

BAB 2

Akuisisi, Validasi Knowledge, Induksi Rule, Case Base Reasoning, Komputasi Syaraf

A. TUJUAN PEMBELAJARAN

- Mahasiswa memahami Akuisisi dan Validasi Knowledge
- Mahasiswa memahami Induksi Rule, Case Based Reasoning, dan Komputasi Syaraf

B. INDIKATOR

- Mampu menjelaskan tujuan akuisisi pengetahuan dan permasalahan dalam akuisisi pengetahuan
- Mampu menemukan objek dalam pengetahuan dan memodelkan pengetahuan
- Mampu menjelaskan teknik-teknik dalam akuisisi pengetahuan
- Mampu menjelaskan metode pembentukan knowledge base berupa induksi rule, case based reasoning, dan komputasi syaraf

C. DASAR TEORI

1. PENDAHULUAN

Sistem pakar merupakan salah satu cabang dari teknik kecerdasan buatan, telah menarik perhatian yang besar dari kalangan ahli komputer karena kemampuannya yang sangat bermanfaat dalam proses pengambilan keputusan. Ini adalah program komputer yang cerdas yang menggunakan pengetahuan dan proses penalaran untuk menyelesaikan masalah kompleks yang biasanya memerlukan keahlian manusia untuk menyelesaikannya. Konsep dasarnya adalah mentransfer keahlian dari seorang pakar ke dalam komputer, di mana pengetahuan tersebut disimpan dan pengguna dapat mengonsultasikannya untuk mendapatkan saran. Komputer kemudian dapat melakukan inferensi seperti yang dilakukan oleh seorang pakar, dengan kemampuan untuk menjelaskan langkah-langkahnya kepada pengguna dengan alasan yang relevan.

Pengetahuan merujuk pada fakta, kebenaran, atau informasi yang diperoleh melalui pengalaman atau pembelajaran, yang disebut sebagai posteriori, atau melalui introspeksi yang disebut sebagai priori. Ini mencakup segala informasi yang diketahui atau disadari oleh seseorang, termasuk

deskripsi, hipotesis, konsep, teori, prinsip, dan prosedur yang, menurut Probabilitas Bayesian, dianggap benar atau bermanfaat. Selain itu, pengetahuan juga dapat diartikan sebagai gabungan antara data dan informasi. Data merupakan fakta mentah, sedangkan informasi adalah data yang telah diorganisir dan dianalisis dari sudut pandang tertentu. Menurut Turban, terdapat hubungan yang saling terkait antara data, informasi, dan pengetahuan. Data merupakan kumpulan fakta-fakta, pengukuran, dan statistik, sedangkan informasi adalah hasil pengolahan data yang tepat dan terstruktur. Pengetahuan, di sisi lain, adalah informasi yang memiliki nilai relevan dalam konteks tertentu dan dapat digunakan secara praktis. Hubungan antara data, informasi, dan pengetahuan diilustrasikan sebagai berikut:



Gambar 1. Hubungan Data, Informasi, dan Pengetahuan. (Sumber: Turban, E., & E.A., J., 2005)

Pengetahuan terdiri dari beberapa komponen antara lain:

1. **Ground truth**, Kebenaran yang didapat dari pengalaman bukan teori.
2. **Complexity**, Situasi yang kompleks mengindikasikan pendekatan yang kompleks dalam penyelesaiannya. Masalah akan menjadi kompleks jika pengetahuan yang dibutuhkan tidak mencukupi.
3. **Judgement**, Pengetahuan berkembang dan tidak mungkin lagi diterapkan dalam situasi aslinya.
4. **Heuristic (Rules of Thumb) and Intuition**, Panduan dalam memudahkan pemecahan masalah.
5. **Values and beliefs**, Setiap manusia memiliki cara dalam memecahkan setiap masalah.

Adapun jenis-jenis pengetahuan sebagai berikut:

1. **Pengetahuan prosedural**, Pengetahuan prosedural terdiri dari peraturan, strategi, agenda, prosedur.
2. **Pengetahuan deklarasi**, Pengetahuan deklarasi terdiri dari konsep, onyek, dan fakta.
3. **Pengetahuan-meta**, Pengetahuan meta terdiri dari pengetahuan tentang berbagai jenis pengetahuan dan cara menggunakannya.
4. **Pengetahuan heuristic**, Pengetahuan heuristic terdiri dari petunjuk praktis.
5. **Pengetahuan struktural**, Pengetahuan struktural terdiri dari sekumpulan aturan, hubungan konsep, konsep untuk hubungan obyek.



Inti dari sebuah sistem pakar melibatkan beberapa unsur, termasuk keahlian, ahli, transfer pengetahuan, inferensi, aturan, dan kemampuan menjelaskan. Salah satu kegiatan kunci dalam mentransfer keahlian adalah peran knowledge engineer. Seorang knowledge engineer membantu para ahli dalam mengartikulasikan area permasalahan dengan menerjemahkan dan mengintegrasikan jawaban mereka terhadap pertanyaan yang diajukan. Tugas seorang knowledge engineer mencakup desain, konstruksi, dan pengujian perangkat lunak dan perangkat keras, akuisisi pengetahuan, identifikasi metode pemecahan masalah, serta pengkodean dan pengujian sistem. Dalam konteks ini, penulis bertindak sebagai seorang knowledge engineer. Proses yang dijalankan oleh seorang knowledge engineer, atau perekayasa sistem, terdiri dari:

1. **Knowledge Acquisition (akuisisi pengetahuan)**, Akuisisi pengetahuan melibatkan akuisisi pengetahuan dari pakar manusia, buku, dokumen atau file komputer. Pengetahuan tersebut dapat spesifik terhadap domain persoalan atau terhadap proses pemecahan masalah, dan dapat pula berupa pengetahuan umum.
2. **Knowledge Validation (validasi pengetahuan)**, Pengetahuan harus valid dan teruji (misalnya dengan menggunakan tes kasus) hingga kualitasnya dapat diterima. Hasil tes kasus biasanya ditunjukkan oleh pakar untuk menguji ketepatan (accuracy) dari sistem pakar.
3. **Knowledge Representation (representasi pengetahuan)**, Representasi pengetahuan adalah suatu teknik untuk merepresentasikan basis pengetahuan yang diperoleh dalam suatu skema / diagram tertentu sehingga dapat diketahui relasi/keterhubungan antara suatu data dengan data yang lain.
4. **Inference Explanation and Justification (justifikasi dan penjelasan penalaran)**, Justifikasi dan penjelasan penalaran meliputi desain dan pemrograman kemampuan penjelasan, misalnya kemampuan untuk menjawab pertanyaan bagaimana komputer mendapatkan kesimpulan.

