

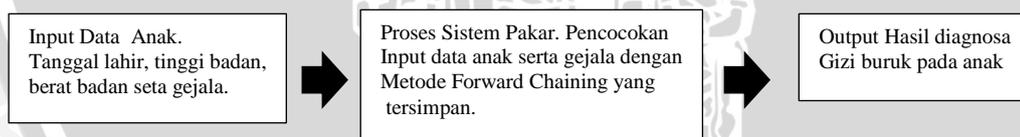
## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini akan diuraikan mengenai kajian pustaka serta teori-teori dasar pembuatan sistem pakar. Kajian pustaka adalah membahas penelitian yang telah ada dan yang diuraikan. Dasar teori meliputi Kecerdasan Buatan, Sistem Pakar, Metode *Dempster-Shafer*, Gizi Buruk Anak.

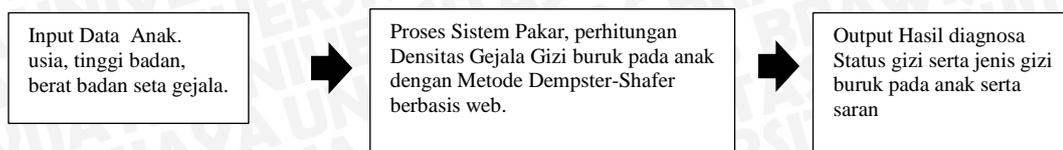
#### 2.1 Kajian Pustaka

Penelitian yang dibahas yaitu “Sistem Pakar Diagnosa Gizi Buruk Pada Anak Berbasis Web”. Penelitian ini telah membuat sistem pakar untuk pendeteksian dan penanganan dini terhadap gizi buruk pada anak berbasis web dengan metode *forward chaining*. Dari penelitian tersebut didapatkan kesimpulan, yaitu bahwa metode *forward chaining* merupakan metode yang cukup tepat ketika diterapkan pada aplikasi web. Kesimpulan kedua, yaitu didapatkan tingkat kevalidan hasil diagnosa gizi buruk pada anak usia 0-5 tahun dengan metode *forward chaining*. Hasil tingkat kevalidan *forward chaining* mencapai 90% dengan 11 skenario uji coba. Diagram blok dari penelitian tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.1



**Gambar 2.1** Diagram Blok ‘Sistem Pakar Diagnosa Gizi Buruk Pada Anak Berbasis Web’ yang menerapkan metode Kajian Kinerja *Forward Chaining*  
**Sumber :** [AFN-08]

Perbedaan yang dibuat penulis pada penelitian ini adalah pada pendeteksian status gizi dan pendeteksian jenis gizi buruk menggunakan metode *Dempster-Shafer* untuk perhitungannya disertai dengan saran sebagai penanganan dan penegahan dini terhadap gizi buruk pada anak. Perbedaan ini akan menyebabkan proses deteksi gizi buruk pada anak yang dilakukan akan berbeda dengan penelitian sebelumnya. Diagram blok dari usulan penelitian yang akan dibuat dapat dilihat pada Gambar 2.2.



**Gambar 2.2** Diagram Blok ‘Sistem Pakar Untuk Mendiagnosa Gizi Buruk Pada Anak Berbasis Web’ yang menerapkan metode *Dempster-Shafer*  
**Sumber :** Usulan

## 2.2 Sistem Pakar (*Expert System*)

Sistem Pakar adalah salah satu bagian dari kecerdasan buatan yang mengandung pengetahuan dan pengalaman yang dimasukkan oleh satu atau banyak pakar ke dalam satu area pengetahuan tertentu. Sehingga setiap orang dapat menggunakannya untuk memecahkan berbagai masalah yang bersifat spesifik [PPM-11].

Penggunaan sistem pakar dapat digunakan untuk menyelesaikan masalahnya atau sekedar mencari suatu informasi berkualitas yang sebenarnya hanya dapat diperoleh dengan bantuan para ahli di bidangnya. Seorang pakar yang dimaksud disini adalah orang yang mempunyai keahlian dalam bidang tertentu, yaitu pakar yang mempunyai *knowledge* atau kemampuan khusus yang tidak dimiliki oleh orang lain [PPM-11].

### 2.2.1 Konsep Dasar Sistem Pakar

Konsep dasar dari sistem pakar yaitu meliputi keahlian (*expertise*), ahli (*experts*), pemindahan keahlian (*transferring expertise*), inferensi (*inferencing*), aturan (*rules*) dan kemampuan memberikan penjelasan (*explanation capability*) [HID-10].

Keahlian (*expertise*) adalah pengetahuan yang mendalam tentang suatu masalah tertentu, dimana keahlian bisa diperoleh dari pelatihan/ pendidikan, membaca dan pengalaman dunia nyata. Ada dua macam pengetahuan yaitu pengetahuan dari sumber yang ahli dan pengetahuan dari sumber yang tidak ahli. Pengetahuan dari sumber yang ahli dapat digunakan untuk mengambil keputusan dengan cepat dan tepat [HID-10].

Ahli (*experts*) adalah seorang yang memiliki keahlian tentang suatu hal dalam tingkatan tertentu. Ahli dapat menggunakan suatu permasalahan yang

ditetapkan dengan beberapa cara yang berubah-ubah dan merubahnya kedalam bentuk yang dapat dipergunakan oleh dirinya sendiri dengan cepat dan cara pemecahan yang mengesankan [HID-10].

Ahli seharusnya dapat untuk menjelaskan hasil yang diperoleh, mempelajari sesuatu yang baru tentang domain masalah, merestrukturisasi pengetahuan kapan saja yang diperlukan dan menentukan apakah keahlian mereka relevan atau saling berhubungan [HID-10].

