

## TOPIK DALAM ARTIFICIAL INTELLIGENCE

### UJIAN AKHIR SEMESTER (UAS)

MUHAMMAD FAJRUL ASLIM (20200804031)

1. [20%] Jelaskan perbedaan unsupervised learning dan supervised learning. Sebutkan sebuah contoh masalah yang saat ini membutuhkan AI. Dan jelaskan bagaimana unsupervised learning/supervised learning dapat dimanfaatkan untuk solusi masalah tersebut.

JAWAB

- 1) Perbedaan dari segi output

Supervised Learning merupakan proses pengelompokan data yang telah memiliki label dan akan dikelompokkan berdasarkan labelnya. Untuk mendapatkan label tentunya harus melakukan proses training terlebih dahulu. Contohnya, kita memiliki 3 kriteria dengan skalanya masing masing. Misalkan Suhu tinggi (1), batuk (0), sesak napas (0) maka corona (0), dimana angka 1 menunjukkan "ya" dan angka 0 menunjukkan "tidak".

Sedangkan Unsupervised Learning merupakan proses pengelompokan data yang tidak memiliki label. Sehingga kita bebas menentukan berapa jumlah kelompok data yang akan dibuat, misalnya menjadi 2, 3 atau seterusnya. Tentunya dalam pengelompokan ini juga berdasarkan karakteristiknya yang sama. Nah, untuk outputnya sendiri tentunya akan berbeda dengan supervised learning. Karena outputnya belum diketahui, maka kita dapat membuatnya sendiri dengan mengelompokkannya.

- 2) Perbedaan dari segi algoritma

Contoh algoritma yang digunakan pada supervised learning meliputi: Clasification (Categorical) and Regression (Numerical), Logistic Regression, Model Ensemble, dan Time series.

Sedangkan algoritma yang digunakan di unsupervised learning: Clustering, Anomaly Detection, Training Model, dan Association Discovery.

- 3) Perbedaan dari segi analogi.

Misal kita akan menganalogikan dengan proses menonton film. Untuk keadaan supervised learning, misalkan kita men-download film dan disimpan berdasarkan genre nya selama 4 hari berturut-turut dan misalkan genre yang dimiliki hanya 3, yaitu romace, action, dan horror. Nah, di hari ke-5, misalkan kita akan mendownload film Spiderman, tentunya kita akan langsung tahu harus memasukkannya di folder apa karena di filmnya telah ada labelnya (dalam hal ini genre).

Bagaimana dengan unsupervised learning? Nah misalkan kita disuruh menonton film apapun dalam selang waktu 5 hari berturut dan diminta untuk mengelompokkan

filmnya. Namun sayangnya kita tidak mengetahui genre dari film tersebut. Tentunya kita tidak bisa mengelompokkannya sama seperti supervised learning yang telah memiliki genre. Anggap saja kita tidak dapat membedakan antara genre yang satu dengan yang lainnya dari semua film yang telah kita tonton. Nah untuk mengelompokkannya tentunya kita dapat membuat label baru, misalkan sangat bagus, bagus, dan tidak bagus.

#### Contoh Pengaplikasian Algoritma Supervised dan Unsupervised Learning.

Supervised learning dapat dimanfaatkan untuk memprediksi harga rumah, mengklasifikasikan suatu benda, memprediksi cuaca, dan kepuasan pelanggan. Dalam memprediksi harga rumah, data yang harus kita miliki adalah ukuran luas, jumlah kamar, fitur, fasilitas, dan lain sebagainya. Kemudian, kita harus memiliki data harga-harga rumah. Data-data ini merupakan data-data berlabel. Dengan memanfaatkan data dari ribuan rumah, kita dapat melatih model supervised learning untuk memprediksi harga rumah berdasarkan data-data yang sudah diketahui sebelumnya. Salah satu contoh pengaplikasian supervised learning yang paling menarik adalah memprediksi kondisi cuaca di lokasi tertentu. Untuk membuat prediksi cuaca yang benar, kita perlu memperhitungkan berbagai parameter, termasuk data suhu dari waktu ke waktu, curah hujan, angin, kelembaban, dan lain sebagainya. Metode yang tepat untuk memprediksi suhu adalah metode regresi dengan label output berupa data kontinu, sedangkan metode untuk memprediksi turunnya salju adalah metode klasifikasi binar. Metode supervised learning yang paling populer adalah klasifikasi. Metode ini digunakan e-commerce untuk memprediksi sentimen teks dari tweets atau ulasan produk mereka. Jika tweets atau ulasan produk masuk ke dalam kelas positif, maka dapat diartikan bahwa pelanggan puas dengan produk tersebut.

