

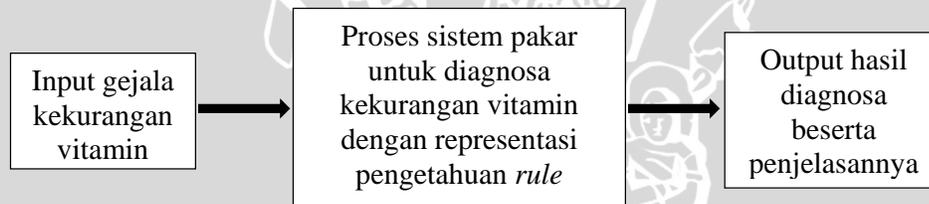
## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas dasar teori yang digunakan untuk menunjang penulisan skripsi mengenai Sistem Pakar untuk Mendiagnosa Defisiensi (Kekurangan) Vitamin pada Tubuh Manusia Berbasis Web. Adapun dasar teori yang di maksud adalah vitamin, sistem pakar, metode *Certainty Factor*.

#### 2.1. Kajian Pustaka

Kajian pustaka pada penelitian ini melihat dari penelitian sebelumnya yang berjudul “*Representasi Pengetahuan Berbasis Rule dalam Menganalisa Kekurangan Vitamin pada Tubuh Manusia*”. Pada penelitian tersebut telah dibuat sistem pakar berbasis aplikasi desktop untuk menganalisa kekurangan vitamin pada tubuh manusia dengan menggunakan representasi pengetahuan *rule*. Pada gambar 2.1 dijelaskan alur proses sistem dalam menganalisa kekurangan vitamin pada tubuh manusia berbasis *rule*.



**Gambar 2.1** Diagram blok “Representasi Pengetahuan Berbasis Rule dalam Menganalisa Kekurangan Vitamin pada Tubuh Manusia”

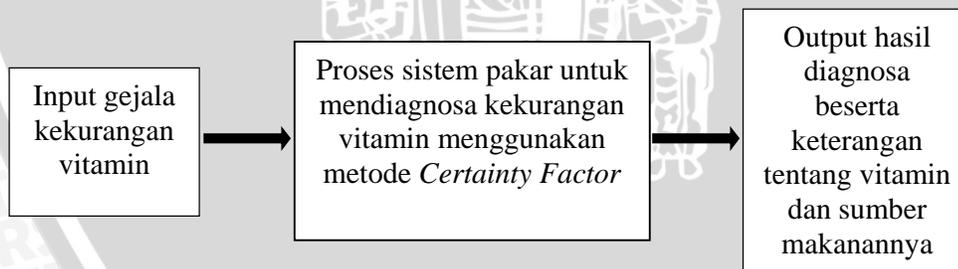
Sumber : [ZAI – 12]

Perbedaan penelitian sebelumnya dan penelitian yang dibuat penulis terletak pada jumlah defisiensi vitaminnya, penelitian sebelumnya hanya menggunakan 6 jenis defisiensi vitamin, sedangkan penulis menggunakan 10 jenis defisiensi vitamin. Perbedaan lainnya terletak pada implementasi metode *Certainty Factor* yang digunakan untuk diagnosa kekurangan vitamin pada penelitian penulis. Sedangkan diagnosa pada penelitian sebelumnya hanya menggunakan representasi pengetahuan rule saja. Perbedaan ini akan

menyebabkan proses diagnosa kekurangan vitamin yang dilakukan akan berbeda dengan penelitian sebelumnya. Perbedaan lainnya adalah aplikasi yang dihasilkan pada penelitian sebelumnya berupa aplikasi desktop sedangkan aplikasi yang dihasilkan penulis akan berupa web, sehingga dapat lebih mudah digunakan oleh setiap orang tanpa perlu menginstalasi aplikasi dan basis datanya.

Penelitian terkait lainnya yang berjudul “*Sistem Pakar Penanganan Penyakit Balita dengan Metode Certainty Factor*” menerangkan bahwa pemanfaatan metode *certainty factor* pada sistem pakar ini menunjukkan probabilitas atau nilai kemungkinan munculnya suatu penyakit pada level tertentu. Pada penerapan *certainty factor* dalam permasalahan ini dikatakan sudah sesuai dengan hasil perhitungan manual dan hasil yang diberikan oleh sistem. Berdasarkan hasil analisa yang dilakukan dengan teknik sampling menunjukkan hasil 85 % sama dengan hasil yang diberikan dokter ahli [FEB – 14].

Berdasarkan kajian pustaka tersebut maka penelitian ini menggunakan metode *certainty factor*. Pada gambar 2.2 User menginputkan data gejala yang dialaminya. Data-data gejala masukan tersebut kemudian di proses dengan metode *certainty factor* untuk mendapatkan tingkat kemungkinan kekurangan vitaminnya beserta keterangan tentang vitamin tersebut dan sumber makanan untuk menanggulangnya.



**Gambar 2.2** Diagram blok “Sistem Pakar untuk Mendiagnosa Defisiensi/Kekurangan Vitamin pada Tubuh Manusia Berbasis Web” yang menerapkan metode *Certainty Factor*

**Sumber :** Perancangan

## 2.2 Vitamin

Vitamin (bahasa Inggris: *vital amine*, vitamin) adalah sekelompok senyawa organik amina berbobot molekul kecil yang memiliki fungsi vital dalam metabolisme setiap organisme, yang tidak dapat dihasilkan oleh tubuh. Nama ini berasal dari gabungan kata bahasa Latin *vita* yang artinya "hidup" dan amina (*amine*) yang mengacu pada suatu gugus organik yang memiliki atom nitrogen (N), karena pada awalnya vitamin dianggap demikian. Kelak diketahui bahwa banyak vitamin yang sama sekali tidak memiliki atom N. Dipandang dari sisi enzimologi (ilmu tentang enzim), vitamin adalah kofaktor dalam reaksi kimia yang dikatalisasi oleh enzim. Pada dasarnya, senyawa vitamin ini digunakan tubuh untuk dapat bertumbuh dan berkembang secara normal [YUN – 08].

Terdapat 13 jenis vitamin yang dibutuhkan oleh tubuh untuk dapat bertumbuh dan berkembang dengan baik. Vitamin tersebut antara lain vitamin A, C, D, E, K, dan B (tiamin, riboflavin, niasin, asam pantotenat, biotin, vitamin B6, vitamin B12, dan folat). Walau memiliki peranan yang sangat penting, tubuh hanya dapat memproduksi vitamin D dan vitamin K dalam bentuk provitamin yang tidak aktif. Oleh karena itu, tubuh memerlukan asupan vitamin yang berasal dari makanan yang kita konsumsi. Buah-buahan dan sayuran terkenal memiliki kandungan vitamin yang tinggi dan hal tersebut sangatlah baik untuk tubuh. Asupan vitamin lain dapat diperoleh melalui suplemen makanan.