### 2.2.2 Tujuan Sistem Pakar

Tujuan dari sistem pakar adalah untuk memindahkan kemampuan (*transferring expertise*) dari seorang ahli atau sumber keahlian yang lain ke dalam komputer dan kemudian memindahkannya dari komputer kepada pemakai yang tidak ahli (bukan pakar). Proses ini meliputi empat aktivitas yaitu [HID-10] :

- a. Akuisi pengetahuan (*knowledge acquisition*) yaitu kegiatan mencari dan mengumpulkan pengetahuan dari para ahli atau sumber keahlian yang lain.
- b. Representasi pengetahuan (*knowledge representation*) adalah kegiatan menyimpan dan mengatur penyimpanan pengetahuan yang diperoleh dalam komputer. Pengetahuan berupa fakta dan aturan disimpan dalam komputer sebagai sebuah komponen yang disebut basis pengetahuan.
- c. Inferensi pengetahuan (*knowledge inferencing*) adalah kegiatan melakukan inferensi berdasarkan pengetahuan yang telah disimpan didalam komputer.
- d. Pemandahan pengetahuan (*knowledge transfer*) adalah kegiatan pemandahan pengetahuan dari komputer ke pemakai yang tidak ahli.

### 2.2.3 Bentuk Sistem Pakar

Sistem pakar dikelompokkan ke dalam empat bentuk yaitu [HID-10] :

1. Mandiri merupakan sistem pakar yang murni berdiri sendiri, tidak digabung dengan perangkat lunak lain, bisa dijalankan pada komputer pribadi dan mainframe.
2. Terkait atau tergabung merupakan sistem pakar hanya bagian dari program yang lebih besar. Program tersebut biasanya menggunakan teknik algoritma konvensional tapi bisa mengakses sistem pakar yang ditempatkan sebagai subrutin, yang bisa dimanfaatkan setiap kali dibutuhkan.

3. Terhubung adalah sistem pakar yang berhubungan dengan software lain. Misalnya *spreadsheet*, DBMS, program grafik. Pada saat proses inferensi, sistem pakar bisa mengakses data dalam *spreadsheet* atau DBMS atau program grafik bisa dipanggil untuk menayangkan output visual.
4. Sistem Mengabdikan merupakan bagian dari komputer khusus yang diabdikan kepada fungsi tunggal. Sistem tersebut bisa membantu analisa data radar dalam pesawat tempur atau membuat keputusan intelejen tentang bagaimana memodifikasi pembangunan kimiawi.

#### 2.2.4 Ciri-ciri Sistem Pakar

Sistem pakar mempunyai ciri-ciri, diantaranya adalah [SAP-08] :

1. Terbatas pada bidang yang spesifik.
2. Dapat memberikan penalaran untuk data-data yang tidak lengkap atau tidak pasti.
3. Dapat mengemukakan rangkaian alasan yang diberikannya dengan cara yang dapat dipahami.
4. Berdasarkan pada *rule* atau kaidah tertentu.
5. Dirancang untuk dapat dikembangkan secara bertahap.
6. Outputnya bersifat nasihat atau anjuran.
7. Output tergantung dari dialog dengan user.
8. *Knowledge base* dan *inference engine* terpisah.

#### 2.2.5 Keuntungan Sistem Pakar

Secara garis besar, banyak manfaat yang dapat diambil dengan adanya sistem pakar, antara lain [SAP-08] :

1. Memungkinkan orang awam bisa mengerjakan pekerjaan para ahli.
2. Bisa melakukan proses secara berulang secara otomatis.
3. Menyimpan pengetahuan dan keahlian para pakar.
4. Meningkatkan output dan produktivitas.
5. Meningkatkan kualitas.
6. Mampu mengambil dan melestarikan keahlian para pakar (terutama yang termasuk keahlian langka).
7. Mampu beroperasi dalam lingkungan yang berbahaya.

8. Memiliki kemampuan untuk mengakses pengetahuan.
9. Memiliki reabilitas.
10. Meningkatkan kapabilitas sistem komputer.
11. Memiliki kemampuan untuk bekerja dengan informasi yang tidak lengkap dan mengandung ketidakpastian.
12. Sebagai media pelengkap dalam pelatihan.
13. Meningkatkan kapabilitas dalam penyelesaian masalah.
14. Menghemat waktu dalam pengambilan keputusan.

### 2.2.6 Kelemahan sistem pakar

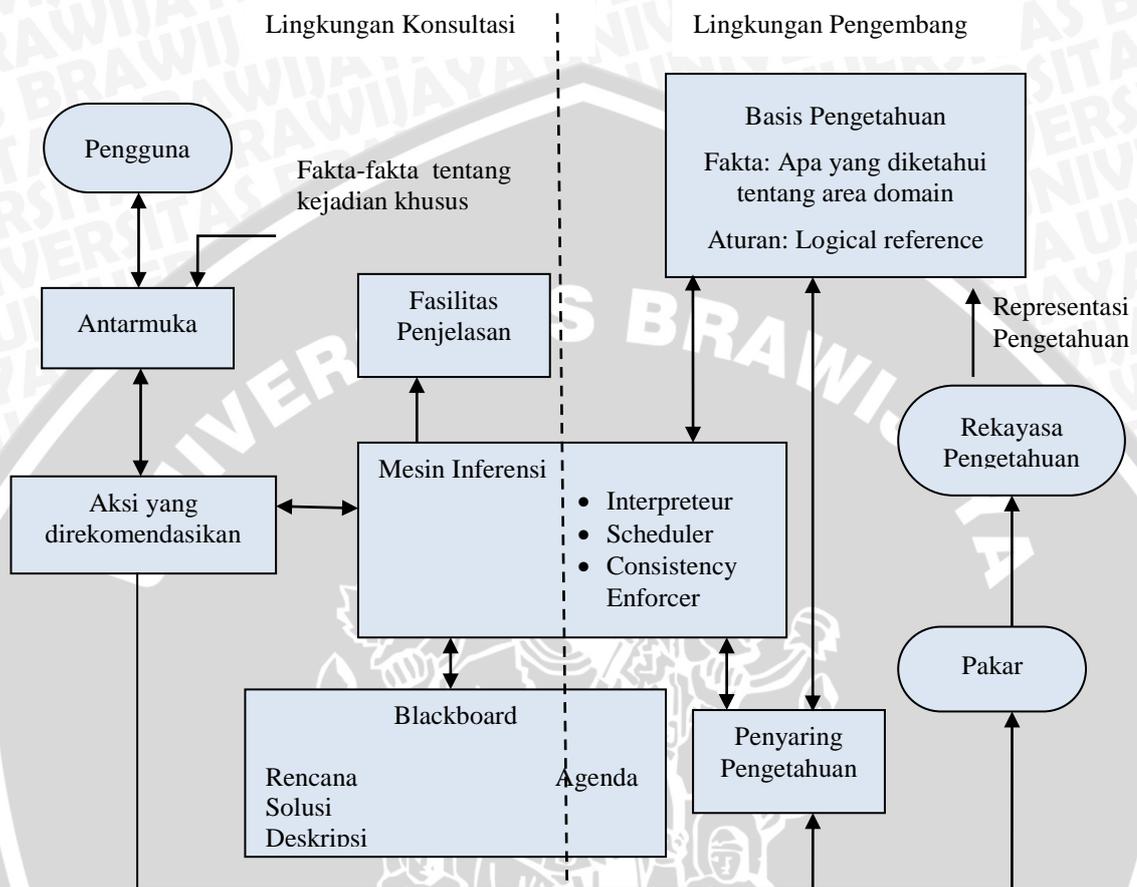
Sistem pakar seperti halnya sistem lainnya, juga memiliki kelemahan, diantaranya adalah [SAP-08] :