2. Akuisisi Pengetahuan

Knowledge Acquisition (Akuisisi pengetahuan) adalah pengumpulan data dari seorang pakar ke dalam suatu sistem (program komputer). Bahan-bahan pengetahuan bisa diperoleh dari buku, jurnal ilmiah, literatur, seorang pakar, browsing internet, laporan dan lain sebagainya. Dalam proses akuisisi pengetahuan, seorang knowledge engineer menjembatani antara pakar dengan basis pengetahuan. Knowledge engineer mendapatkan pengetahuan dari pakar, mengolahnya bersama pakar tersebut, dan menaruhnya dalam basis pengetahuan, dengan format tertentu. Tujuan akuisisi pengetahuan adalah untuk merumuskan pengetahuan (Knowledge Base) sehingga dapat diorganisasikan ke dalam komputer

dan mendapatkan pengetahuan, fakta – aturan, model dan cara pemecahan masalah. Berikut ini adalah beberapa permasalahan akuisisi pengetahuan

Tabel 1. Permasalahan Akuisisi Pengetahuan

Permasalahan	Penjelasan
Sulit mengekspresikan permasalahan	<ul style="list-style-type: none"> • Pakar Menggunakan aturan yang berbeda dalam menyelesaikan masalah-masalah dalam kenyataannya dibandingkan yang ia nyatakan dalam wawancara akuisisi knowledge • Pakar sering kali mengabaikan proses detail bagaimana ia sampai mengambil kesimpulan • Sangat sulit bagi Pakar dalam mengekspresikan pengalamannya yang berasal dari sensasi, pertimbangan, ingatan, indrawi, dan perasaan
Transfer ke Mesin	<ul style="list-style-type: none"> • Knowledge dari manusia harus disimpan dalam format dengan susunan tertentu. • Mesin membutuhkan Knowledge agar bisa mengekspresikannya secara jelas dalam level yang lebih rendah, lebih detail daripada manusia
Jumlah Partisipan	Dalam transfer umum pengetahuan, ada 2 Partisipan yaitu Pengirim dan Penerima. Contohnya : Sang pakar memiliki sedikit sekali mengerti tentang komputer sedangkan Knowledge Engineer tidak memiliki banyak pengetahuan tentang wilayah permasalahan
Struktur Pengetahuan	Pengetahuan (Knowledge) harus disusun menurut aturan tertentu (Misalnya Rules/ aturanaturan
Keterbatasan waktu	Pakar mungkin memiliki keterbatasan waktu atau tidak bersedia kerja sama
Pengujian dan Penghalusan	Pengujian (testing) dan penghalusan pengetahuan (knowledge) adalah sesuatu yang rumit
Metode	Definisi yang mungkin kurang baik dari metode suatu pengetahuan (knowledge)



Sumber tidak cukup 1	Pembangun sistem bertendesi untuk mengumpulkan pengetahuan (knowledge) dari satu sumber, namun pengetahuan yang relevan mungkin harus diperoleh dari berbagai sumber
Sumber dokumentasi kurang lengkap cenderung dipilih	Pembangun mungkin mencoba untuk mengumpulkan knowledge terdokumentasi daripada memanfaatkan para pakar sehingga pengetahuan yang dikumpulkan mungkin tidak lengkap
Pengetahuan tercampur dengan data yang tidak relevan	Sulit mengenali pengetahuan (knowledge) tertentu jika tercampur dengan data yang tak relevan
Perubahan perilaku pakar	Pakar mungkin mengubah perilakunya jika diamati dan/atau wawancara
Masalah komunikasi	Masalah komunikasi antarpersonal yang mungkin ada diantara knowledge engineer dan pakar

Proses akuisisi pengetahuan adalah serangkaian langkah yang dilakukan untuk mengumpulkan, mengorganisir, dan menerapkan pengetahuan baru ke dalam suatu sistem atau organisasi. Berikut adalah penjelasan singkat mengenai setiap tahapan dalam proses tersebut:

1. **Identifikasi:** Tahap ini melibatkan pengenalan dan identifikasi kebutuhan akan pengetahuan baru atau informasi yang relevan. Hal ini dapat meliputi identifikasi kekurangan pengetahuan, masalah yang perlu dipecahkan, atau peluang yang dapat dimanfaatkan.
2. **Konseptualisasi:** Setelah kebutuhan pengetahuan diidentifikasi, tahap berikutnya adalah mengkonseptualisasikan pengetahuan tersebut. Ini melibatkan penguraian ke dalam konsep atau gagasan yang dapat dipahami dan diaplikasikan oleh orang-orang yang terlibat.
3. **Formalisasi:** Tahap ini melibatkan penyusunan pengetahuan menjadi bentuk yang lebih formal dan terstruktur. Ini bisa berupa pembuatan dokumen, model, atau standar yang memudahkan penyimpanan, distribusi, dan penggunaan pengetahuan tersebut.
4. **Implementasi:** Implementasi adalah tahap di mana pengetahuan yang telah diidentifikasi, dikonseptualisasikan, dan diformalkan diterapkan dalam konteks praktis. Hal ini melibatkan penerapan pengetahuan tersebut dalam proses, sistem, atau kegiatan yang relevan.
5. **Pengujian:** Tahap terakhir dari proses akuisisi pengetahuan adalah pengujian untuk memastikan bahwa pengetahuan yang diimplementasikan berhasil dan sesuai dengan tujuan yang ditetapkan. Pengujian dapat mencakup evaluasi kinerja, pengumpulan umpan balik, dan



penyesuaian jika diperlukan untuk meningkatkan efektivitas pengetahuan yang diimplementasikan.

