

Sistem Pakar untuk Penyakit Anak Menggunakan Metode *Forward Chaining*

Gideon Abram Filando Suwarso¹, Gregorius Satia Budhi², Lily Puspa Dewi³

Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknologi Industri Universitas Kristen Petra

Jl. Siwalankerto 121 – 131 Surabaya 60236

Telp. (031) – 2983455, Fax. (031) – 8417658

E-mail: filandodion@gmail.com, greg@petra.ac.id, lily@petra.ac.id

ABSTRAK

Pembahasan utama dalam Skripsi ini adalah perancangan dan pembuatan sistem pakar dengan metode *forward chaining* dan *backward chaining*. Dalam skripsi ini menggunakan subjek penyakit anak karena kekebalan tubuh pada anak kecil tidak sebaik dan sempurna kekebalan tubuh orang dewasa. Hal inilah yang membuat anak kecil mudah terjangkit virus penyakit.

Metode yang digunakan dalam pembuatan sistem pakar ini adalah *forward chaining* dan *backward chaining*, di mana sistem digerakkan oleh fakta-fakta yang ada. Fakta tersebut diperoleh dari kondisi fisik pasien, atau disebut dengan gejala. Dalam pembuatan sistem pakar ini diperlukan penggalian *knowledge* oleh *engineer* yang bersumber pada pakar, dalam hal ini adalah dokter. Proses penggalian *knowledge* dengan cara wawancara-

Berdasarkan analisis, sistem pakar ini memiliki prosentase kelayakan program untuk digunakan oleh orang awam adalah sebesar 85.4%. Selain itu berdasarkan hasil kuisioner, kemudahan program ini juga mendapatkan prosentase yang besar juga.

Kata Kunci: *Forward Chaining, Backward Chaining, Sistem Pakar, Diagnosa Penyakit Anak.*

ABSTRACT

The main study in this thesis is the design and the development of an expert system with forward chaining and backward chaining method. In this thesis, uses the children common disease due to the body immune in young children is not as good and perfect as adult's. This makes children to be infected easily.

The method used in the development of this expert system is forward chaining and backward chaining, which is driven by the facts that exist. The facts obtained from the patient's physical condition, or so-called symptoms. In making this expert system knowledge is required excavation by an expert engineer from the expert of the subject, in this case is a doctor. The process of extracting knowledge by means of interviews.

Based on the analysis, this expert system has a percentage of program eligibility to be used by common people is at 85.4%. Moreover about the ease of usage this program also get a high percentage.

Keywords: *Forward Chaining, Backward Chaining, Expert System, Children Diseases Diagnose.*

1. PENDAHULUAN

Kekebalan tubuh pada anak kecil tidak sebaik dan sempurna kekebalan tubuh orang dewasa. Pengetahuannya dan kesadarannya terhadap kebersihan dan ke higienisan juga masih sangat kurang. Hal inilah yang membuat anak kecil mudah terjangkit virus penyakit.

Dengan beragamnya informasi kesehatan dan penanganan medis yang harus diketahui, maka harus diketahui terlebih dulu gejala apa saja yang diderita oleh seorang pasien, sehingga dapat diketahui jenis penyakit dan penanganan pertama terhadap penyakit tersebut sebelum ditangani secara medis oleh dokter. Sementara tidak semua orangtua memiliki pengetahuan medis untuk melakukan pertolongan pertama pada anaknya.

Dalam membantu para orangtua dalam mendeteksi penyakit pada anak sekaligus memberikan pertolongan pertama, maka diperlukan suatu aplikasi yang dapat membantu dalam mempelajari beberapa gejala-gejala penyakit pada anak. Dari permasalahan tersebut, penulis bermaksud untuk merancang suatu program aplikasi sistem pakar yang mampu membantu orangtua dalam mempelajari beberapa gejala penyakit pada anak dan pertolongan pertama dalam penanganan suatu penyakit anak.