1. Masalah dalam mendapatkan pengetahuan dimana pengetahuan tidak selalu bisa didapatkan dengan mudah, karena kadang kala pakar dari masalah yang kita buat tidak ada, dan walaupun ada kadang-kadang pendekatan yang dimiliki oleh pakar berbeda-beda.
2. Untuk membuat sistem pakar yang benar-benar berkualitas tinggi sangatlah sulit dan memerlukan biaya yang sangat besar untuk pemeliharaan dan pengembangannya.
3. Boleh jadi sistem tak dapat membuat keputusan.
4. Sistem pakar tidaklah 100% menguntungkan, walaupun seorang tetap tidak sempurna atau tidak selalu benar. Oleh karena itu perlu diuji ulang secara teliti sebelum digunakan. Dalam hal ini peran manusia tetap merupakan faktor dominan.

### 2.2.7 Struktur Sistem Pakar

Sistem pakar disusun oleh dua bagian utama, yaitu lingkungan pengembang (*development environment*) dan lingkungan konsultasi (*consultation environment*). Lingkungan pengembangan sistem pakar digunakan untuk memasukkan pengetahuan pakar ke dalam lingkungan sistem pakar, sedangkan lingkungan konsultasi digunakan oleh pengguna yang bukan pakar guna memperoleh pengetahuan pakar.

Komponen-komponen sistem pakar dalam kedua bagian tersebut dapat dilihat pada gambar berikut ini [SAP-08]:



**Gambar 2.3** Struktur Sistem Pakar  
Sumber : [SAP-08]

1. Pengguna (*User*)

Pada umumnya pengguna sistem pakar adalah orang awam yang membutuhkan solusi, saran, atau pelatihan (*training*) dari berbagai permasalahan yang ada [SAP-08].

2. Antarmuka Pengguna (*User Interface*)

Merupakan mekanisme yang digunakan oleh pengguna dan sistem pakar untuk berkomunikasi. Antarmuka menerima informasi dari pemakai dan mengubahnya ke dalam bentuk yang dapat diterima oleh sistem. Selain itu antarmuka menerima informasi dari sistem dan menyajikannya ke dalam bentuk yang dapat dimengerti oleh pemakai [SAP-08].

3. Akuisisi Pengetahuan atau Penambahan Pengetahuan  
Subsistem ini digunakan untuk memasukkan pengetahuan dari seorang pakar dengan cara merekayasa pengetahuan agar bisa diproses oleh komputer dan menaruhnya dalam basis pengetahuan dengan format tertentu (dalam bentuk representasi pengetahuan) [SAP-08].
4. Basis Pengetahuan (*Knowledge Base*)  
Basis pengetahuan mengandung pengetahuan yang diperlukan untuk memformulasikan, memahami, dan menyelesaikan masalah. Basis pengetahuan terdiri dari dua elemen dasar yaitu : fakta dan aturan [SAP-08].
5. Mesin Inferensi (*Inference Engine*)  
Sebuah program yang berfungsi untuk memandu proses penalaran terhadap suatu kondisi berdasarkan basis pengetahuan yang ada, manipulasi dan mengarahkan kaidah, model, dan fakta yang disimpan hingga dicapai suatu kesimpulan [SAP-08].
6. Daerah Kerja (*Blackboard*)  
Merekam hasil sementara untuk dijadikan keputusan dan untuk menjelaskan masalah yang terjadi. Tiga tipe keputusan yang direkam pada *Blackboard* meliputi: rencana, agenda, dan solusi [SAP-08].
7. Fasilitas Penjelasan (*Explanation Subsystem*)  
Fasilitas penjelasan adalah komponen tambahan yang akan meningkatkan kemampuan sistem pakar. Komponen ini menggambarkan penalaran sistem kepada pemakai. Fasilitas penjelasan dapat menjelaskan perilaku sistem pakar dengan menjawab pertanyaan-pertanyaan sebagai berikut [SAP-08]:
  - a. Mengapa pertanyaan tertentu ditanyakan oleh sistem pakar?
  - b. Bagaimana kesimpulan tertentu diperoleh?
  - c. Mengapa alternatif tertentu ditolak?
  - d. Apa rencana untuk memperoleh penyelesaian?
8. Sistem Perbaikan Pengetahuan (*Knowledge Refining System*)  
Memiliki kemampuan menganalisa pengetahuan yang diperlukan dari seorang pakar dan juga untuk mengevaluasi diri sehingga mengetahui alasan kesuksesan dan kegagalan dalam mengambil keputusan [SAP-08].