Vitamin memiliki peranan spesifik di dalam tubuh dan dapat pula memberikan manfaat kesehatan. Bila kadar senyawa ini tidak mencukupi, tubuh dapat mengalami suatu penyakit. Tubuh hanya memerlukan vitamin dalam jumlah sedikit, tetapi jika kebutuhan ini diabaikan maka metabolisme di dalam tubuh kita akan terganggu karena fungsinya tidak dapat digantikan oleh senyawa lain. Gangguan kesehatan ini dikenal dengan istilah avitaminosis. Contohnya adalah bila kita kekurangan vitamin A maka kita akan mengalami kerabunan.

Fungsi vitamin secara umum:

Vitamin berperan dalam beberapa tahap reaksi metabolisme energi, pertumbuhan, dan pemeliharaan tubuh, pada umumnya sebagai koenzim. Sebagian besar koenzim terdapat dalam bentuk apoenzim, yaitu vitamin yang terikat dengan protein. Hingga sekarang fungsi biokimia beberapa jenis belum

diketahui dengan pasti. Kontribusi suatu makanan terhadap kandungan vitamin makanan sehari – hari bergantung pada jumlah vitamin yang semula terdapat dalam makanan tersebut, jumlah yang rusak pada saat panen atau penyembelihan, penyimpanan, pemrosesan dan pemasakan. Pada saat dan penyimpanan sejumlah vitamin akan hilang, bergantung pada suhu, penyingkapan terhadap udara dan matahari, serta lama disimpan akan semakin banyak vitamin yang hilang[ANI – 11].

### **2.2.1 Macam-macam Vitamin**

Secara garis besar, vitamin dapat dikelompokkan menjadi 2 kelompok besar, yaitu vitamin yang larut dalam air dan vitamin yang larut dalam lemak. Hanya terdapat 2 vitamin yang larut dalam air, yaitu B dan C, sedangkan vitamin lainnya, yaitu vitamin A, D, E, dan K bersifat larut dalam lemak. Vitamin yang larut dalam lemak akan disimpan di dalam jaringan adiposa (lemak) dan di dalam hati. Vitamin ini kemudian akan dikeluarkan dan diedarkan ke seluruh tubuh saat dibutuhkan. Beberapa jenis vitamin hanya dapat disimpan beberapa hari saja di dalam tubuh, sedangkan jenis vitamin lain dapat bertahan hingga 6 bulan lamanya di dalam tubuh.

Berbeda dengan vitamin yang larut dalam lemak, jenis vitamin larut dalam air hanya dapat disimpan dalam jumlah sedikit dan biasanya akan segera hilang bersama aliran makanan. Saat suatu bahan pangan dicerna oleh tubuh, vitamin yang terlepas akan masuk ke dalam aliran darah dan beredar ke seluruh bagian tubuh. Apabila tidak dibutuhkan, vitamin ini akan segera dibuang tubuh bersama urin. Oleh karena hal inilah, tubuh membutuhkan asupan vitamin larut air secara terus-menerus[YUN – 08].

#### **Vitamin yang larut dalam lemak:**

##### **1. Vitamin A**

Vitamin A, yang juga dikenal dengan nama retinol, merupakan vitamin yang berperan dalam pembentukan indra penglihatan yang baik, terutama di malam hari, dan sebagai salah satu komponen penyusun pigmen mata di retina. Selain itu, vitamin ini juga berperan penting dalam menjaga kesehatan kulit dan

imunitas tubuh. Vitamin ini bersifat mudah rusak oleh paparan panas, cahaya matahari, dan udara.

Sumber makanan yang banyak mengandung vitamin A, antara lain susu, ikan, sayur-sayuran (terutama yang berwarna hijau dan kuning), dan juga buah-buahan (terutama yang berwarna merah dan kuning, seperti cabai merah, wortel, pisang, dan pepaya).

## 2. Vitamin D

Bagian tubuh yang paling banyak dipengaruhi oleh vitamin ini adalah tulang. Vitamin D ini dapat membantu metabolisme kalsium dan mineralisasi tulang. Sel kulit akan segera memproduksi vitamin D saat terkena cahaya matahari (sinar ultraviolet).

Sumber vitamin D banyak ditemukan pada makanan hewani, antara lain ikan, telur, susu, serta produk olahannya, seperti keju.

## 3. Vitamin E

Vitamin E berperan dalam menjaga kesehatan berbagai jaringan di dalam tubuh, mulai dari jaringan kulit, mata, sel darah merah hingga hati. Selain itu, vitamin ini juga dapat melindungi paru-paru manusia dari polusi udara. Nilai kesehatan ini terkait dengan kerja vitamin E di dalam tubuh sebagai senyawa antioksidan alami.

Sumber vitamin E banyak ditemukan pada ikan, ayam, kuning telur, kecambah, ragi, havermut dan minyak tumbuh-tumbuhan.

## 4. Vitamin K

Vitamin K banyak berperan dalam pembentukan sistem peredaran darah yang baik dan penutupan luka. Selain itu, vitamin K juga berperan sebagai kofaktor enzim untuk mengkatalis reaksi karboksilasi asam amino asam glutamat. Oleh karena itu, penting untuk banyak mengonsumsi makanan yang mengandung vitamin K yang baik bagi pemenuhan kebutuhan di dalam tubuh.

Sumber vitamin K antara lain susu, kuning telur, dan sayuran segar.

### **Vitamin yang larut dalam air:**

#### 1. Vitamin C

Vitamin C (asam askorbat) banyak memberikan manfaat bagi kesehatan tubuh. Di dalam tubuh, vitamin C juga berperan sebagai senyawa pembentuk kolagen yang merupakan protein penting penyusun jaringan kulit, sendi, tulang, dan jaringan penyokong lainnya. Vitamin C merupakan senyawa antioksidan alami yang dapat menangkal berbagai radikal bebas dari polusi di sekitar lingkungan kita. Terkait dengan sifatnya yang mampu menangkal radikal bebas, vitamin C dapat membantu menurunkan laju mutasi dalam tubuh sehingga risiko timbulnya berbagai penyakit degeneratif, seperti kanker, dapat diturunkan. Selain itu, vitamin C berperan dalam menjaga bentuk dan struktur dari berbagai jaringan di dalam tubuh, seperti otot. Vitamin ini juga berperan dalam penutupan luka saat terjadi pendarahan dan memberikan perlindungan lebih dari infeksi mikroorganisme patogen. Melalui mekanisme inilah vitamin C berperan dalam menjaga kebugaran tubuh dan membantu mencegah berbagai jenis penyakit.