Contoh pengaplikasian algoritma unsupervised learning adalah segmentasi pelanggan, mengurangi kompleksitas suatu masalah, dan memilih fitur yang tepat. Segmentasi pelanggan membutuhkan metode clustering. Metode ini termasuk algoritma unsupervised learning yang bertujuan untuk menemukan kelompok atau cluster alami di dalam data input. Salah satu pendekatan umum dalam clustering adalah membagi titik data sedemikian rupa sehingga setiap titik data yang memiliki kemiripan masuk ke dalam grup yang sama. Metode clustering biasanya digunakan untuk menentukan segmen pelanggan dalam data pemasaran. Jika tim pemasaran memiliki data segmentasi pelanggan, maka tim pemasaran dapat melakukan pendekatan yang tepat ke setiap segmen pelanggan. Pengurangan dimensi adalah salah satu teknik algoritma unsupervised learning yang umum digunakan dengan tujuan untuk mengurangi jumlah variabel acak yang sedang dipertimbangkan. Salah satu tujuan pengurangan dimensi adalah untuk mengurangi kompleksitas masalah dengan memproyeksikan ruang fitur ke ruang dimensi yang lebih rendah sehingga variabel yang kurang berkorelasi dapat dihapus. Pendekatan yang paling umum digunakan dalam pengurangan dimensi adalah

algoritma PCA, t-SNE, dan UMAP. algoritma-algoritma ini sangat berguna untuk mengurangi kompleksitas masalah dan memvisualisasikan sampel data dengan lebih baik.

Machine learning berhubungan erat dengan data science. Kedua istilah ini banyak dipakai dan dikombinasikan untuk membentuk algoritma yang powerful. Dalam data science, proses pengolahan data tidak bisa dilakukan menggunakan metode konvensional sehingga membutuhkan algoritma machine learning agar proses pengolahan data lebih cepat. Baik data science dan machine learning sama-sama banyak dibutuhkan oleh perusahaan karena dapat menghasilkan informasi yang insightful yang berguna bagi performa perusahaan. Fakta unik dari data science adalah ilmu ini dapat dipelajari oleh siapapun, bahkan dapat dipelajari oleh orang-orang yang tidak memiliki basic IT dan statistika.

2. [20%] Carilah sebuah dataset di internet yang dapat digunakan untuk suatu kasus analisis sentimen. Jelaskan tahapan (metode-metode) text mining-nya.

JAWAB

Text Mining Untuk Analisis Sentimen Review Film Menggunakan Algoritma K-Means

Tahapan:

- 1) Dataset Review Film

Hasil unduh dataset dari <http://www.cs.cornell.edu/People/pabo/movie-review-data/> dikelompokkan menjadi 3 bagian yaitu : 1) 300 dokumen review positif dan 300 dokumen review negatif, 2) 700 dokumen review positif dan 700 dokumen review negatif, 3) 1000 dokumen review positif dan 1000 review dokumen negatif.

- 2) Preprocessing dan pembobotan TF-IDF

Tahapan preprocessing yang digunakan dalam penelitian ini adalah Transform Cases/Case folding, Tokenizing, Stopword, Stemming (porter), dilanjutkan dan proses pembobotan TF-IDF. Pembobotan TF-IDF (Term Frequency - Inverse Document Frequency) adalah salah satu algoritma yang digunakan untuk menghitung skor atau pembobotan term atau kata didalam suatu dokumen.

- 3) Clustering Algoritma K-Means

Metode K-Means diperkenalkan oleh James B Mac Queen pada tahun 1967 dalam Proceeding of the 5th Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability. K-Means adalah salah satu teknik unsupervised learning yang paling sederhana dan baik untuk memecahkan masalah clustering [11]. Berikut adalah pseudocode dari algoritma K-Means.