### 2.2.8 Representasi Pengetahuan

Representasi pengetahuan merupakan metode yang digunakan untuk mengkodekan pengetahuan dalam sebuah sistem pakar [SAP-08]. Metode representasi yang cocok untuk pengetahuan bersifat deklaratif adalah :

1. Logika (*Logic*)

Logika merupakan suatu pengkajian ilmiah tentang serangkaian penalaran, sistem kaidah, dan prosedur yang membantu proses penalaran [SAP-08].

2. Jaringan Semantik (*Semantic Nets*)

Jaringan semantik merupakan teknik representasi kecerdasan buatan klasik yang digunakan untuk informasi proposional. Yang dimaksud dengan informasi proposional adalah pernyataan yang mempunyai nilai benar atau salah [SAP-08].

3. Bingkai (*Frame*)

Bingkai merupakan ruang-ruang (*slots*) yang berisi atribut untuk mendeskripsikan pengetahuan. Pengetahuan yang termuat dalam *slot* dapat berupa kejadian, lokasi, situasi, ataupun elemen-elemen lainnya [SAP-08].

Representasi yang cocok untuk pengetahuan procedural (ada aksi dan reaksi) adalah kaidah produksi (*Production Rule*). Dimana kaidah produksi adalah kaidah yang menyediakan cara formal untuk mempresentasikan rekomendasi, arahan, atau strategi. Kaidah produksi dituliskan dalam bentuk jika-maka (*if-then*). Kaidah *if-then* menghubungkan anteseden (*antecedent*) dengan konsekuensi yang diakibatkannya.

### 2.2.9 Basis Pengetahuan

Basis pengetahuan berisi pengetahuan-pengetahuan dalam penyelesaian masalah, tentu di dalam domain tertentu. Ada dua bentuk pendekatan basis pengetahuan yang sangat umum digunakan, yaitu [SAP-08] :

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 pakar dapat menyelesaikan masalah tersebut secara berurutan. Disamping itu,

juga digunakan apabila dibutuhkan penjelasan tentang jejak (langkah-langkah) pencapaian solusi.

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

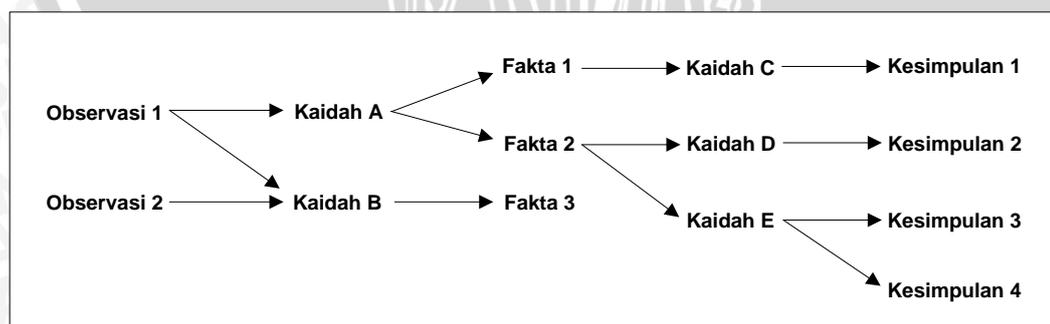
Pada penalaran berbasis kasus, basis pengetahuan akan berisi solusi-solusi yang telah dicapai sebelumnya, kemudian akan diturunkan suatu solusi untuk keadaan yang terjadi sekarang (fakta yang ada). Bentuk ini akan digunakan apabila user menginginkan untuk tahu lebih banyak lagi pada kasus-kasus yang hampir sama (mirip). Selain itu, bentuk ini juga digunakan apabila kita telah memiliki sejumlah situasi atau kasus tertentu dalam basis pengetahuan.

### 2.2.10 Metode Inferensi

Inferensi merupakan proses untuk menghasilkan informasi dari fakta yang diketahui atau diasumsikan. Proses inferensi dalam sistem pakar disebut mesin inferensi [SAP-08]. Berikut adalah dua jenis metode inferensi [SAP -08] :

#### 2.2.10.1 *Forward Chaining*

Teknik pencarian yang dimulai dengan fakta yang diketahui, kemudian dicocokkan fakta-fakta tersebut dengan bagian *IF* dari aturan *IF-THEN*. Bila ada aturan yang cocok dengan bagian *IF*, maka aturan tersebut dieksekusi. Bila aturan dieksekusi maka sebuah fakta baru (bagian *THEN*) ditambahkan kedalam basis data. Pencocokan dimulai dari aturan teratas dan setiap aturan hanya boleh dieksekusi sekali seperti pada Gambar 2.4.

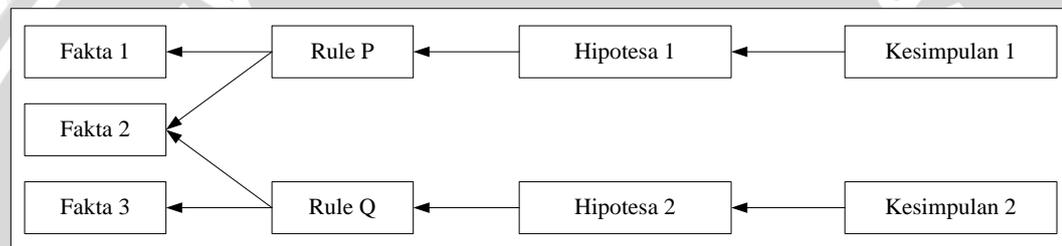


**Gambar 2.4** Alur Metode *Forward Chaining*

Sumber : [SUH-09]

### 2.2.10.2 Backward Chaining

Metode inferensi yang bekerja mundur kearah kondisi awal. Proses diawali dari *goal* (yang berada pada bagian *THEN* dari aturan *IF-THEN*), kemudian pencarian mulai dijalankan untuk mencocokkan apakah fakta-fakta yang ada cocok dengan premis-premis di bagian *IF*. Jika cocok, maka aturan dieksekusi, kemudian hipotesis di bagian *THEN* ditempatkan di basis data sebagai fakta baru. Jika tidak cocok simpan premis di bagian *IF* ke dalam *subgoal*. Proses berakhir jika *goal* ditemukan atau tidak ada aturan yang bisa membuktikan kebenaran *subgoal* atau *goal* seperti pada Gambar 2.5.