Sumber vitamin C antara lain buah jeruk, tomat, nanas, arbei, kangkung, kentang, cabai hijau, selada hijau, jambu biji.

#### 2. Vitamin B

Secara umum, golongan vitamin B berperan penting dalam metabolisme di dalam tubuh, terutama dalam hal pelepasan energi saat beraktivitas. Hal ini terkait dengan perannya di dalam tubuh, yaitu sebagai senyawa koenzim yang dapat meningkatkan laju reaksi metabolisme tubuh terhadap berbagai jenis sumber energi. Beberapa jenis vitamin yang tergolong dalam kelompok vitamin B ini juga berperan dalam pembentukan sel darah merah (eritrosit). Sumber utama vitamin B berasal dari susu, gandum, ikan, dan sayur-sayuran hijau.

#### 3. Vitamin B1

Vitamin B1, yang dikenal juga dengan nama tiamin, merupakan salah satu jenis vitamin yang memiliki peranan penting dalam menjaga kesehatan kulit dan membantu mengkonversi karbohidrat menjadi energi yang diperlukan tubuh untuk

rutinitas sehari-hari. Di samping itu, vitamin B1 juga membantu proses metabolisme protein dan lemak.

Sumber vitamin B1 berasal dari jantung, hati, ginjal, beras, ragi, gandum, kedelai, susu, kacang tanah dan kacang-kacangan.

#### 4. Vitamin B2

Vitamin B2 (riboflavin) banyak berperan penting dalam metabolisme di tubuh manusia. Di dalam tubuh, vitamin B2 berperan sebagai salah satu komponen koenzimflavin mononukleotida (flavin mononucleotide, FMN) dan flavin adenine dinukleotida (adenine dinucleotide, FAD). Kedua enzim ini berperan penting dalam regenerasi energi bagi tubuh melalui proses respirasi. Vitamin ini juga berperan dalam pembentukan molekul steroid, sel darah merah, dan glikogen, serta menyokong pertumbuhan berbagai organ tubuh, seperti kulit, rambut, dan kuku.

Sumber vitamin B2 banyak ditemukan pada sayur-sayuran segar, kacang kedelai, kuning telur, dan susu.

#### 5. Vitamin B3

Vitamin B3 juga dikenal dengan istilah niasin. Vitamin ini berperan penting dalam metabolisme karbohidrat untuk menghasilkan energi, metabolisme lemak, dan protein. Di dalam tubuh, vitamin B3 memiliki peranan besar dalam menjaga kadar gula darah, tekanan darah tinggi, penyembuhan migrain, dan vertigo. Berbagai jenis senyawa racun dapat dinetralisir dengan bantuan vitamin ini.

Vitamin B3 termasuk salah satu jenis vitamin yang banyak ditemukan pada makanan hewani, seperti ragi, hati, ginjal, daging unggas, dan ikan. Akan tetapi, terdapat beberapa sumber pangan lainnya yang juga mengandung vitamin ini dalam kadar tinggi, antara lain gandum dan kentang manis.

#### 6. Vitamin B6

Vitamin B6, atau dikenal juga dengan istilah piridoksin, merupakan vitamin yang esensial bagi pertumbuhan tubuh. Vitamin ini berperan sebagai salah satu senyawa koenzim A yang digunakan tubuh untuk menghasilkan energi melalui

jalur sintesis asam lemak, seperti spingolipid dan fosfolipid. Selain itu, vitamin ini juga berperan dalam metabolisme nutrisi dan memproduksi antibodi sebagai mekanisme pertahanan tubuh terhadap antigen atau senyawa asing yang berbahaya bagi tubuh.

Sumber vitamin B6 banyak terdapat di dalam beras, jagung, kacang-kacangan, hati, ragi, daging, dan ikan

#### 7. Vitamin B12

Vitamin B12 atau sianokobalamin merupakan jenis vitamin yang hanya khusus diproduksi oleh hewan dan tidak ditemukan pada tanaman. Oleh karena itu, vegetarian sering kali mengalami gangguan kesehatan tubuh akibat kekurangan vitamin ini. Vitamin ini banyak berperan dalam metabolisme energi di dalam tubuh. Vitamin B12 juga termasuk dalam salah satu jenis vitamin yang berperan dalam pemeliharaan kesehatan sel saraf, pembentukan molekul DNA dan RNA, pembentukan platelet darah.

Sumber makanan yang baik untuk memenuhi kebutuhan vitamin B12 adalah telur, hati, dan daging.

#### 2.2.2 Gejala Defisiensi/Kekurangan Vitamin

Defisiensi/kekurangan vitamin terjadi karena asupan vitamin yang tidak mencukupi (tidak sesuai dengan besarnya kebutuhan tubuh). Beberapa faktor yang dapat menyebabkan terjadinya defisiensi vitamin, yaitu: gangguan pencernaan atau gangguan penyerapan (malabsorpsi), meningkatnya kebutuhan tubuh akan zat gizi, dan gangguan metabolik.

Gejala-gejala yang tampak saat kekurangan vitamin antara lain.

- Vitamin A : sulit melihat dalam cahaya remang/senja hari, kulit kering, gampang infeksi, rambut kering, mata gatal dan terasa terbakar.
- Vitamin B1 : gampang lelah, kram otot, kulit kering, kulit bersisik, daya tahan tubuh berkurang.
- Vitamin B2 : sudut mulut pecah-pecah, lidah tampak merah dan licin, gampang lelah, kulit bersisik, sariawan, gampang kesemutan.

- Vitamin B3 : gatal-gatal pada tangan dan wajah, gampang lelah, mual.
- Vitamin B6 : kurang nafsu makan, gampang lelah, kram otot, luka pada gusi dan lidah.
- Vitamin B12 : sakit kepala, anemia, mual, kurang nafsu makan.
- Vitamin C : gusi berdarah, mudah memar, kulit kering, lemah (kurang energi), mimisan, gampang infeksi, nyeri sendi.
- Vitamin D : tulang nyeri, otot lemah, gigi rusak.
- Vitamin E : gampang lelah, rambut kering, rambut rontok, kulit kusam, kram kaki.
- Vitamin K : darah lambat membeku, mudah berdarah, mudah memar.