Metode akuisis pengetahuan terdiri dari 2 jenis yaitu metode manual dan semi otomatis. Pemilihan metode akuisisi pengetahuan tergantung pada konteks, tujuan, dan karakteristik subjek atau topik yang ingin dipelajari atau dipahami. Kombinasi beberapa metode juga sering digunakan untuk mencapai pemahaman yang lebih komprehensif. Terdapat beberapa metode manual yang dapat digunakan dalam proses akuisisi pengetahuan. Berikut adalah beberapa di antaranya:

1. Studi dan Penelitian: Melibatkan pengumpulan data melalui studi literatur, penelitian lapangan, eksperimen, atau observasi untuk memperoleh pemahaman yang lebih mendalam tentang topik tertentu.
2. Wawancara: Mengumpulkan pengetahuan dari individu atau pakar yang memiliki pengalaman atau pengetahuan yang relevan tentang subjek tertentu melalui sesi wawancara.
3. Observasi: Mengamati dan mempelajari proses atau fenomena langsung untuk memahami cara kerjanya dan mendapatkan pengetahuan baru.
4. Kolaborasi dan Diskusi: Berbagi pengetahuan dan pengalaman antarindividu atau tim melalui diskusi, pertemuan, atau kolaborasi dalam proyek atau tugas tertentu.
5. Pelatihan dan Pembelajaran: Mengikuti kursus, pelatihan, seminar, atau workshop yang diselenggarakan oleh para ahli atau lembaga terkait untuk meningkatkan pengetahuan dan keterampilan dalam bidang tertentu.
6. Simulasi dan Model: Menggunakan simulasi komputer, model matematika, atau simulasi fisik untuk memahami dan mempelajari konsep atau proses yang kompleks.
7. Pengalaman Praktis: Menerapkan pengetahuan dalam situasi nyata atau praktek lapangan untuk memperoleh pengalaman langsung dan pemahaman yang lebih dalam.
8. Mentoring: Memanfaatkan bimbingan dan dukungan dari mentor yang memiliki pengetahuan dan pengalaman yang relevan untuk membimbing dan mengarahkan individu dalam memperoleh pengetahuan baru.
9. Studi Kasus: Mempelajari kasus-kasus nyata atau skenario yang relevan untuk menganalisis masalah, solusi, dan pelajaran yang dapat diambil dari pengalaman tersebut.
10. Analisis Data: Memanfaatkan analisis data untuk mengekstrak informasi dan pola yang relevan dari data yang ada untuk mendukung pengambilan keputusan dan pembentukan pengetahuan baru.

Metode semi-otomatis dalam akuisisi pengetahuan melibatkan kombinasi antara intervensi manusia dan otomatisasi dalam proses pengumpulan, pembentukan, dan peningkatan pengetahuan. Di bawah ini adalah penjelasan lebih lanjut tentang dua metode semi-otomatis yang disebutkan:



1. Mengharapkan Bantuan Pakar dengan Membiarkan Mereka Membangun Basis Pengetahuan dengan Sedikit atau Tanpa Bantuan Perekayasa Pengetahuan:

Dalam metode ini, pakar dalam domain yang relevan diharapkan untuk berkontribusi dalam membangun basis pengetahuan atau sistem kecerdasan buatan tanpa terlalu banyak campur tangan dari perekayasa pengetahuan. Pakar dapat memberikan wawasan, pengetahuan, atau aturan domain yang diperlukan untuk membangun sistem. Perekayasa pengetahuan hanya memberikan bantuan minimal atau tidak sama sekali dalam proses ini. Dalam beberapa kasus, pakar dapat menggunakan alat atau platform khusus yang memungkinkan mereka untuk menyumbangkan pengetahuan mereka tanpa pengetahuan teknis yang mendalam.

2. Mengharapkan Bantuan Perekayasa Pengetahuan dengan Membiarkan Mereka Mengeksekusi Hal-hal Tertentu sehingga Lebih Efisien/Efektif:

Dalam metode ini, perekayasa pengetahuan atau ahli sistem cerdas terlibat dalam proses eksekusi dan implementasi pengetahuan yang telah dikumpulkan atau disediakan oleh pakar atau sumber lain. Perekayasa pengetahuan menggunakan keahlian teknis mereka untuk memastikan bahwa pengetahuan tersebut diintegrasikan ke dalam sistem dengan cara yang efisien dan efektif. Mereka dapat menggunakan algoritma, teknik pengembangan perangkat lunak, atau platform teknis lainnya untuk mengotomatiskan proses ini dan memastikan bahwa pengetahuan dapat diakses dan digunakan dengan baik oleh sistem yang dituju.

Kedua metode ini menggambarkan bagaimana kolaborasi antara pakar domain dan perekayasa pengetahuan dapat meningkatkan proses akuisisi pengetahuan, dengan memanfaatkan keahlian masing-masing secara efektif. Meskipun tingkat intervensi manusia dalam kedua metode ini berbeda, keduanya bertujuan untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas dalam memperoleh pengetahuan. Kekurangan akuisisi pengetahuan manual dan semi-otomatis dapat mencakup beberapa hal:

1. Lamban dan Mahal sehingga sulit untuk validasi pengetahuan yang diperoleh
2. Seringkali terdapat korelasi lemah diantara laporan verbal dan perilaku mental
3. Dalam situasi tertentu pakar tak mampu menyediakan keseluruhan hal tentang bagaimana suatu keputusan tersebut dibuat.
4. Kualitas suatu sistem banyak tergantung pada kualitas pakar dan Knowledge Engineer
5. Pakar tidak memahami teknologi Sistem pakar
6. Dalam banyak kasus, Knowledge Engineer tidak memahami sifat dasar bisnis

Solusi :

1. Diperlukan pengembangan metode akuisisi pengetahuan yang dapat mengurangi atau menghilangkan kebutuhan dari 2 partisipan.