Algoritma K-Means Clustering

Input: Koleksi Dokumen  $D=\{d_1, d_2, d_3, \dots, d_n\}$ ;

Jumlah cluster (k) yang akan dibentuk;

Output: k cluster;

Proses:

- Memilih k dokumen untuk dijadikan centroid (titik pusat cluster) awal secara random;
- Hitung jarak setiap dokumen ke masing-masing centroid menggunakan persamaan cosines similarity kemudian jadikan satu cluster untuk tiap-tiap dokumen yang memiliki jarak terdekat dengan centroid;
- Tentukan centroid baru dengan cara menghitung nilai rata-rata dari data-data yang ada pada centroid yang sama;
- Kembali ke langkah 2 jika posisi centroid baru dan centroid lama tidak sama;

Proses clustering dengan menggunakan algoritma K-Means sesuai model yang diusulkan apabila di formulasikan di dalam tools rapid miner adalah sesuai dengan gambar 3, dimana urutannya adalah Process Document From Files, Clustering, Map Clustering kemudian Performance. Dari model tersebut nantinya diketahui accuracy, precision dan recall dari algoritma K-Means.

#### 4) Evaluasi Accuracy, Precision dan Recall

Evaluasi dilakukan dengan mengamati kinerja algoritma K-Means meliputi accuracy, precision dan recall. Dalam penelitian ini digunakan Confusion Matrix untuk mengukur kinerja clustering.

		Predicted	
		Negative	Positive
Actual	Negative	A	B
	Positive	C	D

- A adalah jumlah prediksi yang tepat bahwa instance bersifat negative
- B adalah jumlah prediksi yang salah bahwa instance bersifat positif
- C adalah jumlah prediksi yang tepat bahwa instance bersifat negative
- D adalah jumlah prediksi yang salah bahwa instance bersifat positif

a) Accuracy (AC) adalah proporsi jumlah prediksi dataset yang benar. Hal ini ditentukan dengan menggunakan persamaan:

$$AC = (A + D) / (A + D + B + C)$$

b) Recall adalah rasio proporsi jumlah dokumen review positif yang diidentifikasi dengan benar, yang dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$R = D / (C + D)$$

c) Precision (P) adalah proporsi prediksi jumlah dokumen review positif yang benar, dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$P = D / (B + D)$$

3. [20%] Jelaskan tahapan penggunaan Fuzzy Logic pada suatu alat elektronik (misal mesin cuci). Jelaskan beserta ketiga tahapan Fuzzy dan beri contoh perhitungannya.

JAWAB

Penggunaan Fuzzy Logic pada AC.

Dalam system fuzzy logic terdapat beberapa tahapan operasional, antara lain:

a) Fuzzifikasi

Fuzzifikasi adalah proses untuk mengubah variabel non fuzzy (variabel numerik) menjadi variabel fuzzy (variabel linguistik).

Pada pengaturan suhu AC terdapat 3 input masukan yang akan difuzzifikasikan ke himpunan fuzzy dan menjadi fungsi keanggotaan fuzzy. Dipilih lima buah nilai linguistik untuk output sensor suhu udara luar ruangan yaitu: Dingin, Sejuk, Normal, Hangat, dan Panas. Data sebagai berikut:

Klasifikasi	Interval
Dingin	0°C – 20°C
Sejuk	15°C – 25°C
Normal	20°C – 30°C
Hangat	25°C – 35°C
Panas	30°C – 40°C

Berikut adalah input masukan yang dikeluarkan sensor suhu udara di dalam ruangan. Dipilih tiga buah nilai linguistik untuk output sensor udara, yaitu: Sejuk, Normal dan Hangat, dengan data sebagai berikut:

Klasifikasi	Interval
Sejuk	15°C – 25°C
Normal	20°C – 30°C
Hangat	25°C – 35°C

Terdapat tiga buah nilai linguistik untuk output banyaknya orang didalam ruangan, yaitu: Sedikit, Sedang dan Banyak, dengan data sebagai berikut:

Klasifikasi	Jumlah
Sedikit	0 – 30 orang
Sedang	15 – 45 orang
Banyak	30 – 55 orang

b) Knowledge Base

Pengaturan suhu pada AC ini digunakan beberapa rule yang kemungkinan besar akan terjadi pada pengaturan keluaran suhu AC. Dalam pembuatan rule atau pernyataan ini, semakin banyak rule yang digunakan maka semakin tepat dan detail dalam menentukan berapa suhu yang akan dikeluarkan pada AC.

Rule-rule pernyataan dikelompokkan menjadi sebuah matrik yang disebut sebagai Fuzzy Associative Memory (FAM).

c) Inferensi

Sebuah proses formulasi pemetaan masukan terhadap keluaran dengan menggunakan logika fuzzy. Proses dari inferensi fuzzy melibatkan fungsi keanggotaan operator logika fuzzy, dan aturan IF-THEN.

