

BAB 7

Certainty Factors

A. TUJUAN PEMBELAJARAN

- Pengenalan Certainty Factors
- Konsep pemanfaatan Certainty Factors pada Sistem Pakar

B. INDIKATOR

- Mahasiswa memahami Certainty Factors
- Mahasiswa memahami penerapan Certainty Factors pada Sistem Pakar

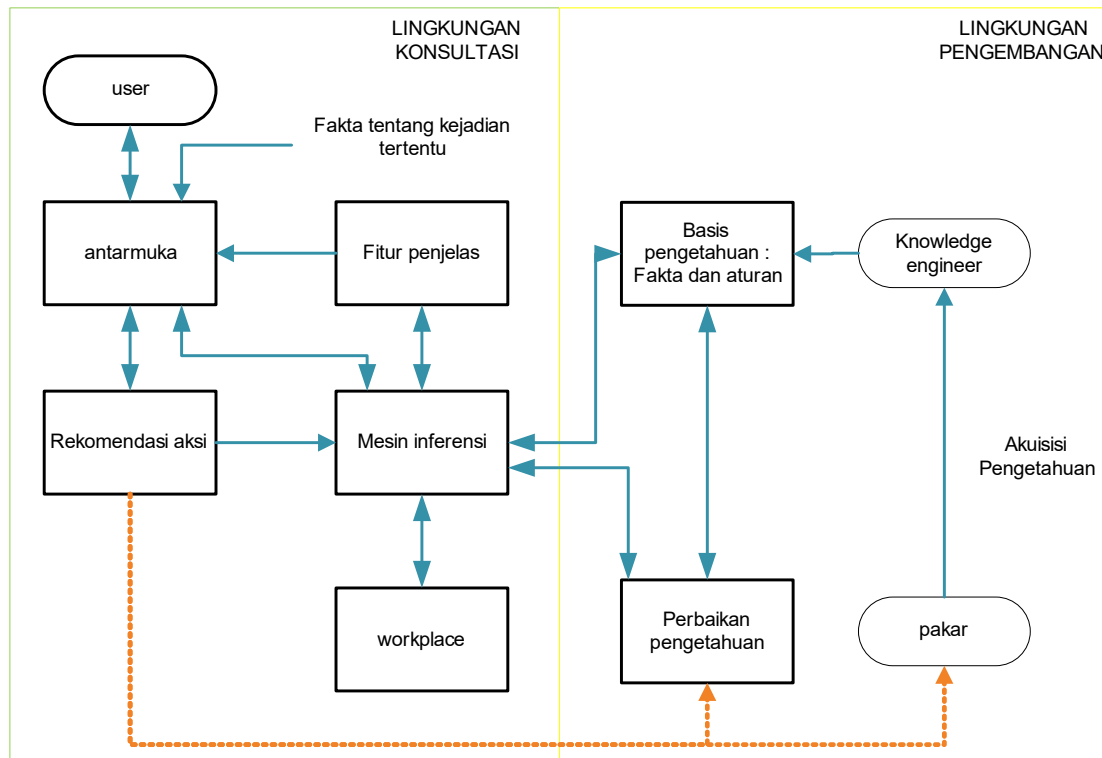
C. DASAR TEORI

1. PENDAHULUAN

A. Sistem Pakar

Sistem pakar adalah sistem yang berusaha mengadopsi pengetahuan manusia ke komputer, agar komputer dapat menyelesaikan masalah seperti yang biasa dilakukan oleh para ahli. Pakar yang dimaksud disini adalah orang yang mempunyai keahlian khusus yang dapat menyelesaikan masalah yang tidak dapat diselesaikan orang awam. Sebagai contoh, penyuluh pertanian adalah seorang pakar yang mampu mendiagnosis penyakit dan hama yang menyerang tanaman padi serta dapat memberikan penatalaksanaan suatu penyakit dan hama. Dalam penyusunannya, Sistem pakar mengkombinasikan kaidah penarikan kesimpulan dengan basis pengetahuan tertentu yang diberikan oleh satu atau lebih pakar dalam bidang tertentu. Kombinasi dari kedua hal tersebut disimpan dalam sebuah komputer, yang selanjutnya digunakan dalam proses pengambilan keputusan untuk penyelesaian masalah tertentu.