2. Metode ini disebut Akuisisi Pengetahuan yang dibantu oleh komputer atau Akuisisi Pengetahuan OTOMATIS

Dalam mengembangkan sistem pakar, terdapat tujuan yang harus dicapai untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas proses. Salah satu tujuan utamanya adalah meningkatkan produktivitas pekerjaan Knowledge Engineer dengan tujuan utama mengurangi biaya yang terkait dengan pengembangan sistem. Selain itu, upaya juga dilakukan untuk mengurangi level keterampilan yang diperlukan oleh Knowledge Engineer, sehingga proses pengembangan menjadi lebih dapat diakses dan dapat dilakukan oleh individu dengan berbagai tingkat keahlian. Tujuan lainnya adalah menghilangkan atau setidaknya mengurangi kebutuhan akan Pakar dalam proses akuisisi pengetahuan, serta mengurangi atau bahkan menghilangkan kebutuhan akan Knowledge Engineer secara keseluruhan. Dengan demikian, diharapkan sistem pakar dapat menjadi lebih mandiri dan lebih efisien dalam memperoleh pengetahuan yang dibutuhkan. Lebih dari itu, tujuan lainnya adalah meningkatkan kualitas pengetahuan yang didapatkan, sehingga sistem pakar dapat memberikan solusi yang lebih akurat dan berguna bagi pengguna akhir. Dengan demikian, upaya untuk mencapai tujuan-tujuan ini akan menghasilkan sistem pakar yang lebih efisien, ekonomis, dan dapat diandalkan dalam mendukung pengambilan keputusan.

3. Validasi dan Verifikasi Basis Pengetahuan

Validasi dan verifikasi adalah dua konsep penting dalam pengembangan basis pengetahuan atau sistem kecerdasan buatan. Validasi adalah proses untuk menilai apakah suatu sistem atau model sesuai dengan tujuan dan persyaratan yang telah ditetapkan. Ini melibatkan pengujian sistem atau model dengan menggunakan data yang independen untuk memverifikasi keakuratan dan keefektifannya. Validasi membantu memastikan bahwa sistem atau model dapat diandalkan dalam memberikan output atau solusi yang diharapkan dalam berbagai situasi. Verifikasi adalah proses untuk memastikan bahwa implementasi suatu sistem atau model sesuai dengan spesifikasi dan persyaratan yang telah ditetapkan. Ini melibatkan pemeriksaan langsung terhadap kode, desain, atau implementasi sistem untuk memastikan bahwa itu sesuai dengan yang diinginkan. Verifikasi membantu memastikan bahwa sistem atau model telah dibangun dengan benar sesuai dengan tujuan awalnya. Setelah pemahaman tentang validasi dan verifikasi, berikut adalah penjelasan tentang proses validasi dan verifikasi basis pengetahuan:

1. **Penentuan Tujuan:** Langkah pertama dalam proses ini adalah menetapkan tujuan dan persyaratan yang diharapkan dari basis pengetahuan yang dikembangkan. Ini mencakup menetapkan kriteria keberhasilan dan kinerja yang akan digunakan dalam proses validasi.



2. Pengembangan Basis Pengetahuan: Basis pengetahuan dikembangkan dengan memanfaatkan sumber daya manusia dan komputer. Ini melibatkan identifikasi, pengumpulan, formalisasi, dan implementasi pengetahuan ke dalam sistem atau model yang sesuai.
3. Validasi: Setelah basis pengetahuan dikembangkan, langkah selanjutnya adalah memvalidasi keakuratannya dan keefektifannya. Ini dilakukan dengan menguji basis pengetahuan menggunakan data yang independen atau kasus uji yang relevan. Tujuan validasi adalah untuk memastikan bahwa basis pengetahuan memberikan output yang sesuai dengan yang diharapkan dan bahwa itu dapat diandalkan dalam situasi nyata.
4. Verifikasi: Setelah validasi selesai, langkah berikutnya adalah memverifikasi bahwa basis pengetahuan telah dibangun sesuai dengan spesifikasi yang ditetapkan. Ini melibatkan pemeriksaan langsung terhadap struktur, aturan, dan implementasi basis pengetahuan untuk memastikan bahwa itu sesuai dengan yang diinginkan.
5. Pengujian Lanjutan dan Evaluasi: Proses validasi dan verifikasi dapat melibatkan iterasi tambahan untuk memperbaiki dan meningkatkan basis pengetahuan sesuai dengan umpan balik yang diberikan. Pengujian lanjutan dan evaluasi dilakukan untuk memastikan bahwa basis pengetahuan terus bekerja dengan baik dan memenuhi kebutuhan pengguna.

Ukuran-ukuran validitas yang Anda berikan adalah kriteria yang digunakan untuk mengevaluasi keandalan dan kualitas basis pengetahuan dalam sistem atau proses tertentu. Mari kita jelaskan masing-masing ukuran tersebut:

1. Accuracy (Akurasi):Seberapa baik sistem merefleksikan kenyataan atau kebenaran pengetahuan yang terdapat dalam knowledge base.Contoh: Jika sistem mengklasifikasikan data secara benar berdasarkan aturan yang ada dalam knowledge base, itu menunjukkan tingkat akurasi yang tinggi. Sebaliknya, jika sistem sering membuat kesalahan atau menghasilkan output yang tidak sesuai dengan pengetahuan yang dimiliki, maka akurasi sistem tersebut rendah.
2. Adaptability (Kemampuan Beradaptasi):Kemungkinan untuk mengembangkan sistem di masa yang akan datang atau kemampuan sistem untuk menyesuaikan diri dengan perubahan lingkungan atau kebutuhan baru. Contoh: Sistem yang dirancang dengan arsitektur yang fleksibel dan modular lebih mudah diadaptasi terhadap perubahan kebutuhan atau teknologi daripada sistem yang memiliki struktur yang kaku dan tidak dapat diubah dengan mudah.
3. Adequacy (or Completeness) (Kesesuaian atau Kelengkapan): Porsi dari pengetahuan yang penting dalam knowledge base yang dimiliki oleh sistem. Contoh: Jika knowledge base sistem mencakup semua informasi yang diperlukan dan relevan untuk tujuan tertentu tanpa kekurangan yang signifikan, itu menunjukkan tingkat kesesuaian atau kelengkapan yang tinggi.