### 2.2.3 Pengaruh Defisiensi/Kekurangan Vitamin

Vitamin memiliki peranan spesifik di dalam tubuh dan dapat pula memberikan manfaat kesehatan. Bila kadar senyawa ini tidak mencukupi, tubuh dapat mengalami suatu penyakit. Vitamin sangat berpengaruh pada kesehatan seseorang karena bila kekurangan vitamin dampaknya sangat merugikan manusia itu sendiri. Pada tabel 2.1 dijelaskan akibat yang ditimbulkan apabila seseorang kekurangan vitamin.

**Tabel 2.1** Akibat Defisiensi/Kekurangan Vitamin

Jenis Vitamin	Akibat Defisiensi/Kekurangan Vitamin
Vitamin A	Kekurangan vitamin A menyebabkan buta senja, katarak, infeksi saluran pernafasan, pertumbuhan terhambat dan kulit terganggu.
Vitamin B1	Dapat menyebabkan beri-beri, gangguan saluran pencernaan, jantung, dan sistem saraf. Defisiensi vitamin B1 juga akan mengakibatkan beberapa gangguan kulit, seperti kulit kering dan bersisik.
Vitamin B2	Defisiensinya dapat menyebabkan menurunnya daya tahan tubuh, kulit kering bersisik, mulut kering, bibir pecah-pecah, dan sariawan.
Vitamin B3	Dapat menyebabkan terganggunya sistem pencernaan, otot mudah kram dan kejang, insomnia, badan lemas, mudah muntah dan mual-mual.
Vitamin B6	Kekurangan vitamin dalam jumlah banyak dapat menyebabkan pelagra alias kulit pecah-pecah, kram otot, dan insomnia.

Vitamin B12	Kekurangan vitamin ini akan menyebabkan anemia (kekurangan darah), mudah lelah lesu, dan iritasi kulit.
Vitamin C	Kekurangan vitamin C dapat menyebabkan pendarahan, gigi rontok, luka pada gusi, infeksi pada luka, tulang mudah patah.
Vitamin D	Kekurangan vitamin D menyebabkan rakhitis pada anak. Bila kadar vitamin D rendah maka tubuh akan mengalami pertumbuhan kaki yang tidak normal, dimana betis kaki akan membentuk huruf O dan X. Di samping itu, gigi akan mudah mengalami kerusakan dan otot pun akan mengalami kekejangan. Penyakit lainnya adalah osteomalasia, yaitu hilangnya unsur kalsium dan fosfor secara berlebihan di dalam tulang. Penyakit ini biasanya ditemukan pada remaja, sedangkan pada manula, penyakit yang dapat ditimbulkan adalah osteoporosis, yaitu kerapuhan tulang akibatnya berkurangnya kepadatan tulang.
Vitamin E	Kekurangan vitamin E dapat menyebabkan anemia dan gangguan kesehatan yang fatal bagi tubuh, antara lain kemandulan baik bagi pria maupun wanita. Selain itu, saraf dan otot akan mengalami gangguan yang berkepanjangan.
Vitamin K	Kekurangan vitamin K menyebabkan hipotrombinemia dengan akibat masa pembekuan panjang, darah sulit membeku bila terluka/berdarah, pendarahan di dalam tubuh.

Sumber : [ANI – 11]

### 2.3 Sistem Pakar

Dalam ilmu komputer, banyak ahli yang berkonsentrasi pada pengembangan kecerdasan buatan atau *Artificial Intelligence* (AI). AI adalah suatu studi khusus dimana tujuannya adalah membuat komputer berpikir dan bertindak seperti manusia. Sistem Pakar adalah salah satu bidang teknik kecerdasan buatan yang membuat ekstensi khusus untuk spesialisasi pengetahuan guna memecahkan suatu permasalahan pada *Human Expert*. *Human Expert* merupakan seseorang yang ahli dalam suatu bidang ilmu pengetahuan tertentu, ini berarti bahwa *expert* memiliki suatu pengetahuan atau *skill* khusus yang dimiliki oleh orang lain. *Expert* dapat memecahkan suatu permasalahan yang tidak dapat dipecahkan oleh orang lain dengan cara efisien. Pengetahuan di dalam *Expert system* berasal orang atau *knowledge* yang berasal dari buku-buku referensi, surat kabar atau karya ilmiah orang lain [SYA – 12].

### 2.3.1 Definisi Sistem Pakar

Sistem pakar mempunyai banyak definisi, tetapi pada dasarnya sistem pakar diterapkan untuk mendukung pemecahan masalah. Berikut ini beberapa definisi tentang sistem pakar, antara lain: (Kusumadewi, 2003:109)

1. Menurut Durkin: Sistem pakar adalah suatu program komputer yang dirancang untuk memodelkan kemampuan penyelesaian masalah yang dilakukan oleh seorang pakar.
2. Menurut Giarratano dan Riley: Sistem pakar adalah suatu sistem komputer yang bisa menyamai atau meniru kemampuan seorang pakar.
3. Menurut Martin dan Oxman: Sistem pakar adalah sistem berbasis komputer yang menggunakan pengetahuan, fakta, dan teknik penalaran dalam memecahkan masalah yang biasanya hanya dapat dipecahkan oleh seorang pakar dalam bidang tersebut.
4. Menurut Ignizio: Sistem pakar adalah suatu model dan prosedur yang berkaitan, dalam suatu domain tertentu, yang mana tingkat keahliannya dapat dibandingkan dengan keahlian seorang pakar.

### 2.3.2 Latar Belakang Pengembangan Sistem Pakar

Seorang pakar dengan sistem pakar mempunyai banyak perbedaan. Perbandingan kemampuan antara seorang pakar dengan sebuah sistem pakar dapat digambarkan dalam tabel 2.2.