Struktur Sistem Pakar dari dua bagian pokok, yaitu: lingkungan pengembangan (development environment) dan lingkungan konsultasi (consultation environment). Lingkungan pengembangan digunakan sebagai pembangun sistem pakar baik dari segi pembangunan komponen maupun basis pengetahuan. Lingkungan konsultasi digunakan oleh seseorang yang bukan ahli untuk berkonsultasi sehingga pengguna mendapatkan pengetahuan dan rekomendasi dari sistem pakar layaknya berkonsultasi dengan seorang pakar. Struktur sistem pakar ditunjukkan pada gambar 1 dibawah ini.



Gambar 1 Struktur Sistem Pakar

Komponen-komponen yang terdapat dalam arsitektur/struktur sistem pakar :

1. **Antarmuka Pengguna (User Interface)** Antarmuka menerima informasi dari pemakai dan mengubahnya ke dalam bentuk yang dapat diterima oleh sistem.
2. **Basis Pengetahuan (Knowledge Base)** Basis pengetahuan mengandung pengetahuan untuk pemahaman, formulasi, dan penyelesaian masalah. Basis pengetahuan berisi pengetahuan relevan yang diperlukan untuk memahami, merumuskan, dan memecahkan persoalan.
3. **Rekayasa Pengetahuan (Knowledge Engineering)** Rekayasa Pengetahuan adalah seorang yang membantu pakar dalam menyusun area permasalahan dengan menginterpretasikan dan mengintegrasikan jawaban-jawaban pakar atas pertanyaan yang diajukan.
4. **Akuisisi Pengetahuan (Knowledge Acquisition)** Akuisisi pengetahuan adalah akumulasi, transfer, dan transformasi keahlian dalam menyelesaikan masalah dari sumber pengetahuan ke dalam program komputer.
5. **Mesin/Motor Inferensi (Inference Engine)** Komponen ini mengandung mekanisme pola pikir dan penalaran yang digunakan oleh pakar dalam menyelesaikan suatu masalah.
6. **Workplace/Blackboard** Workplace merupakan area dari sekumpulan memori kerja (working memory), digunakan untuk merekam kejadian yang sedang berlangsung termasuk keputusan sementara.



7. Fasilitas Penjelasan Fasilitas penjelasan adalah komponen tambahan yang akan meningkatkan kemampuan sistem pakar, digunakan untuk melacak respon dan memberikan penjelasan tentang kelakuan sistem pakar secara interaktif melalui pertanyaan.
8. Perbaikan Pengetahuan Pakar memiliki kemampuan untuk menganalisis dan meningkatkan kinerjanya serta kemampuan untuk belajar dari kinerjanya. Program akan mampu menganalisis penyebab kesuksesan dan kegagalan yang dialaminya dan juga mengevaluasi apakah pengetahuan-pengetahuan yang ada masih cocok untuk digunakan di masa mendatang.

2. Aturan Produksi

Aturan Produksi Kaidah sistem produksi menjadi acuan yang sangat sering digunakan oleh metode inferensi sistem pakar dan dalam kasus penyelesaian masalah tingkah laku manusia, atau dalam produksi sederhana. Pengetahuan dalam sistem produksi dapat direpresentasikan oleh himpunan kaidah dalam bentuk : **IF** [kondisi] **THEN** [aksi]. *They have been used extensively in expert system, particularly those created for diagnosis and planning.* Terdapat tiga elemen utama dari sistem produksi yaitu:

- a. Database global; Merupakan struktur data utama dari sistem produksi.
- b. Kaidah produksi; Kaidah produksi mempunyai bagian kondisi (IF) yang disebut bagian kanan dan aksi (THEN) yang disebut bagian kiri.
- c. Sistem kontrol; Merupakan program penterjemah yang esensial untuk mengontrol urutan dimana kaidah-kaidah produksi dipicu dan menyelesaikan konflik jika lebih dari satu kaidah yang diaplikasikan.