4. Appeal (Daya Tarik): Seberapa baik basis pengetahuan sesuai dengan intuisi dan simulasinya secara praktis. Contoh: Basis pengetahuan yang dirancang dengan cara yang mudah dipahami dan digunakan oleh pengguna, serta memberikan hasil atau rekomendasi yang bermanfaat dan masuk akal secara praktis, akan memiliki daya tarik yang tinggi bagi pengguna.
5. Breadth : Menilai seberapa baik ruang lingkup pengetahuan yang dicakup atau dijangkau oleh sistem atau proses. Contoh: Jika basis pengetahuan sistem mencakup berbagai topik, subyek, atau domain yang luas, itu menunjukkan bahwa sistem memiliki kedalaman yang baik dalam mencakup berbagai aspek pengetahuan yang relevan.
6. Depth: Derajat kelengkapan atau detil dari pengetahuan yang dimiliki oleh sistem atau proses. Contoh: Jika basis pengetahuan sistem memiliki informasi yang mendalam dan rinci tentang konsep-konsep atau entitas dalam domain tertentu, itu menunjukkan bahwa sistem memiliki kedalaman yang baik dalam pemahaman konsep-konsep tersebut.
7. Face Validity: Kredibilitas pengetahuan dari sudut pandang eksternal atau pandangan awal. Contoh: Jika pengguna atau ahli dalam domain tersebut menganggap bahwa pengetahuan yang dimiliki oleh sistem terlihat masuk akal atau kredibel, maka itu menunjukkan validitas wajah yang tinggi.
8. Generality: Kapabilitas sistem untuk digunakan dengan permasalahan lain yang memiliki kemiripan. Contoh: Jika sistem dapat diterapkan pada berbagai permasalahan atau situasi yang memiliki kemiripan dalam domain atau konteks, itu menunjukkan keumuman yang baik.
9. Precision : Kapabilitas sistem untuk mereplikasi parameter sistem tertentu; konsistensi nasihat, jangkauan dari variabel-variabel dalam basis pengetahuan. Contoh: Jika sistem memberikan rekomendasi atau solusi dengan tingkat ketelitian yang tinggi dan konsisten dalam berbagai situasi, itu menunjukkan tingkat ketelitian yang baik.
10. Realism : Akuntabilitas untuk relasi dan variabel-variabel yang relevan; realitas yang mirip. Contoh: Jika basis pengetahuan sistem mencerminkan situasi atau lingkungan yang sebenarnya dengan baik dan memiliki hubungan yang relevan antara variabel-variabel, itu menunjukkan tingkat realisme yang tinggi.
11. Robustness: Sensitivitas dari konklusi terhadap struktur model. Contoh: Jika sistem tetap menghasilkan hasil yang dapat diandalkan dan konsisten meskipun terjadi perubahan pada struktur model atau kondisi lingkungan, itu menunjukkan kekuatan yang baik.
12. Sensitivity : Tekanan terhadap perubahan dalam basis pengetahuan yang didasarkan pada kualitas output. Contoh: Jika sistem merespons dengan baik terhadap perubahan dalam basis pengetahuan dan dapat menghasilkan output yang sesuai, itu menunjukkan sensitivitas yang baik.



13. Technical and Operational Validity (Validitas Teknis dan Operasional): Validitas dari asumsi-asumsi, konteks, batasan, dan kondisi serta ketepatan ukuran. Contoh: Jika asumsi-asumsi yang digunakan oleh sistem sesuai dengan kondisi nyata dan ukuran yang digunakan adalah relevan untuk tujuan pengukuran, itu menunjukkan validitas teknis dan operasional yang baik.

Dengan menggunakan dan memahami ukuran-ukuran validitas ini, peneliti atau pengembang dapat mengevaluasi dan memperbaiki kualitas sistem atau proses mereka dalam mengukur atau merepresentasikan pengetahuan yang dimiliki.

6. Induksi Rule

Induksi rule otomatis merupakan suatu proses yang digunakan dalam pembangunan sistem pakar untuk memperoleh aturan atau aturan keputusan secara otomatis dari data kasus atau contoh. Proses ini berdasarkan prinsip induksi, yang merupakan proses penarikan kesimpulan atau generalisasi dari hal-hal spesifik atau kasus-kasus individu ke dalam aturan atau pola umum yang dapat diterapkan pada situasi yang serupa.

Dalam induksi rule otomatis, program komputer menggunakan contoh-contoh masalah yang disebut sebagai training set atau kumpulan pelatihan. Data dalam training set ini berisi contoh-contoh masalah beserta solusinya atau label yang diinginkan. Program komputer kemudian menganalisis data ini untuk menemukan pola atau aturan yang mendasari hubungan antara input (fitur) dan output (label) dalam data tersebut.

Salah satu algoritma yang sering digunakan dalam induksi rule otomatis adalah algoritma ID3 (Iterative Dichotomiser 3). Algoritma ini bekerja dengan membagi data berdasarkan fitur-fitur tertentu secara iteratif untuk membangun pohon keputusan yang merepresentasikan aturan-aturan keputusan. Proses ini dilakukan dengan memilih fitur terbaik untuk membagi data pada setiap langkahnya berdasarkan kriteria yang mengoptimalkan pemisahan antara kelas-kelas yang berbeda.

Dengan demikian, induksi rule otomatis memungkinkan sistem pakar untuk memperoleh aturan-aturan keputusan secara otomatis dari data masukan, tanpa memerlukan input manual atau pengetahuan yang sudah tersedia sebelumnya. Hal ini dapat membantu meningkatkan efisiensi dan skalabilitas dalam pembangunan sistem pakar serta memungkinkan adaptasi yang lebih mudah terhadap perubahan dalam domain masalah.

ID3 (Iterative Dichotomiser 3) adalah salah satu algoritma yang digunakan untuk menghasilkan pohon keputusan dari data pelatihan. Pohon keputusan adalah struktur berhirarki yang digunakan untuk menggambarkan aturan keputusan berdasarkan atribut-atribut dari data masukan. Pertama-tama, ID3 mengambil matriks pengetahuan, yang merupakan representasi dari data pelatihan dalam

bentuk matriks, di mana setiap baris mewakili sebuah kasus atau contoh dan setiap kolom mewakili atribut dari kasus tersebut. ID3 kemudian menggunakan metode rekursif untuk membagi data berdasarkan atribut-atribut yang ada.

Langkah pertama ID3 adalah memilih atribut terbaik untuk membagi data menjadi subset yang lebih kecil. Proses ini dilakukan dengan menggunakan metrik seperti Information Gain atau Gain Ratio untuk menentukan atribut yang paling informatif atau paling relevan dalam memisahkan data. Atribut yang memiliki Information Gain tertinggi atau Gain Ratio tertinggi akan dipilih sebagai atribut pemisah. Setelah atribut pemisah dipilih, ID3 membagi data menjadi subset berdasarkan nilai-nilai atribut tersebut. Proses ini diulangi secara rekursif untuk setiap subset yang dihasilkan, sampai semua kasus dalam subset memiliki label yang sama atau tidak ada atribut yang tersisa untuk dipilih. Pada titik ini, sebuah simpul terminal atau daun ditambahkan ke pohon keputusan, yang berisi label keputusan atau kelas mayoritas dari kasus-kasus dalam subset tersebut.