**Gambar 2.5** Alur Metode *Backward Chaining*  
Sumber : [SUH-09]

### 2.3 Ketidakpastian

Jika sistem kecerdasan buatan yang dikembangkan memiliki pengetahuan yang lengkap tentang permasalahan yang akan ditanganinya, maka sistem tersebut dapat dengan mudah memberikan solusi dengan menggunakan pendekatan logika. Akan tetapi, sistem hampir tidak pernah dapat mengakses seluruh fakta yang ada dalam lingkungan permasalahan yang akan ditanganinya, sehingga sistem harus bekerja dalam ketidakpastian dan kesamaran. Untuk itu, sistem harus menggunakan teknik-teknik khusus yang dapat menangani ketidakpastian dan kesamaran dalam menyelesaikan permasalahan yang ditanganinya [PPM-11].

Ada tiga teknik yang dapat digunakan untuk menangani ketidakpastian dan kesamaran pengetahuan, yaitu [PPM-11]:

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. Teknik ini bersifat semi probabilitas, karena tidak sepenuhnya menggunakan notasi probabilitas.
3. Logika Fuzzy, merupakan teknik baru yang diperkenalkan oleh Zadeh. Setiap variable dalam teknik ini memiliki rentang nilai tertentu, yang akan digunakan untuk menghitung nilai fungsi keanggotaannya.

#### 2.4 Metode Dempster-Shafer

Ada berbagai macam penalaran dengan model yang lengkap dan sangat konsisten, tetapi pada kenyataannya banyak permasalahan yang tidak dapat terselesaikan secara lengkap dan konsisten. Ketidakkonsistenan tersebut adalah akibat adanya penambahan fakta baru. Penalaran yang seperti itu disebut dengan penalaran *non monotonis*. Untuk mengatasi ketidakkonsistenan tersebut maka dapat menggunakan penalaran dengan teori *Dempster-Shafer*.

Secara Umum teori *Dempster-Shafer* ditulis dalam suatu interval seperti pada Persamaan 2.1 dan 2.2 [KUS-03]:

$$[Belief, Plausibility] \dots\dots\dots (2.1)$$

- 1) Belief (Bel) adalah ukuran kekuatan *evidence* dalam mendukung suatu himpunan proposisi. Jika bernilai 0 maka mengindikasikan bahwa tidak ada *evidence*, dan jika bernilai 1 menunjukkan adanya kepastian.
- 2) *Plausibility* (Pl) dinotasikan sebagai :

$$Pl(s) = 1 - Bel(\neg s) \dots\dots\dots (2.2)$$

*Plausibility* juga bernilai 0 sampai 1. Jika yakin akan  $\neg s$ , maka dapat dikatakan bahwa  $Bel(\neg s) = 1$ , dan  $Pl(\neg s) = 0$ .

Pada teori *Dempster-Shafer* dikenal adanya *Frame of Discrement* yang dinotasikan dengan  $\theta$ . Frame ini merupakan semesta pembicaraan dari sekumpulan hipotesis.

Misalkan :  $\theta = \{A,F,D,B\}$

- Dengan :
- A = Alergi;
  - F = Flu;
  - D = Demam;

B = Bronkitis.

Tujuannya adalah mengaitkan ukuran kepercayaan elemen-elemen  $\theta$ . Tidak semua *evidence* secara langsung mendukung tiap-tiap elemen. Sebagai contoh, panas mungkin hanya mendukung {F,D,B}.

Untuk itu perlu adanya probabilitas fungsi densitas ( $m$ ). Nilai  $m$  tidak hanya mendefinisikan elemen-elemen  $\theta$  saja, namun juga semua subsetnya. Sehingga jika  $\theta$  berisi  $n$  elemen, maka subset  $\theta$  adalah  $2^n$ . Kita harus menunjukkan bahwa jumlah semua  $m$  dalam subset  $\theta$  sama dengan 1. Apabila tidak ada informasi apapun untuk memilih keempat hipotesis tersebut, maka nilai :

$$m\{\theta\} = 1,0$$

Jika kemudian diketahui bahwa panas merupakan gejala dari flu, demam, dan bronchitis, dan  $Y$  juga merupakan subset dari  $\theta$  dengan  $m = 0,8$  maka:

$$m\{F,D,B\} = 0,8$$

$$m\{\theta\} = 1 - 0,8 = 0,2$$

Apabila diketahui  $X$  adalah subset dari  $\theta$ , dengan  $m_1$  sebagai fungsi densitasnya, dan  $Y$  juga merupakan subset dari  $\theta$  dengan  $m_2$  sebagai fungsi densitasnya, maka dapat dibentuk fungsi kombinasi  $m_1$  dan  $m_2$  sebagai  $m_3$  sehingga didapatkan Persamaan 2.3, yaitu :

$$m_i(Z) = \frac{\sum_{X \cap Y = Z} m_1(X) \cdot m_2(Y)}{1 - \sum_{X \cap Y = \emptyset} m_1(X) \cdot m_2(Y)} \dots \dots \dots (2.3)$$

Keterangan :

$m$  = Nilai Densitas (Kepercayaan)

$XYZ$  = Himpunan *Evidence*

$\emptyset$  = Himpunan Kosong

**a) Contoh 1:**

Si Ani mengalami gejala panas badan. Dari diagnosa dokter, penyakit yang mungkin diderita oleh Si Ani adalah flu, demam, atau bronchitis.

• **Gejala-1: panas**

Apabila diketahui nilai kepercayaan setelah dilakukan observasi panas sebagai gejala dari penyakit flu, demam, dan bronchitis adalah :

$$m_1\{F,D,B\} = 0,8$$

$$m_1\{\theta\} = 1 - 0,8 = 0,2$$



Sehari kemudian Si Ani datang lagi dengan gejala yang baru, yaitu hidung buntu.