2. LANDASAN TEORI

2.1 Sistem Pakar

Sistem pakar adalah salah satu cabang dari kecerdasan buatan/*Artificial Intelligence (AI)*. Salah satu definisi populer dari kecerdasan buatan adalah "membuat komputer berpikir seperti manusia." Ketika suatu sistem berhasil melalui tes yang diujikan, maka sistem tersebut dianggap sebagai *strong AI*. Istilah *strong AI* digunakan oleh orang-orang yang beranggapan bahwa AI harus berdasarkan dasar logika yang kuat daripada yang mereka sebut sebagai *weak AI*, yaitu berdasarkan jaringan neural buatan, algoritma genetic, dan metode evolusioner. Sistem pakar adalah sebuah aplikasi dari teknologi kecerdasan buatan yang sangat baik. [3]

2.2 Knowledge Base System (KBS)

Knowledge base system adalah sebuah sistem komputer yang mencoba untuk mereplikasi fungsi yang dilakukan oleh manusia. KBS digunakan untuk menangkap, meneliti, dan mendistribusikan akses untuk pengambilan keputusan. Pada dasarnya, KBS membuat pengguna dapat melakukan konsultasi dengan sistem komputer seakan-akan berkonsultasi dengan konsultan untuk mendiagnosa masalah atau penentuan pengambilan keputusan untuk suatu masalah. [3]

2.3 Certainty Factor (CF)

Expert sering membuat perkiraan saat memecahkan masalah. Informasi yang didapatkan sering hanya merupakan perkiraan dan tidak lengkap, sehingga dibutuhkan suatu cara untuk menyatakan suatu informasi yang tidak pasti. Oleh karena itu, untuk keadaan yang tidak pasti digunakan *Certainty Factor (CF)* yang menyatakan tingkat keyakinan pakar dalam suatu pernyataan. [2][4]

2.4 Metode Forward Chaining

Menurut Giarratano dan Riley [3], *forward chaining* adalah salah satu metode dari sistem pakar yang mencari atau menelusuri solusi melalui masalah. Dengan kata lain metode ini melakukan pertimbangan dari fakta-fakta yang kemudian berujung pada sebuah kesimpulan yang berdasarkan pada fakta-fakta. Metode ini merupakan kebalikan dari metode *backward chaining* yang melakukan pencarian yang berawal dari hipotesis menuju ke fakta-fakta untuk mendukung hipotesis tersebut.

Pada metode *forward chaining*, penjelasan tidak terlalu terlalu terfasilitasi karena *subgoals* tidak diketahui secara eksplisit sebelum kesimpulannya ditemukan.

Forward chaining disebut juga *bottom-up reasoning* atau pertimbangan dari bawah ke atas, karena metode ini mempertimbangkan dari bukti-bukti pada level bawah, fakta-fakta, menuju ke kesimpulan pada level atas yang berdasarkan pada fakta-fakta.

2.5 Metode Backward Chaining

Menurut Giarratano dan Riley [3], *backward chaining* adalah kebalikan dari *forward chaining*. Permasalahan utama dari *backward chaining* adalah mencari kaitan antara fakta-fakta yang ada terhadap hipotesa-hipotesa. Fakta yang ada disebut sebagai bukti atau kesimpulan dalam metode *backward chaining* yang mengindikasikan jika fakta tersebut digunakan untuk mendukung hipotesa, dengan cara yang sama bukti atau kesimpulan yang dikehendaki digunakan untuk membuktikan sebuah *rule*. Secara khusus, penjelasan menjadi sederhana dalam *backward chaining* karena sistem dapat dengan mudah menjelaskan dengan tepat tujuan yang ingin dicapai.

2.6 Metode Hybrid

Menurut Al-Hammadi [1], metode *hybrid* merupakan kombinasi antara metode *forward chaining* dan metode *backward chaining*. Cara kerja dari metode *hybrid* ini adalah dengan mengeksekusi metode *forward chaining* terlebih dahulu, kemudian baru metode *backward chaining*. Hal tersebut digunakan untuk mengkonfirmasi diagnosis atau hipotesa yang telah diperoleh dengan metode *forward chaining*.

Keuntungan dari penggunaan metode *hybrid* ini adalah keuntungan dari metode *backward chaining* di mana *rule* diperoleh dari metode *forward chaining*, dan kemudian mengejar gejala untuk mengisolasi dan mengkonfirmasi penyakitnya.