3. Modul Penyusun Sistem Pakar

Suatu sistem pakar disusun oleh tiga modul utama yaitu:

- a. Modul Penerimaan Pengetahuan (Knowledge Acquisition Mode) Sistem berada pada modul ini pada saat ia menerima pengetahuan dari pakar. Proses mengumpulkan pengetahuan yang akan digunakan untuk pengembangan sistem, dilakukan bantuan knowledge engineer. Peran knowledge engineer adalah sebagai penghubung antara suatu sistem pakar dengan pakarnya.
- b. Modul Konsultasi (Consultation Mode) Pada saat sistem berada pada posisi memberikan jawaban atas permasalahan yang diajukan oleh user, sistem pakar berada dalam modul konsultasi. Pada modul ini, user berinteraksi dengan sistem dengan menjawab pertanyaan-pertanyaan yang diajukan oleh sistem.

- c. Modul Penjelasan (Explanation Mode) Modul ini menjelaskan proses pengambilan keputusan oleh sistem.

2. CERTAINTY FACTORS / FAKTOR KEPASTIAN

Faktor kepastian (Certainty Factor) diperkenalkan oleh Shortliffe Buchanan dalam pembuatan MYCIN. Certainty factor (CF) merupakan nilai parameter klinis yang diberikan MYCIN untuk menunjukkan besarnya kepercayaan. Certainty Factor menunjukkan ukuran kepastian terhadap suatu fakta atau aturan. Ada dua tahap model yang sering digunakan untuk menghitung tingkat keyakinan dari sebuah rule adalah sebagai berikut : Dengan menggali dari hasil wawancara dengan pakar. Nilai CF V (rule) didapat dari interpretasi 'term' dari pakar menjadi nilai MD/MB tertentu. Nilai rule tercantum pada tabel 1.

Tabel 1 Nilai Rule

Certain Term	MD/MB
Tidak Tahu/Tidak ada	0 - 0.2
Mungkin	0.4
Kemungkinan Besar	0.6
Hampir Pasti	0.8
Pasti	1.0

Menggunakan metode perhitungan. Faktor Kepastian menunjukkan ukuran kepastian terhadap suatu fakta atau aturan. Notasi Faktor Kepastian:

$$CF[h,e] = MB[h,e] - MD[h,e]$$

Keterangan :

CF[h,e] = faktor kepastian

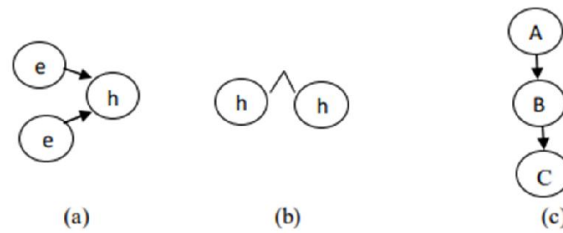
MB[h,e] = ukuran kepercayaan terhadap hipotesis h, jika diberikan evidence e (antara 0 dan 1)

MD[h,e] = ukuran ketidakpercayaan terhadap evidence h, jika diberikan evidence e (antara 0 dan 1)

h = Hipotesis (Dugaan)

e = Evidence (Peristiwa / fakta)

Kombinasi aturan ketidakpastian dapat dilihat pada gambar 2. Ada 3 hal yang mungkin terjadi