Terdapat dua metode inferensi yang paling dikenal yaitu metode inferensi Mamdani dan metode inferensi TakagiSugeno.

Metode inferensi mamdani menggunakan fungsi keanggotaan fuzzy pada bagian keluarannya. Sehingga setelah proses aturan telah diterapkan, terdapat himpunan fuzzy yang harus di defuzzifikasi. Umumnya proses defuzzifikasi berlangsung lebih lambat akibat proses komputasi pada keluarannya.

Inferencing (Ruled Based), pada umumnya aturan-aturan fuzzy dinyatakan dalam bentuk "IF.....THEN" yang merupakan inti dari relasi fuzzy Selanjutnya FAM dan rule-rule digunakan untuk knowledge base atau basis pengetahuan untuk memperoleh pengaturan suhu pada AC yang optimal. Dalam proses ini digunakan penalaran MIN-MAX hasilnya sebagai berikut:

Dengan menggunakan program FIS pada matlab maka didapatkan suhu luar 25, suhu dalam 25, jumlah orang 27.8, dan outputnya yaitu suhu AC adalah 19.2 yang merupakan fungsi keanggotaan sejuk.

d) Defuzzyfikasi

Defuzzifikasi dapat didefinisikan sebagai proses pengubahan besaran fuzzy yang disajikan dalam bentuk himpunan himpunan fuzzy keluaran dengan fungsi keanggotaannya untuk mendapatkan kembali bentuk tegasnya (crisp). Hal ini diperlukan sebab dalam aplikasi nyata yang dibutuhkan adalah nilai tegas (crisp).

Dalam proses defuzzyfikasi ini terdapat grafik fungsi keanggotaan untuk menentukan batasan dari output fuzzy yang digunakan. Dipilih lima buah nilai linguistik untuk menentukan kondisi dari suhu yang ditetapkan pada AC

4. [20%] Jelaskan perbandingan (kelebihan dan kekurangan) antara metode collaborative filtering dan content-based filtering.

JAWAB

- Metode Collaborative Filtering

Kelebihan dari pendekatan user based collaborative filtering adalah dapat menghasilkan rekomendasi yang berkualitas baik. Sedangkan kekurangannya adalah kompleksitas perhitungan akan semakin bertambah seiring dengan bertambahnya pengguna sistem, semakin banyak pengguna (user) yang menggunakan sistem maka proses perekomendasi akan semakin lama

- Metode Content-Based Filtering

Sistem rekomendasi berbasis konten memiliki beberapa kelebihan, yaitu: Sistem rekomendasi berbasis konten dapat menjelaskan bagaimana hasil rekomendasi didapatkan. Sistem rekomendasi berbasis konten dapat merekomendasikan item-item yang bahkan belum pernah di-rate oleh siapapun.

Namun, sistem rekomendasi berbasis konten juga memiliki beberapa kelemahan, yaitu: Sistem rekomendasi berbasis konten memerlukan sebuah profil user yang

berisikan ketertarikan dan minat pengguna. Bagi pengguna baru yang belum pernah melakukan aktivitas apapun dan tidak memiliki profil user yang cukup, sistem rekomendasi tidak dapat memberikan rekomendasi yang handal kepadanya (Cold Start Problem).

5. [20%] Jelaskan metode-metode AI (beserta konsep matematika dari metode tersebut) yang dapat digunakan untuk proposal thesis anda, jelaskan dengan detail.

JAWAB

### **Metode Searching**

Langkah pertama yang harus dilakukan adalah mendefinisikan ruang masalah untuk suatu masalah yang dihadapi. Ruang masalah ini dapat digambarkan sebagai himpunan keadaan (state) atau bisa juga sebagai himpunan rute dari keadaan awal (initial state) menuju keadaan tujuan (goal state). Langkah kedua adalah mendefinisikan aturan produksi yang digunakan untuk mengubah suatu state ke state lainnya. Langkah terakhir adalah memilih metode pencarian yang tepat sehingga dapat menemukan solusi terbaik dengan usaha yang minimal.

Terdapat banyak metode pencarian yang telah diusulkan. Semua metode yang ada dapat dibedakan ke dalam dua jenis: pencarian buta/tanpa informasi (blind atau un-informed search) dan pencarian heuristic/dengan informasi (heuristic atau informed search).