3. ANALISA DAN DESAIN SISTEM

Desain sistem pada aplikasi mengarah pada alur sistem pakar dan desain *database* yang digunakan. Juga desain *interface* yang akan digunakan pada aplikasi untuk menambahkan fitur-fitur seperti menambahkan *rule*, penyakit, dan ensiklopedia.

3.1 Analisis Sistem

Dalam analisis ini diberikan gambaran lebih jelas mengenai sistem pengenalan serta pertolongan pertama apa saja yang bisa dilakukan orangtua terhadap pasien.

3.1.1 Analisis Permasalahan

Berdasarkan pengamatan yang dilakukan terhadap kebutuhan para orangtua yang memiliki anak kecil, biasanya pada orangtua baru, permasalahan yang muncul adalah ketika anak mereka sakit. Kepanikan merupakan hal yang lumrah, mengingat orangtua baru masih belum berpengalaman dalam mengurus anak, terutama ketika anak sedang sakit. Biasanya tindakan yang dilakukan oleh orangtua tersebut adalah langsung membawa anak untuk ditangani secara medis. Padahal tidak semua gejala sakit yang diderita anak merupakan gejala penyakit yang butuh penanganan medis profesional. Selain itu waktu ketersediaan layanan medis juga dapat dilihat sebagai masalah. Jika anak menunjukkan gejala-gejala sakit di malam hari, ketika lewat waktu layanan normal, maka orangtua cenderung panik dan membawa anak ke Unit Gawat Darurat di rumah sakit terdekat.

3.1.2 Analisis Kebutuhan

Dari permasalahan yang muncul, maka beberapa hal berikut ini dibutuhkan dalam pembuatan sistem pengenalan penyakit anak, antara lain:

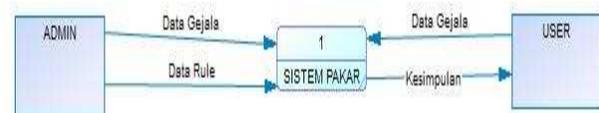
- Diperlukan suatu sistem yang mampu menjawab jenis penyakit yang diderita pasien melalui gejala-gejala yang diberikan oleh *user*.
- Menyediakan layanan selama 24 jam untuk melakukan pengenalan penyakit pada pasien, dalam hal ini adalah anak.

3.2 Desain Sistem

Pada *sub* bab ini dijelaskan mengenai desain sistem yang dipakai, meliputi antara lain *Data Flow Diagram (DFD)*, *Entity Relational Diagram (ERD)* dan *Flowchart*.

3.2.1 Data Flow Diagram (DFD)

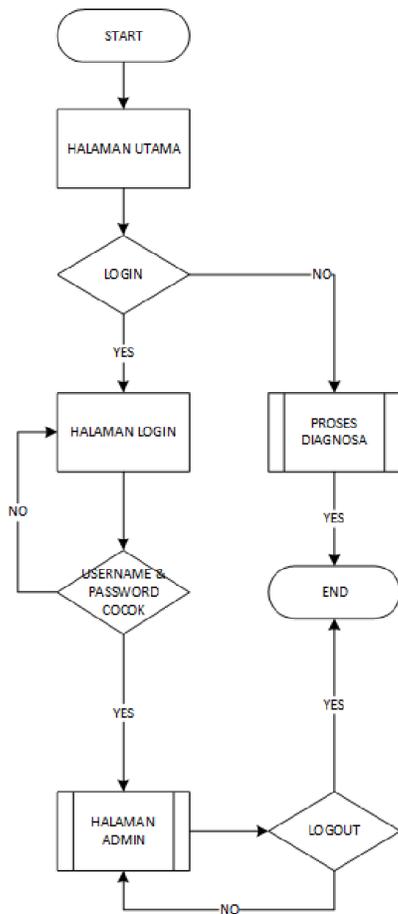
Pada Context Diagram ini menjelaskan mengenai alur data pada sistem pakar. Admin menginputkan data berupa data gejala penyakit dan data *rule* ke dalam sistem pakar. Kemudian data yang sudah masuk ke dalam sistem pakar tersebut, digunakan *user* untuk melakukan diagnosa penyakit melalui inputan gejala yang dialami oleh pasien dan hasilnya berupa kesimpulan penyakit yang diderita pasien.