- **Gejala-2: hidung buntu**

Kemudian diketahui juga nilai kepercayaan setelah dilakukan observasi terhadap hidung buntu sebagai gejala dari alergi, penyakit flu, dan demam adalah:

$$m_2\{A,F,D\} = 0,9$$

$$m_2\{\theta\} = 1 - 0,9 = 0,1$$

Munculnya gejala baru ini mengharuskan kita untuk menghitung densitas baru untuk beberapa kombinasi ( $m_3$ ). Untuk memudahkan penghitungan, terlebih dahulu himpunan-himpunan bagian yang terbentuk kita bawa ke bentuk tabel seperti terlihat pada Tabel 2.1. Kolom pertama berisi semua himpunan bagian pada gejala pertama (panas) dengan  $m_1$  sebagai fungsi densitas. Sedangkan baris pertama berisi semua himpunan bagian pada gejala kedua (hidung buntu) dengan  $m_2$  sebagai fungsi densitas.

**Tabel 2.1 Aturan Kombinasi untuk  $m_3$  Contoh 1**

		<b>{A,F,D}</b>	<b>(0,9)</b>	<b><math>\theta</math></b>	<b>(0,1)</b>
<b>{F,D,B}</b>	<b>(0,8)</b>	<b>{F,D}</b>	<b>(0,72)</b>	<b>{F,D,B}</b>	<b>(0,08)</b>
<b><math>\theta</math></b>	<b>(0,2)</b>	<b>{A,F, D}</b>	<b>(0,18)</b>	<b><math>\theta</math></b>	<b>(0,02)</b>

**Sumber :** [KUS-03 : 104]

$\{F,D\}$  di peroleh dari irisan antara  $\{A,F,D\}$  dan  $\{F,D,B\}$ . Nilai 0,72 diperoleh dari hasil perkalian  $0,9 \times 0,8$ . Demikian pula  $\{F,D,B\}$  pada baris kedua kolom kedua merupakan irisan dari  $\theta$  dan  $\{F,D,B\}$  pada baris kedua kolom pertama. Hasil 0,08 merupakan perkalian dari  $0,1 \times 0,8$ .

Sehingga dapat dihitung:

$$\circ m_3\{F, D\} = \frac{0,72}{1-0} = 0,72$$

$$\circ m_3\{A, F, D\} = \frac{0,18}{1-0} = 0,18$$

$$\circ m_3\{F, D, B\} = \frac{0,08}{1-0} = 0,08$$

$$\circ m_3\{\theta\} = \frac{0,02}{1-0} = 0,02$$

Dari sini dapat dilihat bahwa, pada mulanya dengan hanya ada gejala panas,  $m\{F,D,B\} = 0,8$ ; namun setelah ada gejala baru yaitu hidung buntu, maka nilai  $m\{F,D,B\} = 0,08$ . Demikian pula, pada mulanya dengan hanya ada gejala hidung buntu,  $m\{A,F,D\} = 0,9$ ; namun setelah ada gejala baru yaitu panas, maka nilai  $m\{A,F,D\} = 0,18$ . Dengan adanya 2 (dua) gejala ini, nilai densitas yang paling kuat adalah  $m\{F,D\}$  yaitu sebesar 0,72.

Hari berikutnya, Si Ani datang lagi dan memberitahukan bahwa minggu lalu dia baru saja datang dari piknik.

- **Gejala-3 : piknik**

Jika diketahui nilai kepercayaan setelah dilakukan observasi terhadap piknik sebagai gejala dari alergi adalah:

$$m_4\{A\} = 0,6$$

$$m_4\{\theta\} = 1 - 0,6 = 0,4$$

maka kita harus menghitung kembali nilai densitas baru untuk setiap himpunan bagian dengan fungsi densitas  $m_5$ . Seperti pada langkah sebelumnya, kita susun tabel (Tabel 2.2) dengan kolom pertama berisi himpunan bagian-himpunan bagian hasil kombinasi gejala-1 dan gejala-2 dengan fungsi densitas  $m_3$ . Sedangkan baris pertama berisi himpunan bagian-himpunan bagian pada gejala-3 dengan fungsi densitas  $m_4$ .

**Tabel 2.2 Aturan Kombinasi untuk  $m_5$  Contoh 1**

		{A}	(0,6)	$\theta$	(0,4)
{F,D}	(0,72)	$\emptyset$	(0,432)	{F,D}	(0,288)
{A,F,D}	(0,18)	{A}	(0,108)	{A,F,D}	(0,072)
{F,D,B}	(0,08)	$\emptyset$	(0,048)	{F,D,B}	(0,032)
$\theta$	(0,02)	{A}	(0,012)	$\theta$	(0,008)

Sumber : [KUS-03 : 106]

Sehingga dapat dihitung:

$$\begin{aligned} \circ m_5\{A\} &= \frac{0,18+0,012}{1-(0,432+0,048)} = 0,231 \\ \circ m_5\{F, D\} &= \frac{0,288}{1-(0,432+0,048)} = 0,554 \\ \circ m_5\{A, F, D\} &= \frac{0,072}{1-(0,432+0,048)} = 0,138 \\ \circ m_5\{F, D, B\} &= \frac{0,032}{1-(0,432+0,048)} = 0,062 \\ \circ m_5\{\emptyset\} &= \frac{0,008}{1-(0,432+0,048)} = 0,015 \end{aligned}$$

Dengan adanya gejala baru ini (Si Ani baru saja datang piknik), nilai densitas yang paling kuat tetap  $m\{F,D\}$  yaitu sebesar 0,0554.

#### b) Contoh 2:

Ada 3 jurusan yang diminati oleh Si Ali, yaitu Teknik Informatika (I), Psikologi (P), atau Hukum (H). untuk itu dia mencoba mengikuti beberapa tes ujicoba. Ujicoba pertama adalah tes logika, hasil tes menunjukkan bahwa probabilitas densitas:  $m_1\{I,P\} = 0,75$ . Tes kedua adalah tes matematika, hasil tes menunjukkan bahwa probabilitas densitas:  $m_2\{I\} = 0,8$ .