**Tabel 2.2** Perbedaan seorang pakar dengan sistem pakar

Pakar Manusia	Sistem Pakar
Terbatas waktu karena manusia membutuhkan istirahat	Tidak terbatas karena dapat digunakan kapanpun juga
Tempat akses bersifat lokal pada suatu tempat saja dimana pakar berada	Dapat digunakan diberbagai tempat
Pengetahuan bersifat variabel dan dapat berubah tergantung situasi	Pengetahuan bersifat konsisten

Kecepatan untuk menemukan solusi bervariasi	Kecepatan untuk memberikan solusi konsisten dan lebih cepat daripada manusia
Biaya yang diperlukan untuk konsultasi sangat mahal	Biaya yang dibutuhkan konsultasi lebih murah

**Sumber :** [SUR – 09]

Pengembangan penjelasan lebih lanjut mengenai keunggulan sistem pakar dibanding seorang pakar, yaitu[SUR – 09]:

1. Sistem pakar bisa digunakan setiap hari menyerupai sebuah mesin sedangkan seorang pakar tidak mungkin bekerja terus menerus setiap hari tanpa beristirahat.
2. Sistem pakar merupakan suatu software yang dapat diperbanyak dan kemudian dibagikan ke berbagai lokasi maupun tempat yang berbeda-beda untuk digunakan sedangkan seorang pakar hanya bekerja pada satu tempat dan pada saat yang bersamaan.
3. Suatu sistem pakar dapat diberi pengamanan untuk menentukan siapa saja yang diberikan hak akses untuk menggunakannya dan jawaban yang diberikan oleh sistem terbebas dari proses intimidasi atau ancaman, sedangkan seorang pakar bisa saja mendapat ancaman atau tekanan pada saat menyelesaikan permasalahan.
4. Pengetahuan (*knowledge*) yang disimpan pada sistem pakar tidak akan bisa hilang atau lupa, yang dalam hal ini tentu harus didukung oleh maintenance yang baik, sedangkan pengetahuan seorang pakar manusia lambat laun akan hilang karena meninggal, usia yang semakin tua, maupun menderita suatu penyakit.
5. Kemampuan memecahkan masalah pada suatu sistem pakar tidak dipengaruhi oleh faktor dari luar seperti intimidasi, perasaan kejiwaan, faktor ekonomi atau perasaan tidak suka.
6. Umumnya kecepatan dalam memecahkan masalah pada suatu sistem pakar relatif lebih cepat dibandingkan oleh seorang pakar manusia.

7. Biaya menggaji seorang pakar lebih mahal bila dibandingkan dengan penggunaan program sistem pakar (dengan asumsi bahwa program sistem pakar itu sudah ada).

### 2.3.3 Ciri-ciri Sistem Pakar

Ada berbagai ciri dan karakteristik yang membedakan sistem pakar dengan sistem lain. Ciri dan karakteristik ini menjadi pedoman utama dalam pengembangan sistem pakar. Ciri dan karakteristik yang dimaksud adalah sebagai berikut :

1. Pengetahuan sistem pakar merupakan suatu konsep, bukan berbentuk numeris.
2. Informasi dalam sistem pakar tidak selalu lengkap, subyektif, tidak konsisten, subyek terus berubah dan tergantung pada kondisi lingkungan keputusan yang diambil bersifat tidak pasti dan tidak mutlak, akan tetapi menurut ukuran kebenaran tertentu.
3. Kemungkinan solusi sistem pakar terhadap suatu permasalahan adalah bervariasi dan mempunyai banyak pilihan jawaban yang diterima, semua faktor yang ditelusuri memiliki ruang masalah yang luas dan tidak pasti.
4. Perubahan dan pengembangan pengetahuan dalam sistem pakar dapat terjadi setiap saat bahkan sepanjang waktu sehingga diperlukan kemudahan dalam modifikasi sistem untuk menampung jumlah pengetahuan yang semakin besar dan bervariasi.
5. Pandangan dan pendapat setiap pakar tidaklah selalau sama, yang oleh karena itu tidak ada jaminan bahwa solusi sistem pakar merupakan jawaban yang pasti benar.

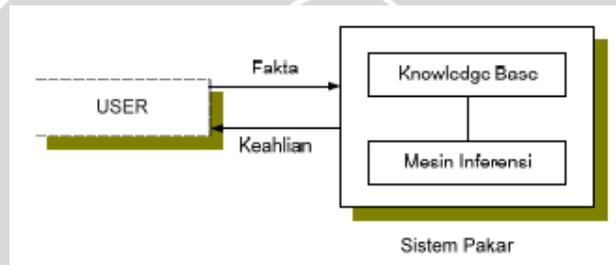
### 2.3.4 Konsep Dasar Sistem Pakar

Menurut Efraim Turban (1995), konsep dasar sistem pakar mengandung keahlian, ahli, pengalihan keahlian, inferensi, aturan dan kemampuan menjelaskan.

Keahlian adalah suatu kelebihan penguasaan pengetahuan dibidang tertentu yang diperoleh dari praktek di lapangan, membaca atau pengalaman. Contoh bentuk pengetahuan yang termasuk keahlian adalah:

1. Fakta-fakta pada lingkup permasalahan tertentu.
2. Teori-teori pada lingkup permasalahan tertentu.
3. Prosedur-prosedur dan aturan-aturan berkenaan dengan lingkup permasalahan tertentu.
4. Strategi-strategi global untuk menyelesaikan masalah.
5. *Meta- knowledge* (pengetahuan tentang pengetahuan).

Konsep dasar fungsi sistem pakar dijelaskan pada gambar 2.3.



**Gambar 2.3** Konsep dasar fungsi sistem pakar

Seorang pakar adalah orang yang mempunyai keahlian dalam bidang tertentu, yaitu pakar yang mempunyai *knowledge* atau kemampuan khusus yang orang lain tidak mengetahui atau mampu dalam bidang yang dimilikinya[KUS - 03]

*Knowledge base* berisi pengetahuan sangat spesifik yang disediakan oleh seorang pakar untuk memecahkan masalah tertentu. Contohnya: *knowledge* dari seorang dokter ahli untuk mendiagnosa penyakit tertentu. *Knowledge planning* disediakan oleh seorang konsultan investasi.

*Knowledge* pada sistem pakar mungkin saja seorang ahli, atau *knowledge* yang umumnya terdapat dalam buku, majalah, dan orang-orang yang mempunyai pengetahuan terhadap suatu bidang.

Bagian dalam sistem pakar terdiri dari 2 komponen utama, yaitu *knowledge base* yang berisi *knowledge* dan mesin inferensi yang menggambarkan