Untuk mengukur performansi metode pencarian, terdapat empat kriteria yang dapat digunakan, yaitu:

- *Completeness*: Apakah metode tersebut menjamin penemuan solusi jika solusinya memang ada?
- *Time complexity*: Berapa lama waktu yang diperlukan?
- *Space complexity*: Berapa banyak memori yang diperlukan?
- *Optimally*: Apakah metode tersebut menjamin menemukan solusi yang terbaik jika terdapat beberapa solusi berbeda?

#### a. Blind/Un-informed Search

##### 1) Breadth-First Search (BFS)

Pencarian dilakukan pada semua simpul dalam setiap level secara berurutan dari kiri ke kanan. Jika pada satu level belum ditemukan solusi, maka pencarian dilanjutkan pada level berikutnya. Demikian seterusnya sampai ditemukan solusi. Dengan cara seperti ini, BFS menjadi ditemukannya solusi dan solusi yang ditemukan pasti yang paling baik. Tetapi, BFS harus menyimpan semua simpul yang pernah dibangkitkan.

Jika  $b$  adalah factor percabangan (jumlah simpul anak yang dimiliki oleh suatu simpul) dan  $d$  adalah kedalaman solusi, maka jumlah simpul yang harus disimpan adalah sebanyak  $O(b^d)$ . Misalkan, untuk  $b = 10$  dan  $d = 8$ , maka BFS harus membangkitkan dan menyimpan sebanyak  $10^0 + 10^1 + 10^2 + 10^3 + 10^4 + 10^5 + 10^6 + 10^7 + 10^8 = 111.111.111 \approx 10^8$  simpul. Jika diasumsikan bahwa dalam satu detik

computer bisa membangkitkan dan menguji  $10^6$  simpul, maka waktu proses yang diperlukan untuk menemukan solusi di level 8 adalah 100 detik (1,67 menit). Jika satu simpul direpresentasikan dalam struktur data sebesar 100 bytes, maka diperlukan memori sebesar  $10^{10}$  bytes (10 gigabytes). Dari segi kecepatan, hal ini mungkin masih bisa diterima. Tetapi dari sisi memori yang diperlukan, hal ini mungkin menjadi masalah serius. Oleh karena itu, BFS sangat sulit diimplementasikan di dunia nyata.

## 2) Depth-First Search (DFS)

Pencarian dilakukan pada suatu simpul dalam setiap level dari yang paling kiri. Jika pada level yang terdalam solusi belum ditemukan, maka pencarian dilanjutkan pada simpul sebelah kanan dan simpul kiri dapat dihapus dari memori. Jika pada level yang paling dalam tidak ditemukan solusi, maka pencarian dilanjutkan pada level selanjutnya. Demikian seterusnya sampai ditemukan solusi.

Kelebihan DFS adalah pemakaian memori yang lebih sedikit. DFS hanya menyimpan sekitar  $bd$  simpul, di mana  $b$  adalah factor percabangan dan  $d$  adalah kedalaman solusi. Jika  $b = 10$  dan  $d = 3$ , maka jumlah simpul yang disimpan di memori adalah  $1 + 10 + 10 + 10 = 31$ . Hal ini berbeda jauh dengan BFS yang harus menyimpan semua simpul yang pernah dibangkitkan. Kelebihan lainnya adalah jika solusi yang dicari berada pada level yang dalam dan paling kiri, maka DFS akan menemukannya dengan cepat.

Sedangkan kelemahan DFS adalah jika pohon yang dibangkitkan mempunyai level yang sangat dalam (tak terhingga), maka tidak ada jaminan menemukan solusi. Artinya, DFS tidak complete. Kelemahan lainnya adalah jika terdapat lebih dari satu solusi yang sama tetapi berada pada level yang berbeda, maka DFS tidak menjamin untuk menemukan solusi yang paling baik. Artinya, DFS tidak optimal.

### b. Heuristic/Informed Search

Pada metode ini digunakan suatu fungsi yang menghitung biaya perkiraan dari suatu simpul tertentu menuju ke simpul tujuan. Di dalam metode yang termasuk heuristic search, fungsi heuristic memainkan peran yang sangat menentukan. Suatu fungsi dapat diterima sebagai fungsi heuristic jika biaya perkiraan yang dihasilkan tidak melebihi dari biaya sebenarnya. Ketika fungsi heuristic memberikan biaya perkiraan yang melebihi biaya sebenarnya, maka proses pencarian bisa tersesat dan membuat heuristic search tidak optimal. Berikut dua contoh kasus untuk menentukan fungsi heuristic yang baik

#### 1) Masalah Pencarian Rute Terpendek



Misal terdapat empat kota dengan koordinat petanya: A (20,10), B (35,10), C (55,10), dan D (65,10). Busur AB menyatakan jalan raya dengan Panjang 20 km, busur BC dengan Panjang 50 km, dan busur CD dengan Panjang 10km.