Gambar 1 Data Flow Diagram

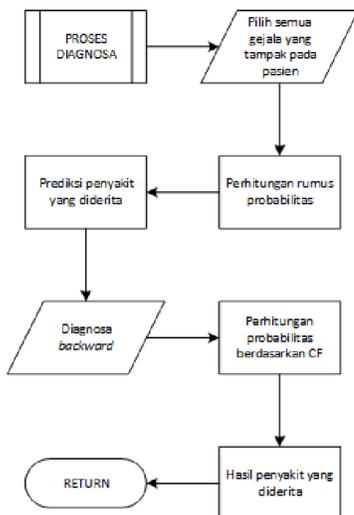
3.2.2 Flow Chart

Alur kerja utama pada sistem ini dijelaskan pada *flowchart* seperti pada Gambar 2. Jika pengguna adalah admin, maka pengguna bisa masuk ke halaman admin. Tetapi jika pengguna hanya merupakan *end-user*, hanya bisa menggunakan sistem pakar hanya sebatas diagnose saja.



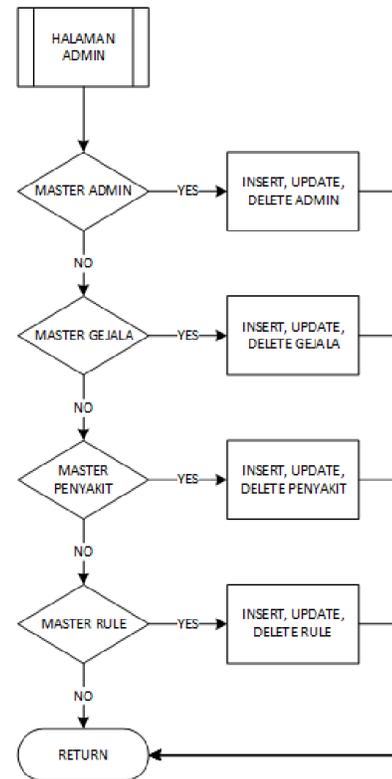
Gambar 2 Flowchart halaman utama

Berikutnya pada halaman proses diagnose pengguna menginputkan data berupa gejala-gejala yang tampak pada pasien. Kemudian dari data yang diinputkan tersebut, sistem akan menghitung probabilitas dari prediksi penyakit yang diderita oleh pasien. Untuk memastikan prediksi penyakit tersebut, sistem akan melakukan diagnose lanjutan. Perhitungannya menggunakan rumus perhitungan CF yang telah dijelaskan sebelumnya. Flowchart proses diagnose dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Flowchart proses diagnose

Halaman admin merupakan suatu halaman di mana admin memiliki hak untuk melakukan penambahan, perubahan, maupun penghapusan *record* pada *database* seperti pada Gambar 4.



Gambar 4 Flowchart halaman admin

3.2.3 Desain Rule

Dari beberapa penyakit yang akan diinputkan, telah disusun *rule* berdasarkan buku dan hasil konsultasi dengan pakar, dalam hal ini adalah dokter. *Rule* yang disusun bisa merupakan *rule* bertingkat ataupun tidak bertingkat. *Rule* yang bertingkat terjadi karena adanya beberapa penyakit yang memiliki gejala awal, atau disebut juga dengan gejala umum, yang mirip. Sedangkan *rule* penyakit yang tidak bertingkat merupakan penyakit yang belum ada penyakit lain yang memiliki gejala umum serupa pada *database*. Perbedaan ini terjadi karena jenis penyakit yang dimasukkan masih sangat terbatas pada penyakit yang paling sering terjadi pada anak. [5]

- *Rule 1:*
IF Bercak merah = Ya
 Malaise = Ya
 Demam = Ya
 Fotofobia = Ya
 Gatal = Ya
 Batuk = Ya
 Koplik's Spot = Ya
 Campak;
THEN
- *Rule 2:*
IF Bercak merah = Ya
 Malaise = Ya
 Demam = Ya
 Nafsu makan turun = Ya
 Anoreksia = Ya
 Mual dan muntah = Ya
THEN Demam berdarah dengue;