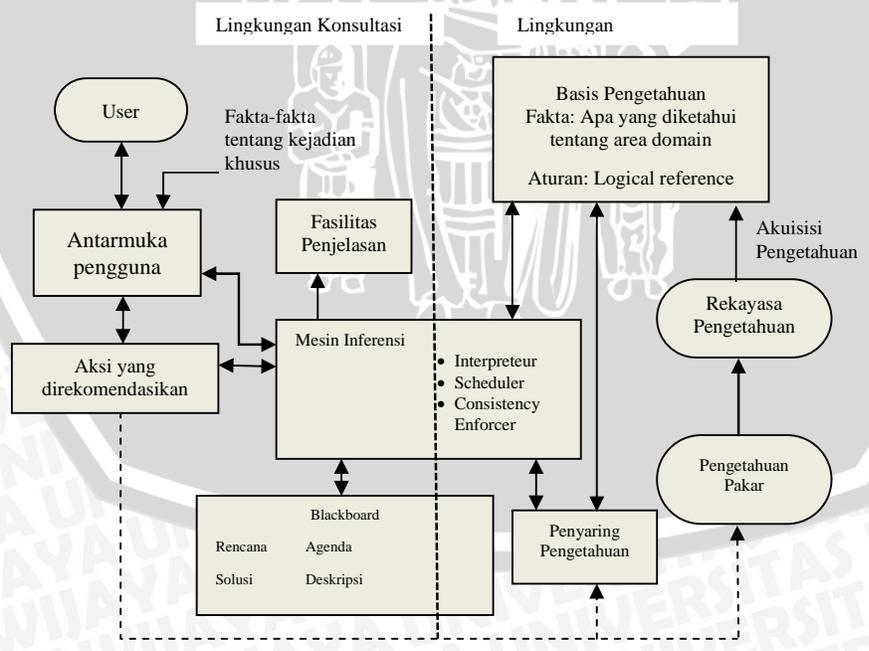
kesimpulan. Kesimpulan tersebut merupakan respon dari sistem pakar atas permintaan pengguna.

Menurut Christian (2005) *Inference engine* adalah “engine” pemroses *knowledge* yang dimodelkan berdasarkan konsep berpikir dari *expert* penyedia *knowledge*. *Inference engine* beserta informasi yang didapat dari sebuah masalah, berpasangan dengan *knowledge* yang disimpan pada *knowledge base*, berusaha untuk mencari/ menarik kesimpulan, jawaban dan rekomendasi guna memecahkan masalah tersebut.

### 2.3.5 Struktur Sistem Pakar

Sistem pakar terdiri dari 2 bagian pokok, yaitu: lingkungan pengembangan (*development environment*) dan lingkungan konsultasi (*consultation environment*).

Lingkungan pengembangan digunakan sebagai pembangun sistem pakar baik dari segi pembangun komponen maupun basis pengetahuan. Lingkungan konsultasi digunakan oleh seseorang yang bukan ahli untuk berkonsultasi [ROH - 08]. Arsitektur sistem pakar dapat dilihat pada gambar 2.4.



Gambar 2.4 Struktur Sistem Pakar

Sumber : [KUS-03]

Komponen-komponen yang ada pada sistem pakar adalah sebagai berikut[SUR – 09]:

1. Subsistem penambahan pengetahuan.

Bagian ini digunakan untuk memasukkan pengetahuan, mengkonstruksi atau memperluas pengetahuan dalam basis pengetahuan. Pengetahuan itu bisa berasal dari: ahli, buku, basis data, penelitian dan gambar.

2. Basis pengetahuan.

Berisi pengetahuan-pengetahuan yang dibutuhkan untuk memahami, memformulasikan dan menyelesaikan masalah.

3. Mesin inferensi (*inference engine*).

Ada 3 elemen utama dalam mesin inferensi, yaitu:

- a. *Interpreter*: mengeksekusi item-item agenda yang terpilih dengan menggunakan aturan-aturan dalam basis pengetahuan yang sesuai.
- b. *Scheduler*: akan mengontrol agenda.
- c. *Consistency enforcer*: akan berusaha memelihara kekonsistenan dalam mempresentasikan solusi yang bersifat darurat.

4. Blackboard.

Merupakan area dalam memori yang digunakan untuk merekam kejadian yang sedang berlangsung termasuk keputusan sementara. Ada 3 tipe keputusan yang dapat direkam, yaitu:

- a. Rencana: bagaimana menghadapi masalah.
- b. Agenda: aksi-aksi yang potensial yang sedang menunggu untuk dieksekusi.
- c. Solusi: calon aksi yang akan dibangkitkan.

5. Antarmuka Pengguna

Antarmuka digunakan untuk mempermudah komunikasi antar pengguna dengan sistem. Komunikasi tersebut berupa permintaan informasi yang diperlukan sistem untuk pencarian solusi, pembagian informasi dari pengguna, pemberian informasi dari pengguna kepada sistem, permintaan informasi penjelasan dari pengguna kepada sistem, permintaan informasi penjelasan oleh pengguna dan pemberian informasi oleh sistem.

#### 6. Fasilitas penjelasan.

Fasilitas penjelasan membantu perekayasa pengetahuan untuk memperbaiki dan meningkatkan pengetahuan, memberi kejelasan dan keyakinan kepada pemakai tentang proses atau hasil yang diberikan sistem pakar. Fasilitas ini digunakan untuk melacak respond dan memberikan penjelasan tentang sistem pakar secara interaktif melalui pertanyaan:

- a. Mengapa suatu pertanyaan ditanyakan oleh sistem pakar?
- b. Bagaimana konklusi dicapai?
- c. Mengapa ada alternatif yang dibatalkan?
- d. Rencana apa yang digunakan untuk mendapatkan solusi?

#### 7. Sistem penyaring pengetahuan.

Sistem ini digunakan untuk mengevaluasi kinerja sistem pakar itu sendiri untuk melihat apakah pengetahuan-pengetahuan yang ada masih cocok untuk digunakan dimasa mendatang.

### 2.3.5.1 Basis Pengetahuan (*Knowledge Based*)

Basis pengetahuan berisi pengetahuan-pengetahuan dalam penyelesaian masalah, tentu di dalam domain tertentu. Ada 2 bentuk pendekatan basis pengetahuan yang sangat umum digunakan, yaitu[SUR – 09]:

#### 1. Penalaran berbasis aturan (*Rule-Based Reasoning*)

Pada penalaran berbasis aturan, pengetahuan direpresentasikan dengan menggunakan aturan berbentuk: IF-THEN. Bentuk ini digunakan apabila kita memiliki sejumlah pengetahuan pakar pada suatu permasalahan tertentu, dan si pakar dapat menyelesaikan masalah tersebut secara berurutan. Disamping itu, juga digunakan apabila dibutuhkan penjelasan tentang jejak (langkah – langkah) pencapaian solusi [SHA-12].

#### 2. Penalaran berbasis kasus (*Case-Based Reasoning*).

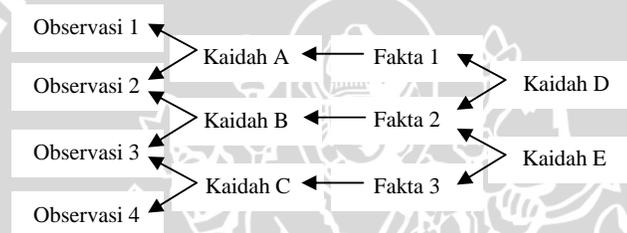
Pada penalaran berbasis kasus, basis pengetahuan akan berisi solusi-solusi yang telah dicapai sebelumnya, kemudian akan diturunkan suatu solusi untuk keadaan yang terjadi sekarang (fakta yang ada). Bentuk ini akan digunakan apabila user menginginkan untuk tahu lebih banyak lagi pada kasus-kasus

yang hampir sama (mirip). Selain itu, bentuk ini juga digunakan apabila kita telah memiliki sejumlah situasi atau kasus tertentu dalam basis pengetahuan.