Dalam kasus pencarian rute terpendek, biaya sebenarnya adalah Panjang jalan raya yang sebenarnya. Sedangkan fungsi heuristic yang bisa digunakan adalah jarak garis lurus yang bisa dihitung menggunakan rumus:

$$d_{db} = \sqrt{(yb - ya)^2 + (xb - xa)^2}$$

dengan menggunakan rumus tersebut, maka jarak garis lurus dari A ke B adalah 15 ( $d_{AB} = 15$ ) dan jarak garis lurus dari B ke C adalah 20 ( $d_{BC} = 20$ ). Jika dibandingkan dengan Panjang jalan yang sebenarnya,  $d_{AB}$  sangat mendekati jarak sebenarnya, sedangkan  $d_{BC}$  jauh lebih kecil dibandingkan dengan jarak sebenarnya. Tetapi,  $d_{CD}$  sama dengan jarak sebenarnya, rumus pada persamaan di atas menjamin bahwa jarak perkiraan yang dihasilkan pasti lebih kecil atau sama dengan jarak heuristic. Di dunia nyata, terdapat banyak jalan raya yang bentuknya memutar maupun jalan satu arah sehingga kita harus beputar dulu untuk ke tempat tujuan. Dengan kondisi tersebut, persamaan di atas akan menghasilkan banyak jarak perkiraan yang underestimate. Tetapi, selain persamaan tersebut, adakah persamaan lain yang lebih baik yang dapat digunakan sebagai fungsi heuristic? Jika ada memberikan nilai yang lebih mendekati biaya sebenarnya dibandingkan persamaan di atas, maka lebih baik kita menggunakan fungsi heuristic tersebut.

## 2) Masalah 8-Puzzle

Padca gambar berikut, terdapat delapan angka yang bisa digeser ke kiri, kanan, atas, atau bawah. Jika diketahui goal state dan operator, kita dapat menentukan fungsi heuristic yang dapat digunakan.

1	2	3
8	7	4
6		5
Initial		

1	2	3
4	5	6
7	8	
Goal		

Terdapat dua jenis fungsi heuristic yang bisa digunakan:

- $h_1$  = jumlah kotak yang posisinya salah. Pada masalah di atas, angka 1, 2, dan 3 sudah berada pada posisi benar. Sedangkan lima angka yang lain berada di posisi yang salah. Jadi  $h_1 = 5$ .
- $h_2$  = jumlah Langkah yang diperlukan masing-masing kotak menuju posisi yang benar di goal state. Biasanya disebut City Block distante, atau Manhattan distance. Untuk masalah di atas, angka 1, 2, dan 3 membutuhkan 0 langkah.

Angka 4, 5, 6, dan 8 membutuhkan 2 langkah. Sedangkan angka 6 membutuhkan 3 langkah. Sehingga  $h2 = 0 + 0 + 0 + 2 + 2 + 3 + 2 + 2 = 11$ .

Kedua fungsi di atas dapat digunakan sebagai fungsi heuristic karena total Langkah yang diperlukan dari satu state menuju goal state minimal sama dengan jumlah posisi yang salahg ( $h1$ ) atau sama dengan total Langkah yang diperlukan masing-masing kotak menuju posisi yang benar ( $h2$ ). Manakah yang lebih baik nilai  $h1$  atau  $h2$ ? Dapat disimpulkan bahwa heuristic terbaik adalah yang paling mendekati biaya sebenarnya (tetapi tidak pernah melebihi biaya sebenarnya). Oleh karena itu, jika kita menemukan lebih dari satu fungsi heuristic, maka pilihlah fungsi heuristic yang memberikan biaya perkiraan yang paling mendekati biaya sebenarnya.

### **Metode Reasoning**

- Propositional Logic
- First-order Logic
- Fuzzy Systems

### **Metode Planning**

- Dunia Balok
- Goal Stack Planning
- Constraint Posting

### **Metode Learning**

- Decision Tree Learning
- Jaringan Syaraf Tiruan
- Algoritma Genetika
- Aplikasi AG