

SISTEM PAKAR UNTUK MENDIAGNOSIS PENYAKIT INFEKSI MENGGUNAKAN FORWARD CHAINING

Ahmad Aniq Noor Mutsaqof

Jurusan Informatika, Fakultas MIPA,
Universitas Sebelas Maret
Jl. Ir. Sutami 36 A Surakarta 57126
kupersemar@gmail.com

Wiharto S.T M.Kom

Jurusan Informatika, Fakultas MIPA,
Universitas Sebelas Maret
Jl. Ir. Sutami 36 A Surakarta 57126
wi_harto@yahoo.com

Esti Suryani S.Si M.Kom

Jurusan Informatika, Fakultas MIPA,
Universitas Sebelas Maret
Jl. Ir. Sutami 36A Surakarta 57126
suryapalapa@yahoo.com

ABSTRAK

Penyakit infeksi merupakan salah satu masalah kesehatan yang paling utama di negara-negara berkembang termasuk Indonesia. Penyakit infeksi yang sering di derita adalah penyakit diare, demam *tifoid*, demam berdarah, radang paru-paru. Hal ini menunjukkan bahwa penyakit infeksi harus cepat didiagnosis agar tidak semakin parah. Penyakit infeksi merupakan penyakit menular yang mudah menyerang anak, karena anak belum mempunyai sistem imun yang baik. Namun, jumlah dokter umum di Indonesia belum mencukupi dan pendistribusian dokter tidak merata. Oleh karena itu, diperlukan adanya sistem yang dapat membantu tenaga medis non dokter untuk mendiagnosis penyakit infeksi agar penanganan penyakit infeksi lebih cepat teratasi.

Metode yang digunakan sebagai mesin inferensi adalah *Forward chaining*. Metode ini mempunyai konsep logika yang sama dengan dokter pada saat mendiagnosis pasien karena berbasis *if-then*. *Forward chaining* merupakan metode yang mempunyai strategi pencarian yang memulai proses pencarian dari sekumpulan data atau fakta, dari data-data tersebut menghasilkan suatu kesimpulan.

Pengujian dilakukan oleh dokter muda (Co-Ass) di Rumah Sakit Umum Daerah Sunan Kalijaga Demak. Pengujian dilakukan terhadap 50 pasien yang menghasilkan 6 kegagalan dalam mendeteksi penyakit infeksi. Nilai akurasi yang diperoleh adalah 88%. Hasil dari pengujian dapat disimpulkan bahwa metode *forward chaining* dapat diimplementasikan untuk mendiagnosis penyakit infeksi dengan melakukan tahapan akuisisi pengetahuan dan representasi pengetahuan.

Kata Kunci :

Forward Chaining, Penyakit Infeksi, Sistem Pakar.

1. PENDAHULUAN

Penyakit infeksi merupakan satu kumpulan jenis-jenis penyakit yang mudah menyerang anak-anak yang disebabkan oleh infeksi virus, infeksi bakteri, dan infeksi parasit [1]. Penyakit infeksi merupakan salah satu masalah kesehatan yang paling utama di negara-negara berkembang termasuk Indonesia. Berdasarkan Survei Kesehatan Rumah Tangga Tahun 2007, penyebab utama kematian antara lain 28,1 % disebabkan oleh penyakit infeksi dan parasit, 18,9 % disebabkan oleh penyakit vaskuler, dan 15,7 % disebabkan oleh penyakit pernapasan [2]. Hal lain yang juga menjadi pertimbangan adalah banyaknya angka kematian pada anak Indonesia yaitu lebih dari 200 anak meninggal per 100.000 angka kelahiran. Angka ini masih jauh dari MDGs (*Millennium Development Goals*) Negara Indonesia di tahun 2015 yaitu 102 per 100.000 kelahiran [3].

Penyakit diare, demam *tifoid*, demam berdarah, infeksi saluran pernapasan atas (influenza, radang amandel, radang tenggorokan), radang paru-paru, dan demam yang belum diketahui penyebabnya (observasi *febris*) merupakan penyakit infeksi yang termasuk ke dalam 10 penyakit terbanyak rumah sakit di Indonesia. Sedangkan penyakit lainnya antara lain : *dispepsi* (gangguan tidak nyaman

pada perut), hipertensi (darah tinggi), penyakit apendiks (usus buntu) dan gastritis (nyeri lambung) [4]. Hal ini menunjukkan bahwa penyakit infeksi harus cepat didiagnosis dan ditangani agar tidak semakin parah. Namun demikian jumlah dokter spesialis di Indonesia belum mencukupi. Terutama spesialis anak, kandungan dan kebidanan, bedah, penyakit dalam, anestesi dan rehabilitasi medik [5]. Kebutuhan dokter spesialis di tahun 2014 berjumlah 29.452, padahal ketersediaan pada tahun 2013 hanya 20.602 dokter spesialis [6].