**2.3.5.2 Mesin Inferensi**

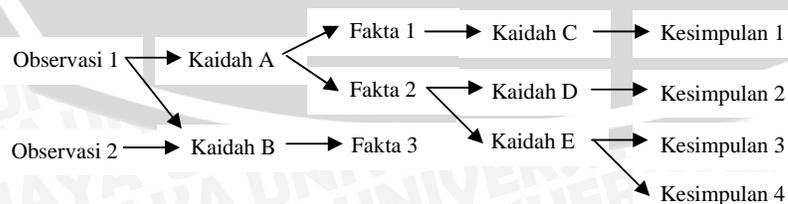
Terdapat dua pendekatan untuk mengontrol inferensi dalam sistem pakar berbasis aturan, yaitu pelacakan ke belakang (*backward chaining*) dan pelacakan ke depan (*forward chaining*).

Pelacakan ke belakang (*backward chaining*) adalah pendekatan yang dimotori tujuan terlebih dahulu (*goal-driven*). Dalam pendekatan ini pelacakan dimulai dari tujuan, selanjutnya dicari aturan yang memiliki tujuan tersebut untuk kesimpulannya. Proses *backward chaining* dijelaskan pada Gambar 2.5.



**Gambar 2.5** Proses *Backward Chaining*  
**Sumber:** (Muhammad Arhami, 2005:19)

Pelacakan kedepan (*forward chaining*) adalah pendekatan yang dimotori data (*data-driven*). Dalam pendekatan ini pelacakan dimulai dari informasi masukan, dan selanjutnya mencoba menggambarkan kesimpulan. Pelacakan ke depan mencari fakta yang sesuai dengan bagian IF dari aturan IF-THEN. Proses *forward chaining* dijelaskan pada Gambar 2.6.



**Gambar 2.6** Proses *Forward Chaining*  
**Sumber:** (Muhammad Arhami, 2005:20)

### 2.3.6 Manfaat Sistem Pakar

Ada banyak manfaat yang dapat diperoleh dengan mengembangkan sistem pakar, antara lain[SUR – 09]:

1. Masyarakat awam non pakar dapat memanfaatkan keahlian didalam bidang tertentu tanpa kehadiran langsung seorang pakar.
2. Meningkatkan produktifitas kerja, yaitu bertambah efisiensi pekerjaan tertentu serta memberikan hasil solusi kerja.
3. Penghematan waktu dalam menyelesaikan masalah yang kompleks.
4. Memberikan penyederhanaan solusi untuk kasus-kasus yang kompleks dan berulang ulang.
5. Pengetahuan dari seorang pakar dapat didokumentasikan tanpa batas waktu.
6. Memungkinkan penggabungan berbagai bidang pengetahuan dari berbagai pakar untuk dikombinasikan.

### 2.3.7 Kelemahan Sistem Pakar

Selain banyak manfaat yang diperoleh, ada juga kelemahan pengembangan sistem pakar, yaitu [SUR – 09]:

1. Daya kerja dan produktifitas manusia menjadi berkurang karena semuanya dilakukan secara otomatis oleh sistem.
2. Biaya yang diperlukan untuk membuat, memelihara, dan mengembangkannya cukup mahal.
3. Pendekatan oleh setiap pakar untuk suatu situasi atau problem bisa berbeda-beda, meskipun sama-sama benar.
4. Pengembangan perangkat lunak sistem pakar lebih sulit dibandingkan dengan perangkat lunak konvensional.

## 2.4 Ketidakpastian

Dalam Menghadapi suatu masalah, sering ditemukan jawaban yang tidak memiliki kepastian penuh. Ketidakpastian ini bisa berupa probabilitas atau kebolehjadian yang bergantung pada hasil suatu kejadian. Hasil yang tidak pasti disebabkan oleh dua faktor, yaitu aturan yang tidak pasti dan jawaban pengguna yang tidak pasti atas suatu pertanyaan yang diajukan oleh sistem. Hal ini sangat

mudah dilihat pada sistem diagnosis penyakit, dimana pakar tidak dapat mendefinisikan hubungan antara gejala dengan penyebabnya secara pasti, dan pasien tidak dapat merasakan suatu gejala dengan pasti pula. Pada akhirnya ditemukan banyak kemungkinan diagnosis [KSR-08].

Ada tiga teknik yang dapat digunakan untuk menangani ketidakpastian dan kesamaran pengetahuan, yaitu [KSR-08] :

1. Teknik Probabilitas, yang dikembangkan dengan memanfaatkan teorema Bayes yang menyajikan hubungan sebab akibat yang terjadi diantara evidence-evidence yang ada. Pendekatan alternatif lainnya yang dapat digunakan adalah teori Dempster-Shafer.
2. Faktor Kepastian, merupakan teknik penalaran tertua, yang digunakan pada sistem MYCIN (awal sistem pakar yang dikembangkan selama lima atau enam tahun pada awal tahun 1970 di *Stanford University*). Teknik ini bersifat semi probabilitas, karena tidak sepenuhnya menggunakan notasi probabilitas.
3. Logika Fuzzy, merupakan teknik baru yang diperkenalkan oleh Zadeh (1965). Konsep tersebut diberi nama dengan *Fuzziness* dan teorinya dinamakan *Fuzzy Set Theory*. Setiap variable dalam teknik ini memiliki rentang nilai tertentu, yang akan digunakan untuk menghitung nilai fungsi keanggotaannya.

Dari penjelasan faktor ketidakpastian diatas, maka didapatkan solusi metode pemecahan yaitu dengan menggunakan metode *Certainty Factor*. Dimana dengan penggunaan metode ini bisa menentukan mana yang pasti dan tidak pasti dalam mendiagnosa penyakit.

## 2.5 *Certainty Factor*

Faktor kepastian (*certainty factor*) menyatakan kepercayaan dalam sebuah kejadian (atau fakta atau hipotesis) berdasarkan bukti atau penilaian pakar. *Certainty factor* menggunakan suatu nilai untuk mengasumsikan derajat keyakinan seorang pakar terhadap suatu data.