Dari hasil tes kedua, dapat ditentukan probabilitas densitas yang baru untuk  $\{I,P\}$  dan  $\{I\}$ , yaitu:

$$\begin{aligned} m_1\{I,P\} &= 0,75 & m_1\{\emptyset\} &= 1 - 0,75 = 0,25; \\ m_2\{I\} &= 0,8 & m_2\{\emptyset\} &= 1 - 0,8 = 0,2; \end{aligned}$$

**Tabel 2.3 Aturan Kombinasi untuk m3 Contoh 2**

		{I}	(0,8)	$\emptyset$	(0,2)
{I,P}	(0,75)	{I}	(0,60)	{I,P}	(0,15)
$\emptyset$	(0,25)	{I}	(0,20)	$\emptyset$	(0,05)

**Sumber :** [KUS-03 : 107]

Sehingga dapat dihitung:

$$\begin{aligned} \circ m_3\{I\} &= \frac{0,6+0,2}{1-0} = 0,8 \\ \circ m_3\{I, P\} &= \frac{0,15}{1-0} = 0,15 \end{aligned}$$

$$\circ m_3\{\theta\} = \frac{0,05}{1-0} = 0,05$$

Di hari berikutnya, Si Ali mengikuti tes ketiga yaitu tes wawancara kewarganegaraan. Hasil tes menunjukkan bahwa probabilitas densitas:  $m_4\{H\} = 0,3$ . Dengan demikian probabilitas densitas yang baru untuk  $\{I,P\}$ ,  $\{I\}$ , dan  $\{H\}$  adalah sebagai berikut:

$$m_4\{H\} = 0,3$$

$$m_4\{\theta\} = 1 - 0,3 = 0,7$$

**Tabel 2.4 Aturan Kombinasi untuk m5 Contoh 2**

		{H}	(0,3)	$\theta$	(0,7)
{I}	(0,80)	$\emptyset$	(0,240)	{I}	(0,560)
{I,P}	(0,15)	$\emptyset$	(0,045)	{I,P}	(0,105)
$\theta$	(0,05)	{H}	(0,015)	$\theta$	(0,035)

Sumber : [KUS-03 : 107]

Sehingga dapat dihitung:

$$\circ m_5\{I\} = \frac{0,560}{1-(0,240+0,045)} = 0,783$$

$$\circ m_5\{I, P\} = \frac{0,105}{1-(0,240+0,045)} = 0,147$$

$$\circ m_5\{H\} = \frac{0,015}{1-(0,240+0,045)} = 0,021$$

$$\circ m_3\{\theta\} = \frac{0,035}{1-(0,240+0,045)} = 0,049$$

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa probabilitas densitas terbesar Si Ali masuk Jurusan Informatika.

## 2.5 Tinjauan Umum Gizi Anak

Gizi adalah ikatan kimia yang diperlukan tubuh untuk melakukan fungsinya, yaitu menghasilkan energi, membangun dan memelihara jaringan, serta mengatur proses-proses kehidupan.

### 2.5.1 Konsep Dasar Timbulnya Masalah Gizi

Masalah gizi di Indonesia dan di negara berkembang pada umumnya masih didominasi oleh masalah Kurang Energi Protein (KEP), masalah Anemia Besi, masalah Gangguan Akibat Kekurangan Yodium (GAKY), masalah Kurang Vitamin A (KVA) dan masalah obesitas terutama di kota-kota besar. Pada Widya Karya Nasional Pangan dan Gizi tahun 1993, telah terungkap bahwa Indonesia mengalami masalah gizi ganda yang artinya sementara masalah gizi kurang belum dapat diatasi secara menyeluruh, sudah muncul masalah baru, yaitu berupa gizi lebih [AFN-09].

Secara umum masalah gizi di Indonesia, terutama KEP, masih lebih tinggi daripada negara ASEAN lainnya. Pada tahun 1995 sekitar 35,4% anak balita di Indonesia menderita KEP (persen median berat menurut umur <80%). Pada tahun 1997, berdasarkan pemantauan status gizi (PSG) yang dilakukan oleh direktorat Bina Gizi Masyarakat, prevalensi KEP ini turun menjadi 23,1 %. Keadaan ini tidak dapat bertahan yaitu pada saat Indonesia mengalami krisis moneter yang berakibat pada krisis ekonomi yang berkepanjangan. Pada tahun 1998, prevalensi KEP meningkat kembali menjadi 39,8 %. Demikian pula masalah KVA yang diperkirakan akan meningkat karena masa krisis ekonomi yang berkepanjangan [AFN-09].

### 2.5.2 Gizi Buruk

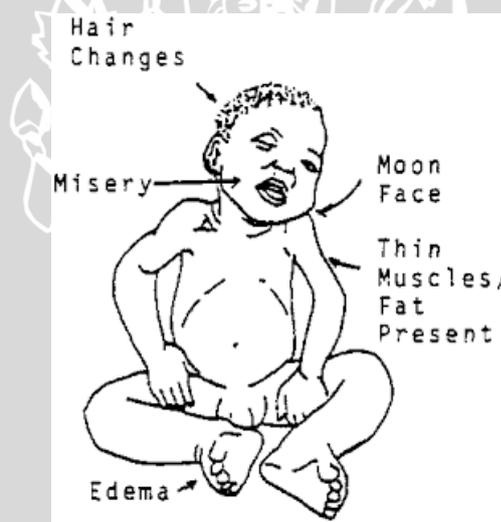
Gizi buruk merupakan keadaan kurang gizi tingkat berat yang disebabkan oleh rendahnya konsumsi energi dan protein dari makanan sehari-hari dan terjadi dalam waktu yang cukup lama. Gizi buruk diketahui dengan cara pengukuran berat badan dan umur dibandingkan dengan standar, dengan atau tanpa tanda-tanda klinis (marasmus, kwashiorkor, dan marasmus-kwashiorkor). Batas gizi buruk pada balita adalah kurang dari -3.0SD (standar deviasi) baku WHO. [SDJ-10].