P	Mencret
Q	Fotofobia
R	Koplik's spot
S	Bercak merah
T	Gatal
U	Anoreksia
V	Mual dan muntah
W	Hematuria
X	Nyeri kolik
Y	Berat badan turun
Z	Gangguan emosi (mudah marah)
AA	Fissure anus
AB	Susah buang air besar
AC	Lidah kotor
AD	Poliuri
AE	Polidipsi
AF	Kurang makanan berserat
AG	Epistaksis
AH	Petekie
AI	Ekmosis di beberapa tempat
AJ	Dagu dan dinding perut berlipat
AK	Tubuh lebih besar dari anak seumuran
AL	sangat gemuk
Rn	applicable rule
⊙	inferred fact

3.2.5 Rumus Probabilitas

Desain perhitungan rumus probabilitas yang diterapkan pada sistem pakar ini diformulasikan oleh Prof. Ir. Rolly Intan M.A.Sc., Dr.Eng.. Rumus ini digunakan pada bagian awal sebelum masuk ke alur *backward chaining* untuk menghitung probabilitas penyakit yang diderita. Rumus probabilitasnya adalah:

$$\text{Probabilitas} = \frac{GU \cap P}{GP}$$

- GU = Gejala User
- P = Penyakit
- GP = Gejala Penyakit

3.3 Desain Menu

Desain menu pada sistem pakar ini terdiri atas menu *user* dan menu *admin*. Menu *user* bisa melakukan diagnosis penyakit dan membuka ensiklopedia. Sedangkan pada menu *admin* bisa melakukan penambahan, perubahan, dan penghapusan data dalam *database*.

4. IMPLEMENTASI SISTEM

Aplikasi dimulai dengan menampilkan halaman diagnose, karena untuk melakukan diagnose, *user* tidak memerlukan proses *login*. Kemudian *user* bisa langsung menjawab semua pertanyaan yang muncul seputar gejala yang dialami oleh pasien. Setelah itu akan muncul hasil dari diagnose oleh sistem pakar beserta dengan penanganannya.

Berbeda dengan *admin*, diperlukan proses *login* karena hak akses yang dimiliki *admin* berfungsi untuk melakukan penambahan, perubahan, dan penghapusan data. Baik itu bagian penyakit, penyakit, *rule*, dan ensiklopedia.

5. PENGUJIAN SISTEM

5.1 Halaman Utama

Halaman Utama pada *web* ini langsung kepada halaman diagnosa penyakit anak. Pada halaman ini *user* akan mendapatkan penjelasan singkat mengenai garis besar dari program ini, beserta dengan fitur-fiturnya, yaitu Ensiklopedia Penyakit dan Ensiklopedia Gejala seperti pada Gambar 8.



Gambar 8 Halaman Utama

5.2 Halaman Tanya Jawab

Halaman tanya jawab adalah untuk melakukan proses diagnose penyakit yang diderita oleh pasien. Pada halaman ini merupakan alur *forward*, di mana *user* akan memberikan informasi sesuai kondisi tubuh anaknya berdasarkan pertanyaan-pertanyaan gejala yang tampak pada anak. Pada halaman ini terdapat berbagai macam jenis gejala yang tampak pada anak. *User* cukup memberi tanda centang pada gejala yang dirasa muncul pada anak seperti pada Gambar 9.

Tanya Jawab

Di bawah ini merupakan gejala-gejala penyakit yang tampak pada anak anda. Beri tanda centang pada gejala-gejala yang tampak.

Gambar 9 Halaman diagnose *forward chaining*

Berikutnya setelah *user* selesai menjawab semua pertanyaan, *user* akan memperoleh prediksi awal mengenai penyakit yang diderita

oleh pasien. Informasi yang terdapat pada halaman ini meliputi nama penyakit yang diderita, pertolongan pertama apa yang bisa dilakukan sebelum ditangani secara medis, persentase kemungkinan terjangkitnya penyakit tersebut, dan gambar ilustrasi dari penyakit tersebut. Selain itu juga terdapat rekam jejak hasil jawaban yang telah dijawab oleh *user*. Oleh karena merupakan prediksi awal, maka sistem akan menanyakan pertanyaan-pertanyaan lain guna mendukung kesimpulan yang telah dibuat diawal dengan mengklik tombol Lanjut di akhir halaman. Dapat dilihat pada Gambar 10.

