

- $P(\text{Penyakit}) = 0.1$
- $P(\text{Gejala}|\text{Penyakit}) = 0.8$
- $P(\text{Gejala}) = 0.2$

$$P(\text{Penyakit}|\text{Gejala}) = \frac{0.8 \times 0.1}{0.2} = 0.4$$

Artinya: jika pasien menunjukkan gejala, probabilitas bahwa pasien benar-benar sakit meningkat menjadi 40%.

## B. Teorema Bayes dan Inferensi Probabilistik

### 1. Pengantar

Dalam kecerdasan buatan (AI), sistem seringkali harus mengambil keputusan berdasarkan bukti yang tidak pasti. Misalnya, sistem pakar medis harus memperkirakan penyakit paling mungkin berdasarkan gejala yang muncul. Untuk mengatasi kondisi seperti ini, AI menggunakan Teorema Bayes (*Bayes' Theorem*) sebagai dasar penalaran probabilistik (*probabilistic inference*). Tujuan utamanya adalah memperbarui tingkat keyakinan terhadap suatu hipotesis berdasarkan bukti baru (*evidence*) yang diperoleh.

### 2. Konsep Dasar Teorema Bayes

Teorema Bayes menggambarkan cara menghitung probabilitas terjadinya suatu hipotesis (H), dengan mempertimbangkan bukti (E) yang diketahui.

$$P(H|E) = \frac{P(E|H) \times P(H)}{P(E)}$$



### 3. Intuisi Sederhana

Bayes digunakan untuk memperbarui keyakinan ketika bukti baru muncul.

Analogi

Seorang dokter awalnya percaya bahwa:

- Kemungkinan pasien terkena flu = 0.1

Lalu pasien mengalami gejala demam, yang diketahui:

- Jika pasien benar-benar flu → 90% kemungkinan demam ( $P(E|H)=0.9$ )
- Secara umum, 30% orang mengalami demam ( $P(E)=0.3$ )

Dengan Teorema Bayes:

$$P(H|E) = \frac{0.9 \times 0.1}{0.3} = 0.3$$

Setelah melihat gejala demam, keyakinan dokter meningkat dari 10% menjadi 30% bahwa pasien benar-benar flu.