Permasalahan lain terjadi pada pendistribusian dokter yang tidak merata. Pusat-pusat distribusi dokter adalah di Pulau Jawa dan Bali serta di Provinsi Sumatera Utara dan Sulawesi Selatan. Menurut kepala Badan Pengembangan dan Pemberdayaan SDM Kesehatan Kementerian Kesehatan tahun 2010, Bambang Giatno, hingga tahun 2010 diperkirakan ada sekitar 1600 puskesmas yang terutama berada di daerah terpencil tidak memiliki dokter jaga akibat dari kurang pemerataan distribusi [7]. Melihat fakta tersebut diperlukan adanya sistem yang dapat membantu tenaga medis non dokter untuk mendiagnosis penyakit infeksi.

Sistem pakar akan membantu tenaga medis non dokter untuk mendeteksi penyakit serta mendapat informasi solusi pengobatannya sejak dini sehingga dapat dilakukan penanganan segera [8]. Sistem pakar juga diharapkan dapat menyelesaikan masalah yang cukup rumit yang sebenarnya hanya dapat diselesaikan dengan bantuan para ahli [9].

Komponen-komponen yang terdapat dalam sistem pakar antara lain adalah antarmuka pengguna, basis pengetahuan, akuisisi pengetahuan, mesin inferensi, fasilitas penjelasan, *workplace*, dan perbaikan pengetahuan [10]. Mesin inferensi dalam sistem pakar merupakan hal yang pokok karena merupakan otak dari sistem pakar. Salah satu metode yang digunakan dalam mesin inferensi dari sistem pakar adalah metode *forward chaining*. Metode ini mempunyai konsep logika yang mudah dimengerti oleh dokter karena berbasis *if-then*. *Forward chaining* merupakan metode yang mempunyai strategi pencarian yang memulai proses pencarian dari sekumpulan data atau fakta, dan dari data-data tersebut dicari suatu kesimpulan [11]. *Forward Chaining* sudah banyak di implementasikan di bidang kedokteran, misalnya pada penyakit THT (telinga, hidung dan tenggorokan), penyakit asma dan gangguan pernapasan, dan penyakit mata [12] [13] [14].

Metode *forward chaining* cocok untuk diagnosa penyakit, karena mampu mengenali jenis penyakit berdasarkan gejala yang dipenuhi [15]. *Forward chaining* merupakan mesin inferensi yang melakukan pencarian dari suatu masalah kepada solusinya, di mana *forward chaining* merupakan inferensi *data-drive*, inferensi dimulai dari informasi yang tersedia dan baru konklusi [16].

Berdasarkan latar belakang di atas penulis ingin melakukan penelitian dengan judul “Sistem Pakar untuk Mendiagnosis Penyakit Infeksi Menggunakan Metode *Forward Chaining*”.

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah dapat menghasilkan sistem pakar menggunakan metode *forward chaining* dalam mendiagnosis penyakit infeksi.

Manfaat dari penelitian ini adalah ini diharapkan dapat membantu tenaga medis non dokter untuk memudahkan mendiagnosis penyakit infeksi sedini mungkin.

2. DASAR TEORI

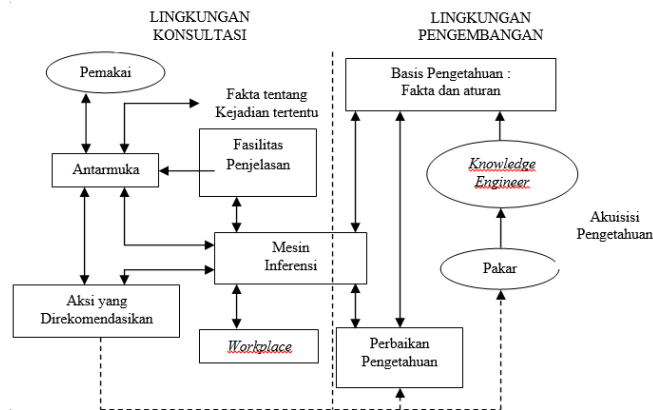
Terdapat beberapa teori yang mendukung dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut.

2.1 Sistem Pakar

Sistem pakar adalah aplikasi berbasis komputer yang digunakan untuk menyelesaikan masalah sebagaimana yang dipikirkan oleh pakar. Pakar yang dimaksud di sini adalah, orang yang mempunyai keahlian khusus yang dapat menyelesaikan masalah yang tidak dapat diselesaikan oleh orang awam [17].