Selama proses ini, ID3 juga melakukan penghapusan atribut yang tidak relevan atau kurang informatif. Ini membantu menyederhanakan pohon keputusan dan meningkatkan efisiensi dalam proses pengambilan keputusan. Dengan demikian, ID3 secara iteratif mengkonstruksi pohon keputusan dengan memilih atribut pemisah yang paling informatif pada setiap langkahnya, sehingga menghasilkan struktur pohon yang efisien dan efektif untuk pengambilan keputusan berdasarkan data pelatihan yang diberikan. Contoh studi kasus sederhana tentang prediksi cuaca berdasarkan beberapa atribut, seperti kelembaban udara, suhu, dan keadaan langit. Kita akan menggunakan ID3 untuk membangun model pohon keputusan untuk memprediksi apakah akan hujan atau tidak. Misalkan kita memiliki dataset berikut:

No.	Kelembaban (%)	Suhu (°C)	Keadaan Langit	Hujan
1	85	25	Cerah	Ya
2	90	24	Berawan	Ya
3	78	26	Hujan Ringan	Ya
4	88	22	Cerah	Ya
5	80	27	Hujan Lebat	Tidak
6	70	30	Cerah	Tidak
7	75	29	Berawan	Tidak
8	82	28 ↓	Cerah	Tidak

Langkah-langkah ID3 untuk membangun model pohon keputusan:



1. Memilih Atribut Pemisah: ID3 memilih atribut yang paling informatif untuk memisahkan data. Misalkan kita mulai dengan atribut kelembaban.
2. Membagi Data Berdasarkan Atribut Pemisah: Kita membagi dataset menjadi subset berdasarkan nilai-nilai atribut kelembaban. Misalnya, kita dapat membagi data menjadi dua subset: (1) kelembaban $\leq 80\%$ dan (2) kelembaban $> 80\%$.
3. Rekursif Memilih Atribut Lain: Proses ini diulangi untuk setiap subset yang dihasilkan. Kita bisa memilih atribut suhu untuk subset pertama (kelembaban $\leq 80\%$) dan atribut keadaan langit untuk subset kedua (kelembaban $> 80\%$).
4. Membuat Pohon Keputusan: Proses ini berlanjut secara rekursif sampai kita memiliki subset homogen atau tidak ada atribut lagi yang tersisa untuk dipilih. Pada titik ini, kita menambahkan simpul terminal ke pohon keputusan dengan label prediksi (hujan atau tidak hujan).

Pohon keputusan yang dihasilkan dari proses ini akan memberikan aturan keputusan yang dapat digunakan untuk memprediksi apakah akan hujan atau tidak berdasarkan nilai-nilai atribut yang diberikan. Misalnya, jika kelembaban $\leq 80\%$ dan suhu $\leq 26^{\circ}\text{C}$, maka model akan memprediksi "Tidak Hujan".

Keuntungan dari induksi rule dapat sangat bermanfaat dalam berbagai aspek, baik dalam hal kompleksitas tugas yang dihadapi maupun dari segi efisiensi serta kualitas hasil yang dihasilkan. Berikut adalah penjelasan lebih detail tentang keuntungan dari induksi rule:

1. Penggunaan untuk Tugas yang Lebih Rumit dan Komersial: Induksi rule memungkinkan penerapan pada tugas-tugas yang lebih rumit dan lebih menguntungkan secara komersial, termasuk dalam pengembangan sistem pakar untuk industri dan bidang lainnya.
2. Pembangun yang Fleksibel: Pembangun sistem tidak harus memiliki latar belakang sebagai Knowledge Engineer. Mereka bisa berasal dari berbagai latar belakang, termasuk pakar domain atau analis sistem, sehingga mengurangi ketergantungan pada keahlian khusus dalam membangun model.
3. Penghematan Waktu dan Biaya: Dengan memungkinkan berbagai individu untuk membangun model, hal ini dapat menghemat waktu dan biaya yang biasanya diperlukan dalam merekrut atau melibatkan Knowledge Engineer yang terlatih.
4. Pengetahuan Baru yang Dideduksi: Mesin induksi juga dapat membantu dalam mendeduksi pengetahuan baru dari data, yang mungkin tidak terlihat atau dipahami secara langsung oleh manusia. Hal ini memungkinkan penemuan pola atau hubungan yang tidak terduga sebelumnya.
5. Dukungan Pemilihan Faktor: Induksi rule memungkinkan pendaftaran semua faktor yang mempengaruhi keputusan tanpa harus memiliki pemahaman yang mendalam tentang



dampaknya. Ini membantu dalam mengidentifikasi faktor-faktor penting yang mungkin terlewatkan secara manual.

6. Keterlibatan Pakar: Rule yang dihasilkan dapat dikaji ulang oleh pakar domain, dan jika diperlukan, dapat dimodifikasi atau diperbaiki sesuai dengan pengetahuan dan pengalaman mereka. Ini memastikan bahwa model yang dihasilkan tetap relevan dan akurat.
7. Meningkatkan Proses Berpikir: Secara keseluruhan, keuntungan utama dari induksi rule adalah meningkatkan proses berpikir dari pakar domain. Ini memungkinkan mereka untuk lebih memahami logika dan aturan yang mendasari pengambilan keputusan dalam domain mereka, yang pada gilirannya dapat meningkatkan kualitas pengambilan keputusan secara keseluruhan.