Gambar 2 Kombinasi Aturan Ketidakpastian

Beberapa evidence dikombinasikan untuk menentukan CF dari suatu hipotesis. Jika e_1 dan e_2 adalah observasi, maka :

$$MB[h,e_1 \wedge e_2] = \begin{cases} 0 & MD[h,e_1 \wedge e_2] = 1 \\ MB[h,e_1] + MB[h,e_2] \cdot (1 - MB[h,e_1]) & \text{lainnya} \end{cases}$$

$$MD[e_1 \wedge e_2] = \begin{cases} MD[h,e_1] + MD[h,e_2] \cdot (1 - MD[h,e_1]) & MB[h,e_1 \wedge e_2] = 1 \\ \text{lainnya} & \text{lainnya} \end{cases}$$

Atau dengan persamaan lain :

$$CF[H,E] = MB[H,E] - MD[H,E] \quad (1)$$

Keterangan :

$CF(H,E)$ = certainty factor hipotesa yang dipengaruhi oleh evidence e diketahui dengan pasti

$MB(H,E)$ = measure of belief terhadap hipotesa H, jika diberikan evidence E (antara 0 dan 1)

$MD(H,E)$ = measure of disbelief terhadap evidence H, jika diberikan evidence E (antara 0 dan 1)

Certainty factor untuk kaidah premis tunggal

$$CF[H,E] = CF[H] * CF[E] \quad (2)$$

Certainty Factor untuk kaidah dengan kesimpulan yang serupa (similarly concluded rules) :

$$CF_{combine}CF[H,E]_{1,2} = CF[H,E]_1 + CF[H,E]_2 * [1 - CF[H,E]_1] \quad (3)$$

$$CF_{combine}CF[H,E]_{old,3} = CF[H,E]_{old} + CF[H,E]_3 * [1 - CF[H,E]_{old}] \quad (4)$$

Kelebihan Certainty Faktor :

- Metode ini cocok dipakai dalam sistem pakar untuk mengukur sesuatu apakah pasti atau tidak pasti dalam mendiagnosis penyakit sebagai salah satu contohnya.
- Perhitungan dengan menggunakan metode ini dalam sekali hitung hanya dapat mengolah 2 data saja sehingga keakuratan data dapat terjaga

Kekurangan Certainty Factor:

- a. Ide umum dari pemodelan ketidakpastian manusia dengan menggunakan numerik metode certainty factor biasanya diperdebatkan. Sebagian orang akan membantah pendapat bahwa formula untuk metode certainty factor diatas memiliki sedikit kebenaran.
- b. Metode ini hanya dapat mengolah ketidakpastian/kepastian hanya 2 data saja. Perlu dilakukan beberapa kali pengolahan data untuk data yang lebih dari 2 buah.

3. CONTOH STUDI KASUS :

Berikut adalah contoh penerapan metode certainty factor pada dengan pengguna konsultasi diberi pilihan jawaban yang masing-masing memiliki bobot sebagai berikut :

Tabel 2 Bobot konsultasi user

No	Keterangan	Nilai User
1.	Tidak	0
2.	Tidak tahu	0.2
3.	Sedikit yakin	0.4
4.	Cukup yakin	0.6
5.	Yakin	0.8
6	Sangat yakin	1

Nilai 0 menunjukkan bahwa pengguna konsultasi menginformasikan bahwa user tidak mengalami gejala seperti yang ditanyakan oleh sistem. Semakin pengguna konsultasi yakin bahwa gejala tersebut memang dialami manusia, maka semakin tinggi pula hasil prosentase keyakinan yang diperoleh. Proses penghitungan prosentase keyakinan diawali dengan pemecahan sebuah kaidah yang memiliki premis majemuk, menjadi kaidah-kaidah yang memiliki premis tunggal. Kemudian masing-masing aturan baru dihitung certainty factornya, sehingga diperoleh nilai certainty factor untuk masing-masingaturan, kemudian nilai certainty factor tersebut dikombinasikan. Sebagai contoh, proses pemberian bobot pada setiap premis (gejala) hingga perolehan prosentase keyakinan untuk penyakit demam berdarah.