Secara garis besar ada dua cara dalam mendapatkan tingkat keyakinan CF dari sebuah aturan, yaitu [HID – 12]:

1. Metode 'Net Belief' yang diusulkan oleh E.H Shortlife dan B. G Buchanan ditunjukkan pada persamaan 2.1.

$$CF(H,E) = MB(H,E) - MD(H,E) \dots\dots\dots(2-1)$$

CF(H,E) : *certainty factor* dari hipotesis H yang dipengaruhi oleh gejala (*evidence*) E. Besarnya CF berkisar antara -1 sampai 1. Nilai -1 menunjukkan ketidakpercayaan mutlak, sedangkan nilai 1 menunjukkan kepercayaan mutlak.

MB(H,E) : ukuran kepercayaan (*measure of increased belief*) terhadap hipotesis H yang jika diberikan *evidence* E

MD(H,E) : ukuran ketidakpercayaan (*measure of increased disbelief*) terhadap hipotesis H, jika diberikan *evidence* E

2. Dengan mewawancarai seorang pakar Nilai CF (*Rule*) serta bobot dari masing-masing fakta didapat dari interpretasi 'term' dari pakar, yang diubah menjadi nilai CF tertentu sesuai tabel 2.3.

**Tabel 2.3** Interpretasi Nilai CF

Uncertain Term	CF
Definitely not (pasti tidak)	- 1.0
Almost certainly not (hampir pasti tidak)	- 0.8
Probably not (kemungkinan besar tidak)	- 0.6
Maybe not (kemungkinan tidak)	- 0.4
Unknown (tidak tahu)	- 0.2 to 0.2
Maybe (mungkin)	0.4
Probably (kemungkinan besar)	0.6
Almost certainly (hampir pasti)	0.8
Definitely (pasti)	1.0

Acuan dalam pemberian nilai bobot gejala oleh pakar didasarkan pada tabel 2.4. Tabel interpretasi nilai bobot digunakan sebagai dasar seorang pakar dalam menentukan bobot masing-masing gejala.

**Tabel 2.4** Interpretasi Nilai Bobot

Istilah	Bobot
Kurang Berpengaruh	0.1 s/d 0.4
Berpengaruh	0.5 s/d 0.7
Sangat Berpengaruh	0.8 s/d 1

Bentuk dasar rumus *certainty factor* sebuah aturan JIKA E MAKA H ditunjukkan oleh persamaan 2.2.

$$CF(H, e) = CF(E, e) * CF(H, E) \dots\dots\dots (2-2)$$

dimana

- CF(H, e) : *certainty factor* hipotesis yang dipengaruhi oleh evidence e
- CF(E, e) : *certainty factor* evidence E yang dipengaruhi oleh evidence e
- CF(H, E) : *certainty factor* hipotesis dengan asumsi evidence diketahui dengan pasti, yaitu ketika  $CF(E, e) = 1$

Dalam aplikasinya, CF(H,E) merupakan nilai kepastian yang diberikan oleh pakar terhadap suatu aturan, sedangkan CF(E,e) merupakan nilai kepercayaan yang diberikan oleh pengguna terhadap gejala yang dialaminya.

Jika semua evidence diketahui dengan pasti, maka persamaannya akan menjadi:

$$CF(H, e) = CF(H, E) \dots\dots\dots (2-3)$$

*Certainty factor* gabungan merupakan CF akhir dari sebuah calon kesimpulan. CF akhir dari satu aturan dengan aturan yang lain digabungkan untuk mendapatkan nilai CF akhir bagi calon kesimpulan tersebut. Persamaan 2.4 digunakan untuk melakukan perhitungan CF gabungan.

$$CF_{COMBINE}(CF_1, CF_2) = CF_1 + CF_2 * (1 - CF_1) \dots\dots\dots (2-4)$$

Contoh:

Terdapat sebuah aturan

JIKA batuk DAN demam DAN bersin-bersin DAN sakit kepala MAKA

Influenza.

Evidence	CF(H,E)	CF(E,e)		
		Jarang	Sering	Sangat Sering
Batuk	0.6	0.3	0.6	0.8
Demam	0.4	0.1	0.5	0.7
Bersin-bersin	0.7	0.4	0.6	0.8
Sakit Kepala	0.5	0.2	0.5	0.7

Seorang user menginputkan gejala:

**Batuk** dengan pilihan **Sering**

**Demam** dengan pilihan **Jarang**

**Bersin-bersin** dengan pilihan **Sering**

dengan menganggap

E1 : batuk

E2 : demam

E3 : bersin-bersin

H : influenza

Nilai certainty factor hipotesis yang dipengaruhi evidence e sesuai rumus (2)

$$CF(E1) = CF(E1, e) * CF(H, E1)$$

$$= 0.6 * 0.6$$

$$= 0.36$$

$$CF(E2) = CF(E2, e) * CF(H, E2)$$

$$= 0.1 * 0.4$$

$$= 0.04$$

$$CF(E3) = CF(E3, e) * CF(H, E3)$$

$$= 0.6 * 0.7$$

$$= 0.42$$

Setelah diperoleh nilai-nilai CF dari masing-masing gejala maka nilai CF akhir bisa dihitung menggunakan rumus gabungan seperti pada persamaan 2.4. Perhitungannya sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 CF_{COMBINE}(CF_1, CF_2) &= CF_1 + CF_2 * (1 - CF_1) \\
 &= CF(E1) + CF(E2) * (1 - CF(E1)) \\
 &= 0.36 + 0.04 * (1 - 0.36) \\
 &= 0.36 + 0.04 * 0.64 \\
 &= 0.36 + 0.02 \\
 &= 0.38
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 CF_{COMBINE}((CF1, CF2), CF3) &= CF(CF1, CF2) + CF(E3) * (1 - CF(CF1, CF2)) \\
 &= 0.38 + 0.42 * (1 - 0.38) \\
 &= 0.38 + 0.42 * 0.62 \\
 &= 0.38 + 0.26 \\
 &= 0.64
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas dapat disimpulkan nilai CF dari penyakit influenza adalah 0.64 atau 64% .

### 2.5.1 Kelebihan dan Kekurangan Metode *Certainty Factor*

Kelebihan *Certainty Factor* [SYA – 12]:

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

Kekurangan Metode *Certainty Factor* [SYA – 12] :

- 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 dua data saja. Perlu dilakukan beberapa kali pengolahan data untuk data yang lebih dari dua buah.
- c. Nilai CF yang diberikan bersifat subyektif karena penilaian setiap pakar bisa saja berbeda-beda tergantung pengetahuan dan pengalaman pakar.