Kesulitan dalam implementasi induksi rule dapat menjadi tantangan yang signifikan dalam pengembangan sistem pakar dan pengambilan keputusan. Berikut adalah penjelasan lebih rinci tentang beberapa kesulitan yang mungkin timbul:

1. Kesesuaian Program dengan Cara Berpikir Manusia: Beberapa program induksi mungkin sulit dipahami karena cara mereka mengklasifikasikan atribut masalah mungkin tidak sesuai dengan cara manusia melakukannya. Ini dapat menyebabkan kesenjangan dalam pemahaman antara pembangun sistem dan pengguna akhir.
2. Pemilihan Atribut oleh Pakar: Meskipun program induksi dapat membantu dalam menghasilkan aturan, pakar tetap harus memilih atribut mana yang signifikan dalam menyelesaikan masalah. Misalnya, dalam menyetujui pinjaman, pakar harus menentukan faktor-faktor yang penting.
3. Keterbatasan Algoritma Spesifik: Proses pencarian dalam induksi rule didasarkan pada algoritma khusus yang mungkin memiliki batasan sendiri. Ini dapat menghasilkan pohon keputusan yang efisien namun tidak selalu sesuai dengan kebutuhan spesifik masalah.
4. Keterbatasan pada Jenis Masalah: Metode ini cenderung baik untuk masalah yang berbasis aturan, terutama pada jenis klasifikasi yang melibatkan pertanyaan dengan jawaban ya atau tidak. Namun, masalah yang lebih kompleks mungkin memerlukan pendekatan yang lebih canggih.
5. Keterbatasan pada Jumlah Atribut: Jumlah atribut harus cukup kecil agar dapat diolah dengan efisien oleh program. Jika jumlahnya terlalu besar, mungkin diperlukan perangkat keras yang lebih canggih.
6. Kecukupan Data: Jumlah contoh-contoh yang diperlukan untuk melatih model dengan baik dapat menjadi sangat besar, terutama untuk masalah yang kompleks. Ini bisa menjadi tantangan dalam mengumpulkan dan membersihkan data yang diperlukan.



7. Keterbatasan Deterministik: Metode ini cenderung beroperasi dalam lingkungan yang deterministik, yang artinya aturan-aturan yang dihasilkan bersifat pasti. Hal ini mungkin tidak sesuai dengan situasi yang lebih kompleks dan tidak pasti.
8. Tidak Ada Jaminan Terkait Kualitas Algoritma: Pembangun mungkin tidak selalu tahu apakah jumlah contoh sudah cukup atau apakah algoritma yang digunakan sudah cukup baik untuk menyelesaikan masalah dengan baik. Hal ini bisa menyebabkan ketidakpastian terkait dengan kualitas hasil yang dihasilkan.

7. Case Base Reasoning dan Komputasi Syaraf

Case-Based Reasoning (CBR) adalah suatu pendekatan dalam pembangunan sistem pakar yang berfokus pada penggunaan pengalaman dari kasus-kasus penyelesaian masalah sebelumnya untuk memperkirakan solusi dalam menyelesaikan masalah di masa depan. Pendekatan ini bertumpu pada asumsi bahwa solusi yang efektif untuk masalah baru dapat ditemukan dengan memeriksa kasus-kasus yang serupa di masa lalu. Basis dari CBR adalah Knowledge Base yang terdiri dari koleksi kasus-kasus historis dan solusinya. Setiap kasus terdiri dari deskripsi masalah, solusi yang diberikan, dan konteks saat kasus tersebut terjadi. Melalui penggunaan Knowledge Base ini, sistem pakar dapat membuat penilaian tentang solusi yang paling tepat untuk masalah baru.

Ketika dihadapkan dengan masalah baru, sistem pakar menggunakan CBR untuk mencari kasus-kasus sebelumnya yang mirip dengan masalah tersebut. Meskipun tidak mungkin ada dua masalah yang identik, sistem mencari kasus yang memiliki kemiripan tertentu dalam konteks atau karakteristik tertentu. Meskipun kasus yang ditemukan tidak sepenuhnya identik dengan masalah baru, bahkan sedikit kemiripan pun dapat berguna dalam mengekstrak informasi atau solusi yang relevan. Dengan cara ini, CBR memungkinkan sistem pakar untuk mengambil keputusan yang lebih cerdas dan adaptif.

Salah satu keunggulan utama dari CBR adalah akuisisi pengetahuan yang mudah. Data historis yang terdapat dalam Knowledge Base sudah terdokumentasi, dan hanya memerlukan sedikit verifikasi atau validasi dari pakar untuk memastikan relevansinya. Hal ini memungkinkan sistem pakar untuk dengan cepat dan efisien memanfaatkan pengetahuan yang ada untuk menyelesaikan masalah baru. Dengan memanfaatkan pengalaman dari kasus-kasus penyelesaian masalah sebelumnya, CBR membantu meningkatkan efektivitas sistem pakar dalam menangani masalah-masalah yang kompleks dan beragam dengan cara yang adaptif dan responsif.

Komputasi syaraf adalah bidang dalam kecerdasan buatan yang mengacu pada penggunaan jaringan syaraf tiruan untuk memodelkan dan menyelesaikan masalah. Dalam konteks penggunaan data historis, komputasi syaraf memanfaatkan informasi dari kasus-kasus penyelesaian masalah sebelumnya



untuk menurunkan solusi untuk masalah yang baru. Pendekatan ini memanfaatkan konsep pengenalan pola, di mana jaringan syaraf digunakan untuk mengidentifikasi pola atau tren dari data historis yang dapat diterapkan pada masalah baru. Komputasi syaraf biasanya bekerja dalam domain yang cukup sempit, menggunakan pendekatan pengenalan pola untuk mengekstrak informasi yang relevan dari data. Hal ini memungkinkan jaringan syaraf untuk mempelajari pola-pola yang kompleks dan abstrak dari data historis, yang kemudian dapat digunakan untuk mengambil keputusan atau memprediksi solusi untuk masalah baru.

Salah satu keunggulan utama dari komputasi syaraf adalah akuisisi pengetahuan yang relatif sederhana. Kasus-kasus historis dan penyelesaiannya biasanya tersedia dalam database perusahaan atau sistem informasi lainnya, sehingga informasi tersebut dapat dengan mudah diakses dan dimanfaatkan oleh sistem syaraf tiruan. Dalam banyak kasus, peran pakar hanya terbatas pada validasi dan verifikasi hasil yang dihasilkan oleh sistem, karena proses pembelajaran dan pengambilan keputusan sebagian besar dilakukan secara otomatis oleh jaringan syaraf.