Kaidah-kaidah produksi atau rule yang berkaitan dengan penyakit demam adalah sebagai berikut :

Rule :

IF nyeri seluruh tubuh

SISTEM BERBASIS PENGETAHUAN

D-IV Sistem Informasi Bisnis Jurusan Teknologi Informasi



AND nyeri sendi

AND nyeri otot

AND nyeri perut

AND demam

AND bintik merah pada kulit

AND sakit kepala

AND konstipasi

AND mual

AND muntah

AND nafsu makan berkurang

AND denyut nadi cepat dan lemah

AND tubuh terasa dingin

AND kesadaran menurun

AND mengalami pendarahan

AND dengue shok syndrome

THEN demam berdarah

Langkah pertama, pakar menentukan nilai CF untuk masing-masing gejala sebagai berikut :

CFpakar (nyeri seluruh tubuh)	= 1.0
CFpakar (nyeri sendi)	= 1.0
CFpakar (nyeri otot)	= 0.8
CFpakar (nyeri perut)	= 0.6
CFpakar (demam)	= 1
CFpakar (bintik merah pada kulit)	= 0.6
CFpakar (sakit kepala)	= 0.4
CFpakar (konstipasi)	= -0.4
CFpakar (mual)	= 0.4
CFpakar (muntah)	= 0.4
CFpakar (nafsu makan berkurang)	= 1.0
CFpakar (denyut nadi cepat dan lemah)	= 0.8

SISTEM BERBASIS PENGETAHUAN

D-IV Sistem Informasi Bisnis Jurusan Teknologi Informasi



CFpakar (tubuh terasa dingin)	= 0.6
CFpakar (kesadaran menurun)	= -0.4
CFpakar (mengalami pendarahan)	= 1.0
CFpakar (Dengue shok syndrome)	= 1.0

Kemudian dilanjutkan dengan penentuan nilai bobot user. Misalkan user memilih jawaban sebagai berikut :

Nyeri seluruh tubuh= Sedikit yakin	= 0.4
Nyeri sendi= Tidak tahu	= 0.2
Nyeri otot= Tidak	= 0
Nyeri perut= Tidak tahu	= 0.2
Demam = Yakin	= 0.8
Bintik merah pada kulit= Tidak tahu	= 0.2
Sakit kepala = Cukup yakin	= 0.6
Konstipasi = Tidak tahu	= 0.2
Mual = Tidak	= 0
Muntah = Tidak	= 0
Nafsu makan berkurang=Sedikityakin	= 0.4
Denyut nadi cepat dan lemah=Sedikit yakin	=0.4
Tubuh terasa dingin= Tidak	= 0
Kesadaran menurun= Sedikit yakin	= 0.4
Mengalami pendarahan= Tidak tahu	= 0.2
Dengue shok syndrome= Tidak	= 0

Langkah kedua, kaidah-kaidah tersebut kemudian dihitung nilai CFnya dengan mengalikan CFPakar dengan CFUser menjadi :

$$\begin{aligned}CF[H,E]_1 &= CF[H]_1 * CF[E]_1 \\&= 1.0 * 0.4 \\&= 0.4 \\CF[H,E]_2 &= CF[H]_2 * CF[E]_2 \\&= 1.0 * 0.2\end{aligned}$$