2.2 Arsitektur Sistem Pakar

Sistem pakar disusun oleh dua bagian utama, yaitu lingkungan pengembangan dan lingkungan konsultasi. Lingkungan Pengembangan digunakan untuk memasukkan pengembangan pakar ke dalam lingkungan sistem pakar, lingkungan konsultasi digunakan oleh non pakar untuk memperoleh pengetahuan dan nasihat pakar [10]. Arsitektur sistem pakar dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Arsitektur Sistem Pakar [10]

2.3 Akuisisi Pengetahuan

Akuisisi pengetahuan dilakukan untuk memperoleh pengetahuan dari pakar atau sumber lain (sumber terdokumentasi, buku, sensor, file komputer, dan lain-lain) [10]. Dalam proses akuisisi pengetahuan, seseorang perencana pengetahuan menjembatani antara pakar dengan basis pengetahuan (*knowledge base*). Perencana pengetahuan mendapatkan pengetahuan dari pakar, mengolahnya bersama pakar tersebut dan menaruhnya dalam basis pengetahuan dengan format tertentu.

2.4 Tabel Keputusan

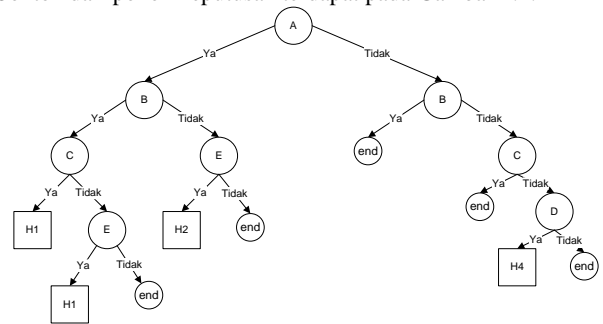
Tabel keputusan merupakan suatu cara untuk mendokumentasikan pengetahuan. Tabel keputusan merupakan matriks kondisi yang dipertimbangkan dalam pendeskripsian kaidah [18]. Contoh tabel keputusan ada pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Tabel Keputusan [18]

	Hipotesa 1	Hipotesa 2	Hipotesa 3	Hipotesa 4
Fakta A	v	v	v	
Fakta B	v		v	v
Fakta C	v			v
Fakta D				v
Fakta E		v	v	

2.5 Pohon Keputusan (Decision Tree)

Pohon keputusan adalah salah satu bentuk representasi pengetahuan yang digunakan untuk memodelkan persoalan yang terdiri dari serangkaian keputusan yang mengarah ke solusi [19]. Pohon keputusan dibuat dengan mengacu pada tabel keputusan. Contoh dari pohon keputusan terdapat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Pohon Keputusan [18]

2.6 Runut Maju (Forward Chaining)

Forward chaining merupakan strategi pencarian yang memulai proses pencarian dari sekumpulan data atau fakta, dari data-data tersebut dicari suatu kesimpulan yang menjadi solusi dari permasalahan yang dihadapi. Mesin inferensi mencari kaidah-kaidah dalam basis pengetahuan yang premisnya sesuai dengan data-data tersebut, kemudian dari kaidah-kaidah tersebut diperoleh suatu kesimpulan. *Forward chaining* memulai proses pencarian dengan data sehingga strategi ini disebut juga *data-driven* [10].

Contoh proses *forward chaining* berbentuk kaidah produksi [18]:

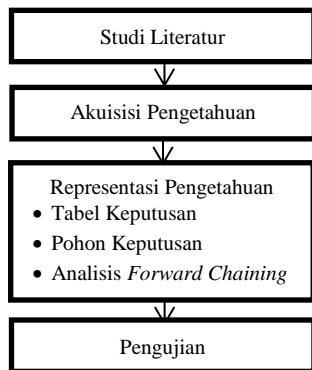
IF kondisi 1
 AND kondisi 2
 AND kondisi 3
 THEN kesimpulan.

2.7 Penyakit Infeksi

Penyakit infeksi merupakan satu kumpulan jenis-jenis penyakit yang mudah menyerang anak-anak yang disebabkan oleh infeksi virus, infeksi bakteri, dan infeksi parasit. [1]. Ada bermacam – macam penyakit infeksi di antaranya diare, demam *tifoid*, demam berdarah, infeksi saluran pernapasan atas (influenza, amandel, radang tenggorokan akut), radang paru-paru, dan *observasi febris* [6].

3. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang dilakukan penulis untuk menyelesaikan penelitian ini digambarkan dengan langkah-langkah sebagai berikut:



Gambar 3.1 Alur Penelitian

3.1 Studi Literatur

Studi literatur dilaksanakan dengan melakukan studi kepustakaan untuk memahami teori yang berasal dari buku maupun artikel dan jurnal yang bersumber dari internet. Studi kepustakaan dilakukan untuk mempelajari hal-hal yang berhubungan dengan penelitian secara umum, sistem pakar, *forward chaining*, macam-macam penyakit infeksi dan juga gejala-gejala apa saja yang dirasakan akibat penyakit infeksi.