Ada beberapa penyakit yang diduga sedang diderita oleh anak anda. Untuk itu, kami akan menanyakan gejala-gejala lain yang akan mendukung kesimpulan awal kami. Klik **Lanjut** di akhir halaman untuk melakukan diagnosa berikutnya.

Penyakit	Pertolongan	Persentase Kemungkinan	Gambar
morbili/campak	Pasien diisolasi untuk mencegah penularan. Perawatan yang baik diperlukan terutama kebersihan kulit, mulut, dan mata. Pengobatan yang diberikan simptomatik, yaitu antipiretik bila suhu tinggi, sedative, obat antitusif, dan memperbaiki keadaan umum dengan memperhatikan asupan cairan dan kalori serta pengobatan terhadap komplikasi. Pencegahan penyakit dilakukan dengan pemberian imunisasi.	42.857142857143 %	
demam berdarah dengue	Bagian terpenting dari pengobatannya adalah terapi suportif. Sang pasien disarankan untuk menjaga penyerapan makanan, terutama dalam bentuk cairan. Jika hal itu tidak dapat dilakukan, penambahan dengan cairan intravena mungkin diperlukan untuk mencegah dehidrasi dan hemokonsentrasi yang berlebihan. Transfusi platelet dilakukan jika jumlah platelet menurun drastis. Pengobatan alternatif yang umum dikenal adalah dengan meminum jus jambu biji bangkok, namun khasiatnya belum pernah dibuktikan secara medik. Kombinasi antara manajemen	33.333333333333 %	

Gambar 10 Prediksi dan probabilitas penyakit yang muncul

Setelah sistem memperoleh prediksi jenis penyakit yang diderita, sistem akan memberikan pertanyaan-pertanyaan lain seputar gejala yang ada. Pada halaman ini merupakan alur *backward*, di mana pertanyaan-pertanyaan gejala yang ada berdasarkan diagnosis yang pada umumnya dilakukan oleh dokter seperti pada Gambar 11.

Apakah anak anda mengalami nafsu makan turun? Tidak ada keinginan untuk makan walaupun ada rasa lapar

Step :-

- Pasti tidak
- Kemungkinan besar tidak
- Tidak tahu
- Kemungkinan besar ya
- Pasti ya

Isi probabilitas sendiri (Antara -1 sampai dengan 1). Untuk nilai desimal gunakan "." sebagai separator. :

Proses | Kembali

Gambar 11 Diagnosa backward

Pada halaman akhir, di mana sistem telah selesai memberikan semua pertanyaan-pertanyaan gejala, maka sistem akan memastikan penyakit apa yang sedang diderita oleh pasien seperti pada Gambar 12.

Di bawah ini merupakan hasil diagnosa penyakit anak anda.

Penyakit	Pertolongan	Persentase Kemungkinan	Gambar
influenza	Usahakan untuk beristirahat dan selalu dalam keadaan hangat dan nyaman, serta diusahakan agar tidak menularkan penyakitnya kepada orang lain. Jika terdapat demam, maka penderita harus menjalani tirah baring di rumah. Minum banyak cairan guna membantu mengencerkan ingus sehingga lebih mudah untuk dikeluarkan/dibuang. Menghirup uap atau kabut dari suatu vaporizer bisa membantu mengencerkan ingus dan mengurangi sesak di dada. Batuk merupakan satu-satunya cara untuk membuang ingus dan debris dari saluran pernafasan. Oleh karena itu sebaiknya batuk tidak perlu diobati, kecuali jika sangat mengganggu dan menyebabkan penderita susah tidur. Jika batuknya hebat, bisa diberikan obat anti batuk. Antibiotik tidak efektif untuk mengobati common cold, antibiotik hanya diberikan jika terjadi suatu infeksi bakteri. Jika gejala masih terjadi selama lebih dari 10 hari, pertolongan medis professional sangat dianjurkan.	54 %	

Show History | Kembali ke halaman diagnosis awal

Gambar 12 Hasil penyakit yang sedang diderita oleh pasien

5.3 Ensiklopedia

Halaman Ensiklopedia Penyakit adalah halaman yang berisi mengenai nama-nama penyakit yang mayoritas tidak dimengerti oleh orang awam. Pada halaman ini terdapat nama lengkap dengan definisi dan gejala dari penyakit tersebut seperti pada Gambar 13.