SISTEM BERBASIS PENGETAHUAN

D-IV Sistem Informasi Bisnis Jurusan Teknologi Informasi



$$= 0.2$$

$$CF[H,E]_3 = CF[H]_3 * CF[E]_3$$

$$= 0.8 * 0$$

$$= 0$$

$$CF[H,E]_4 = CF[H]_4 * CF[E]_4$$

$$= 0.6 * 0.2$$

$$= 0.12$$

$$CF[H,E]_5 = CF[H]_5 * CF[E]_5$$

$$= 1.0 * 0.8$$

$$= 0.8$$

$$CF[H,E]_6 = CF[H]_6 * CF[E]_6$$

$$= 0.6 * 0.2$$

$$= 0.12$$

$$CF[H,E]_7 = CF[H]_7 * CF[E]_7$$

$$= 0.4 * 0.6$$

$$= 0.24$$

$$CF[H,E]_8 = CF[H]_8 * CF[E]_8$$

$$= -0.4 * 0.2$$

$$= -0.8$$

$$CF[H,E]_9 = CF[H]_9 * CF[E]_9$$

$$= 0.4 * 0$$

$$= 0$$

$$CF[H,E]_{10} = CF[H]_{10} * CF[E]_{10}$$

$$= 0.4 * 0$$

$$= 0$$

$$CF[H,E]_{11} = CF[H]_{11} * CF[E]_{11}$$

$$= 1.0 * 0.4$$

$$= 0.4$$

$$CF[H,E]_{12} = CF[H]_{12} * CF[E]_{12}$$

$$= 0.8 * 0.4$$

$$= -0.32$$



$$\begin{aligned} CF[H,E]_{13} &= CF[H]_{13} * CF[E]_{13} \\ &= 0.6 * 0 \\ &= 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} CF[H,E]_{14} &= CF[H]_{14} * CF[E]_{14} \\ &= -0.4 * 0.4 \\ &= -0.16 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} CF[H,E]_{15} &= CF[H]_{15} * CF[E]_{15} \\ &= 1.0 * 0.2 \\ &= 0.2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} CF[H,E]_{16} &= CF[H]_{16} * CF[E]_{16} \\ &= 1.0 * 0 \\ &= 0 \end{aligned}$$

Langkah yang terakhir adalah mengkombinasikan nilai CF dari masing-masing kaidah. Berikut adalah kombinasi CF[H,E]₁ dengan CF[H,E]₂:

$$\begin{aligned} CF_{combine} CF[H,E]_{1,2} &= CF[H,E]_1 + CF[H,E]_2 * (1 - CF[H,E]_1) \\ &= 0.4 + 0.2 * (1 - 0.4) \\ &= 0.4 + 0.12 \\ &= 0.52_{old} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} CF_{combine} CF[H,E]_{old,3} &= CF[H,E]_{old} + CF[H,E]_3 * (1 - CF[H,E]_{old}) \\ &= 0.52 + 0 * (1 - 0.52) \\ &= 0.52_{old2} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} CF_{combine} CF[H,E]_{old2,4} &= CF[H,E]_{old2} + CF[H,E]_4 * (1 - CF[H,E]_{old2}) \\ &= 0.52 + 0.12 * (1 - 0.52) \\ &= 0.52 + 0.05 \\ &= 0.57_{old3} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} CF_{combine} CF[H,E]_{old3,5} &= CF[H,E]_{old3} + CF[H,E]_5 * (1 - CF[H,E]_{old3}) \\ &= 0.57 + 0.8 * (1 - 0.57) \\ &= 0.57 + 0.3 \\ &= 0.87_{old4} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} CF_{combine} CF[H,E]_{old4,6} &= CF[H,E]_{old4} + CF[H,E]_6 * (1 - CF[H,E]_{old4}) \\ &= 0.87 + 0.12 * (1 - 0.87) \end{aligned}$$



$$= 0.87 + 0.01$$

$$= 0.88_{old5}$$

$$CF_{combine} CF[H,E]_{old5,7} = CF[H,E]_{old5} + CF[H,E]_7 * (1 - CF[H,E]_{old5})$$

$$= 0.88 + 0.24 * (1 - 0.88)$$

$$= 0.88 + 0.02$$

$$= 0.9_{old6}$$

$$CF_{combine} CF[H,E]_{old6,8} = CF[H,E]_{old6} + CF[H,E]_8 * (1 - CF[H,E]_{old6})$$