### 2.5.3 Jenis-jenis Gizi Buruk

Gizi Buruk akibat kekurangan energi protein terdapat 3 jenis antara lain :

### 2.5.3.1 Kwarshiorkor

*Kwarshiorkor* lebih banyak terdapat pada usia dua hingga tiga tahun yang sering terjadi pada anak yang terlambat menyapih sehingga komposisi gizi makanan tidak seimbang terutama dalam hal protein. *Kwarshiorkor* dapat terjadi pada konsumsi energi yang cukup atau lebih. Gejalanya adalah pertumbuhan terhambat, otot-otot berkurang dan melemah, edema, muka bulat seperti bulan (moonface) dan gangguan psikomotor. Edema terutama pada perut, kaki dan tangan merupakan ciri khas *kwarshiorkor* dan kehadirannya erat berkaitan dengan albumin dalam serum. Anak apatis, tidak nafsu makan, tidak gembira dan suka merengek. Kulit mengalami depigmentasi, kering, bersisik, pecah-pecah dan dermatosis. Luka sukar sembuh. Rambut mengalami depigmentasi, menjadi lurus, kusam, halus dan mudah rontok (rambut jagung). Hati membesar dan berlemak; sering disertai anemia dan *xeroftalmia*. *Kwarshiorkor* pada orang dewasa jarang ditemukan [ALM-09].

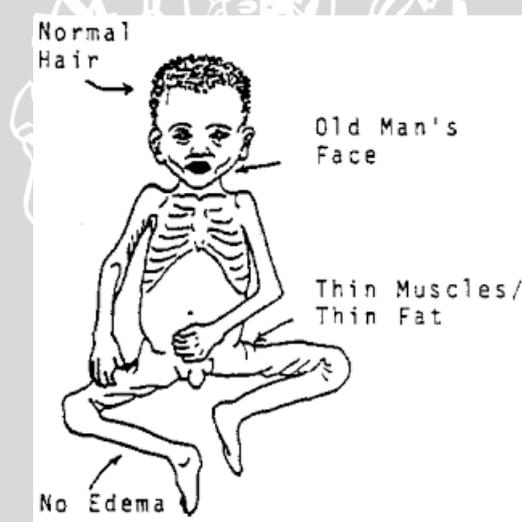


**Gambar 2.6** Gizi Buruk Jenis *Kwashiorkor*  
Sumber : [KES-10]

### 2.5.3.2 Marasmus

*Marasmus* berasal dari kata Yunani yang berarti wasting/merusak. *Marasmus* pada umumnya merupakan penyakit pada bayi (12 bulan pertama), karena terlambat diberi makanan tambahan. Penyakit ini dapat terjadi karena penyapihan mendadak, formula pengganti ASI terlalu encer dan tidak higienis atau sering kena infeksi terutama *gastroenteritis*. *Marasmus* berpengaruh jangka panjang terhadap mental dan fisik yang sukar diperbaiki [ALM-09].

*Marasmus* adalah penyakit kelaparan dan terdapat banyak di antara kelompok sosial ekonomi rendah di sebagian besar negara berkembang dan lebih banyak daripada kwashiorkor. Gejalanya adalah pertumbuhan terhambat, lemak di bawah kulit berkurang serta otot-otot berkurang dan melemah. Berat badan lebih banyak terpengaruh daripada ukuran kerangka, seperti panjang, lingkaran kepala dan lingkaran dada. Berkurangnya otot dan lemak dapat diketahui dengan pengukuran lingkaran lengan, lipatan kulit daerah *bisep*, *trisept*, *skapula* dan *umbilikal*. Anak apatis dan terlihat seperti sudah tua. Tidak ada edema, tetapi seperti pada *kwashiorkor* kadang-kadang terjadi perubahan pada kulit, rambut dan pembesaran hati. Anak sering kelihatan waspada dan lapar. Sering terjadi *gastroenteritis* yang diikuti oleh dehidrasi, infeksi saluran pernapasan, *tuberkulosis*, cacangan berat dan penyakit kronis lain. *Marasmus* sering disertai infeksi vitamin terutama vitamin D dan vitamin A [ALM-09].



**Gambar 2.7** Gizi Buruk Jenis *Marasmus*  
Sumber : [KES-10]

### 2.3.5.3 *Marasmus-Kwashiorkor*

*Marasmus-Kwashiorkor* merupakan jenis kurang gizi tingkat paling berat disebabkan oleh rendahnya konsumsi energi dan protein dari makanan sehari-hari dan terjadi dalam waktu yang cukup lama, dengan tanda dan gejala campuran dari beberapa gejala klinik kwashiorkor dan *marasmus*, disertai edema yang tidak mencolok [SDJ-10].

## 2.6 Pengujian Validasi (*Black Box*)

Pengujian validasi digunakan untuk mengetahui apakah sistem yang dibangun sudah benar sesuai dengan yang dibutuhkan. Pengujian validasi menggunakan metode pengujian *Black Box*, karena tidak difokuskan terhadap alur jalannya algoritma program namun lebih ditekankan untuk menemukan kesesuaian antara kinerja sistem dengan daftar kebutuhan [FIT-12].

## 2.7 Pengujian Akurasi

Akurasi merupakan seberapa dekat suatu angka hasil pengukuran terhadap angka sebenarnya (*true value / reference value*). Dalam penelitian ini pengujian akurasi dilakukan untuk mengetahui performa dari sistem pakar dalam memberikan kesimpulan diagnosa. Pengujian akurasi diagnosa dihitung dari jumlah diagnosa yang tepat dibakrskgi dengan jumlah data. Secara umum perhitungan akurasi seperti pada Persamaan 2.4 [FIT-12]:

$$\text{Nilai Akurasi} = \frac{\text{Jumlah data akurat}}{\text{Jumlah seluruh data}} \times 100\% \dots\dots\dots (2.4)$$