Ensiklopedia Penyakit

Nama Penyakit:

Cari

Istilah	Definisi	Gejala
morbili/campak	Morbili, campak, measles atau rubeola adalah penyakit virus akut yang disebabkan oleh virus campak. Penyakit ini sangat infeksius, menular sejak awal masa prodromal sampai lebih kurang 4 hari setelah munculnya ruam. Infeksi disebarkan lewat udara (airborne).	bercak merah, malaise, demam, fotofobia, gatal, Batuk, Koplik's Spot

Gambar 13 Ensiklopedia penyakit

5.4 Create Penyakit

Data yang diinputkan meliputi nama penyakit, pertolongan pertama, deskripsi penyakit, kategori penyakit, dan gambar ilustrasi jika ada seperti pada Gambar 14.

Gambar 14 Create penyakit baru

5.5 Create Rule

Ketika *admin* menambahkan *rule* ke dalam *database*, juga harus menambahkan nilai CF dari *rule* tersebut. Nilai CF diperoleh dari pakar, dalam hal ini adalah dokter, mengenai keyakinan pakar terhadap *rule* tersebut seperti pada Gambar 15.

Tambah Rule

Gambar 15 Create rule baru

5.6 Create Premis

Pada halaman ini terdapat tiga pilihan premis, yaitu Penyakit, Gejala, dan Gejala Baru. Jika premis menggunakan *statement* dari penyakit yang sudah ada, maka *admin* memilih Penyakit. Begitu juga dengan Gejala. Dalam kasus kali ini *admin* akan memasukan gejala baru belum terdapat dalam *database*. Jadi *admin* bisa menginputkannya secara manual pada pilihan Gejala Baru, meliputi nama gejala dan deskripsinya. Kemudian untuk menentukan gejala yang diinputkan merupakan gejala umum (yang tampak oleh pasien) atau bukan dapat digunakan opsi *forward* atau *backward* seperti pada Gambar 16.

Gambar 16 Create IF baru

5.7 Create Konklusi

Konklusi yang ditambahkan berupa nama penyakit yang sudah ada di dalam *database* seperti pada Gambar 17.

Gambar 17 Create THEN baru

6. KESIMPULAN

Proses mulai dari perancangan sistem sampai pengujian aplikasi yang dilakukan dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Dengan adanya aplikasi ini, *user* bisa mengetahui penyakit apa yang sedang diderita oleh pasien. Karena proses diagnose secara garis besar bisa dilakukan secara *online* tanpa harus menemui dokter saat itu juga. Tetapi pasien tetap harus mendapatkan perawatan medis.
2. Berdasarkan hasil kuesioner yang disebar bisa disimpulkan bahwa aplikasi ini memiliki desain yang cukup bagus dan mudah digunakan oleh pengguna.
3. Berdasarkan hasil kuesioner dari segi kebutuhan, program ini cukup mampu memenuhi kebutuhan meskipun jenis penyakit harus dikembangkan kembali.

7. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Al-Hammadi, D. A. A. M. 2010. *Developing An Expert System For Diabetes Mellitus Patients*. Master Thesis, King Saud University.
- [2] Durkin, John. 1994. *Expert Systems: Design and Development*. Macmillan.
- [3] Giarratano, J. C. dan Riley, G. D. 2005. *Expert Systems Principles and Programming Fourth Edition*, 167-173. Boston, Massachusetts: Thomson Course Technology.
- [4] Gunadi, K. dan Budhi, G. S. 2011. *Modul Praktikum Aplikasi Sistem Pakar*. Informatika Universitas Kristen Petra.
- [5] Mansjoer, A., et al. 1999. *Kapita Selekt Kedokteran Edisi 3 Jilid 2*, 417-536. Media Aesculapius. FK-UI.