$$= 0.9 + (-0.8) * (1 - 0.9)$$

$$= 0.9 + (-0.08)$$

$$= 0.82_{old7}$$

$$CF_{combine} CF[H,E]_{old7,9} = CF[H,E]_{old7} + CF[H,E]_9 * (1 - CF[H,E]_{old7})$$

$$= 0.82 + 0 * (1 - 0.82)$$

$$= 0.82_{old8}$$

$$CF_{combine} CF[H,E]_{old8,10} = CF[H,E]_{old8} + CF[H,E]_{10} * (1 - CF[H,E]_{old8})$$

$$= 0.82 + 0 * (1 - 0.82)$$

$$= 0.82_{old9}$$

$$CF_{combine} CF[H,E]_{old9,11} = CF[H,E]_{old9} + CF[H,E]_{11} * (1 - CF[H,E]_{old9})$$

$$= 0.82 + 0.4 * (1 - 0.82)$$

$$= 0.82 + 0.07$$

$$= 0.89_{old10}$$

$$CF_{combine} CF[H,E]_{old10,12} = CF[H,E]_{old10} + CF[H,E]_{12} * (1 - CF[H,E]_{old10})$$

$$= 0.89 + 0.32 * (1 - 0.89)$$

$$= 0.89 + 0.03$$

$$= 0.92_{old11}$$

$$CF_{combine} CF[H,E]_{old11,13} = CF[H,E]_{old11} + CF[H,E]_{13} * (1 - CF[H,E]_{old11})$$

$$= 0.92 + 0 * (1 - 0.92)$$

$$= 0.92_{old12}$$

$$CF_{combine} CF[H,E]_{old12,14} = CF[H,E]_{old12} + CF[H,E]_{14} * (1 - CF[H,E]_{old12})$$

$$= 0.92 + (-0.16) * (1 - 0.92)$$

$$= 0.92 + (-0.01)$$

$$= 0.91_{old13}$$



$$\begin{aligned}CF_{\text{combine}} CF[H,E]_{\text{old13},15} &= CF[H,E]_{\text{old13}} + CF[H,E]_{15} * (1 - CF[H,E]_{\text{old13}}) \\&= 0.91 + 0.2 * (1 - 0.91) \\&= 0.91 + 0.01 \\&= 0.92_{\text{old14}}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}CF_{\text{combine}} CF[H,E]_{\text{old14},16} &= CF[H,E]_{\text{old14}} + CF[H,E]_{16} * (1 - CF[H,E]_{\text{old14}}) \\&= 0.92 + 0 * (1 - 0.92) \\&= 0.92_{\text{old15}}\end{aligned}$$

$$CF[H,E]_{\text{old15}} * 100 \% = 0.92 * 100 \% = 92 \%$$

Dengan demikian dapat dikatakan bahwa perhitungan certainty factor pada penyakit demam berdarah memiliki persentase tingkat keyakinan 92 %.

D. REFERENSI

1. Grove RF. Design and Development of Knowledge-Based Systems on the Web. 9th Golden West Int Conf Intell Syst 2000, ICIS 2000. 2000;147–50.
2. Mohammad SM. Artificial Intelligence in Information Technology. SSRN Electron J. 2020;7(6):168–75.
3. Avram G. Empirical Study on Knowledge Based Systems. Electron J Inf Syst Eval [Internet]. 2005;8(1):pp11-20-pp11-20. Available from: <https://academic-publishing.org/index.php/ejise/article/view/346>

E. TUGAS

Jelaskan dan definisikan dari istilah dibawah ini :

1. Berdasarkan contoh diatas, buatlah perhitungan manual menggunakan algoritma certainty factor pada sebuah studi kasus sistem pakar dengan mencari rujukan rule dan data pada sebuah studi kasus.
2. Buatlah simulasi sederhana perhitungan pada Nomor 1 diatas dengan menggunakan Bahasa pemrograman python.

--- SELAMAT BELAJAR ---