Namun, penting untuk dicatat bahwa untuk mencapai hasil yang baik, seringkali diperlukan sejumlah besar kasus-kasus historis. Semakin banyak data yang tersedia, semakin baik jaringan syaraf dapat mempelajari pola-pola yang kompleks dan menerapkannya pada masalah yang baru. Oleh karena itu, pengumpulan dan pengelolaan data historis yang besar merupakan aspek penting dalam penggunaan komputasi syaraf untuk menyelesaikan masalah dalam berbagai domain.

Memilih metode yang sesuai untuk sistem akuisisi pengetahuan merupakan langkah penting dalam pengembangan sistem pakar yang efektif. Berikut adalah beberapa faktor yang perlu dipertimbangkan untuk mencapai tujuan dari sistem akuisisi pengetahuan yang ideal:

1. Mengarahkan Interaksi dengan Pakar tanpa Intersepsi Knowledge Engineer: Metode yang dipilih harus memungkinkan interaksi langsung antara pakar dan sistem tanpa perlu intervensi dari seorang Knowledge Engineer. Ini akan memungkinkan pakar untuk berkontribusi secara langsung pada pengembangan pengetahuan sistem.
2. Dapat Diaplikasikan untuk Domain Masalah yang Tidak Terbatas atau Paling Tidak, Banyak Kelas: Sistem akuisi pengetahuan harus fleksibel dan dapat diadaptasi untuk berbagai domain masalah yang kompleks, tanpa terbatas pada kelas masalah tertentu. Ini memastikan bahwa sistem dapat diterapkan pada berbagai bidang industri dan perusahaan.
3. Kemampuan Tutorial untuk Pelatihan Awal bagi Pakar: Metode yang dipilih harus memiliki kemampuan untuk memberikan pelatihan awal kepada pakar tentang cara menggunakan sistem dengan efektif. Ini dapat membantu mempercepat proses pembelajaran dan integrasi pakar dengan sistem.



4. Kemampuan untuk Menganalisis Pekerjaan yang Sedang Berlangsung: Sistem akuisisi pengetahuan ideal harus dapat menganalisis pekerjaan yang sedang berlangsung untuk mendeteksi ketidakonsistenan dan kesenjangan dalam pengetahuan. Hal ini membantu memastikan bahwa pengetahuan yang disimpan dalam sistem konsisten dan relevan dengan situasi saat ini.
5. Kemampuan untuk Menggabungkan Berbagai Sumber Pengetahuan: Metode yang dipilih harus mampu mengintegrasikan berbagai sumber pengetahuan, termasuk dokumen, basis data, dan pengetahuan dari pakar langsung. Ini memungkinkan sistem untuk mengambil manfaat dari berbagai sumber informasi.
6. Antarmuka Manusia yang Nyaman dan Menarik: Penting bagi sistem akuisisi pengetahuan untuk memiliki antarmuka manusia yang mudah digunakan dan menarik. Ini akan membuat penggunaan sistem terasa nyaman bagi pengguna, termasuk pakar dan pengguna lainnya.
7. Kemampuan Antarmuka dengan Berbagai Tool Sistem Pakar: Metode yang dipilih harus memungkinkan integrasi yang mudah dengan berbagai tool sistem pakar yang berbeda dan sesuai dengan domain perusahaan. Ini akan memastikan interoperabilitas sistem dengan infrastruktur IT yang sudah ada dalam perusahaan.

Faktor penentu keberhasilan dalam implementasi sistem pakar menjadi kunci bagi efektivitas dan penerimaan sistem oleh pengguna. Dua aspek utama yang mempengaruhi keberhasilan implementasi adalah validasi pengetahuan dan verifikasi pengetahuan. Validasi pengetahuan mencakup proses memastikan bahwa pengetahuan yang dimasukkan ke dalam sistem adalah benar, relevan, dan sesuai dengan kebutuhan pengguna. Ini melibatkan peninjauan dan validasi oleh pakar domain atau pihak terkait lainnya untuk memastikan keakuratan informasi yang dimasukkan. Sementara itu, verifikasi pengetahuan melibatkan proses memastikan bahwa pengetahuan telah diuji dan diverifikasi kebenarannya melalui studi kasus, eksperimen, atau perbandingan dengan sumber pengetahuan lain yang dianggap dapat dipercaya. Kedua aspek ini penting untuk memastikan bahwa sistem pakar dapat memberikan solusi atau rekomendasi yang akurat dan dapat diandalkan kepada pengguna. Tanpa validasi dan verifikasi pengetahuan yang tepat, sistem pakar dapat menghasilkan solusi yang tidak tepat atau tidak akurat, mengurangi kepercayaan pengguna dan efektivitas sistem secara keseluruhan. Oleh karena itu, perhatian khusus terhadap validasi dan verifikasi pengetahuan adalah kunci untuk keberhasilan implementasi sistem pakar.

D. REFERENSI

1. Akerkar, R dan Sajja, P. 2010. Knowledge-Based Systems. Jones & Bartlett Learning
2. Azmi, Z dan Yasin, V. 2017. Pengantar Sistem Pakar dan Metode (Introduction of Expert System and



- Methods). Jakarta: Mitra Wacana Media.
2. Turban, E., & E.A., J. (2005). Decision Support System and Expert System (7th ed.). Yogyakarta – Indonesia: Andi Offset.
 3. Azmi, Z dan Yasin, V. 2017. Pengantar Sistem Pakar dan Metode (Introduction of Expert System and Methods). Jakarta: Mitra Wacana Media.

E. TUGAS

1. Salah satu komponen sistem pakar adalah akuisisi pengetahuan, jelaskan secara singkat apa yang dimaksud dengan akuisisi pengetahuan? jelaskan dengan bahasa anda yang mudah dipahami!
2. Jelaskan peran dari knowledge engineer dalam akuisisi knowledge!
3. Sebutkan dan jelaskan salah satu alat bantu akuisisi pengetahuan yang anda ketahui!
4. Jelaskan apa yang dimaksud dengan induksi rule dan hubungannya dengan sistem berbasis pengetahuan!
5. Jelaskan perbedaan Case Base Reasoning dan Komputasi Syaraf!
6. Mengapa validasi dan verifikasi knowledge merupakan faktor penentu keberhasilan implementasi sistem pakar? Jelaskan jawaban anda!

--- SELAMAT BELAJAR ---