3.2 Akuisisi Pengetahuan

Tahap akuisisi pengetahuan disebut juga tahap pengumpulan *knowledge*. Tahap ini dilakukan *input* data gejala-gejala, penyakit dan saran pengobatan yang diperoleh dari Dokter Spesialis Anak RSUD Sunan Kalijaga Demak yaitu dr. Budi Nur Cahyani, Sp.A.

3.3 Representasi Pengetahuan

Tahap representasi pengetahuan merupakan tahap yang digunakan untuk pengodean pengetahuan sistem pakar. Representasi pengetahuan terdiri atas pembuatan tabel keputusan, perancangan pohon keputusan dan analisis inferensi *forward chaining*

3.4 Pengujian

Tahap ini dilakukan pengujian terhadap aplikasi dengan tujuan memastikan fungsionalitas aplikasi dapat berjalan sama seperti apa yang diharapkan. Dan juga nantinya akan dilakukan pengujian dengan cara membandingkan hasil penyakit pasien yang sudah didiagnosis oleh dokter dengan hasil diagnosis sistem. Selanjutnya dilakukan perhitungan akurasi sebagai berikut

$$Akurasi = \frac{Jumlah\ data\ terdeteksi\ positif}{Jumlah\ keseluruhan\ data} \times 100\%$$

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembahasan sistem pakar untuk mendeteksi penyakit infeksi ini melalui beberapa tahapan. Dimulai dari akuisisi pengetahuan, representasi pengetahuan, implementasi dan pengujian sistem. Pembahasan sistem pakar untuk mendeteksi penyakit infeksi ini melalui beberapa tahapan. Dimulai dari akuisisi pengetahuan, representasi pengetahuan, implementasi dan pengujian sistem.

4.1 Akuisisi Pengetahuan

Berdasarkan hasil wawancara yang penulis lakukan di RSUD Sunan Kalijaga Demak dengan dr. Budi Nur Cahyani, Sp.A, beliau menyarankan supaya studi kasus yang digunakan untuk penelitian ini adalah 6 penyakit infeksi yang termasuk dalam 10 penyakit terbesar yang ada di rumah sakit Indonesia. Penyakit infeksi tersebut antara lain penyakit diare, demam *tifoid*, demam berdarah, pneumonia, observasi *febris*, dan ISPA (infeksi saluran pernapasan atas). ISPA sendiri dapat dibagi menjadi 3 penyakit yaitu influenza, amandel, dan radang tenggorokan akut. Studi kasus yang digunakan dalam penelitian terdapat 8 jenis penyakit dengan 10 gejala, 1 di antaranya adalah gejala umum. Demam merupakan gejala umum, sedangkan gejala lainnya antara lain batuk, pilek, nyeri perut, sesak napas, BAB (buang air besar) cair lebih dari 4x sehari, pendarahan (bintik merah di kulit, mimisan, BAB berdarah), lidah kotor, sakit saat menelan, dan mendengkur saat tidur.

4.2 Perancangan Tabel Keputusan

Perancangan tabel keputusan dilakukan dengan cara mengidentifikasi *rule* dari *knowledge* pakar kemudian memasukkan *rule* ke dalam alur penelusuran untuk ditelusuri dan untuk dijabarkan ke dalam Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Tabel Keputusan Penyakit Infeksi

	P00 1	P00 2	P00 3	P00 4	P00 5	P00 6	P00 7	P00 8
G00 1	V	V	V	V	V	V	V	V
G00 2				V	V		V	V
G00 3				V	V		V	V
G00 4	V	V	V					
G00 5					V			
G00 6	V							
G00 7			V					
G00 8		V						
G00 9							V	V
G01 0								V

Tabel 4.1 terdiri dari kolom gejala (G) dan kolom penyakit (P). Terdapat 10 gejala-gejala penyakit infeksi, dengan kode G001 sampai G010. Detail gejala – gejala penyakit infeksi terdapat pada Tabel 4.2. Terdapat 8 jenis penyakit pada kolom penyakit yang dikodekan dengan huruf P001 sampai P008. Detail penyakit infeksi terdapat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.2 Gejala Penyakit Infeksi

Kode	Nama Gejala
G001	Demam
G002	Batuk
G003	Pilek
G004	Nyeri perut
G005	Sesak napas
G006	BAB cair lebih dari 4 kali sehari
G007	Pendarahan (mimisan, bintik merah di kulit atau BAB berdarah)

G008	lidah kotor (tertutup selaput putih atau kuning yang menempel di permukaan), tepi <i>hipertermi</i> (tepi lidah kemerahan), dan tremor
G009	Sakit saat menelan
G010	Tidur mendengkur

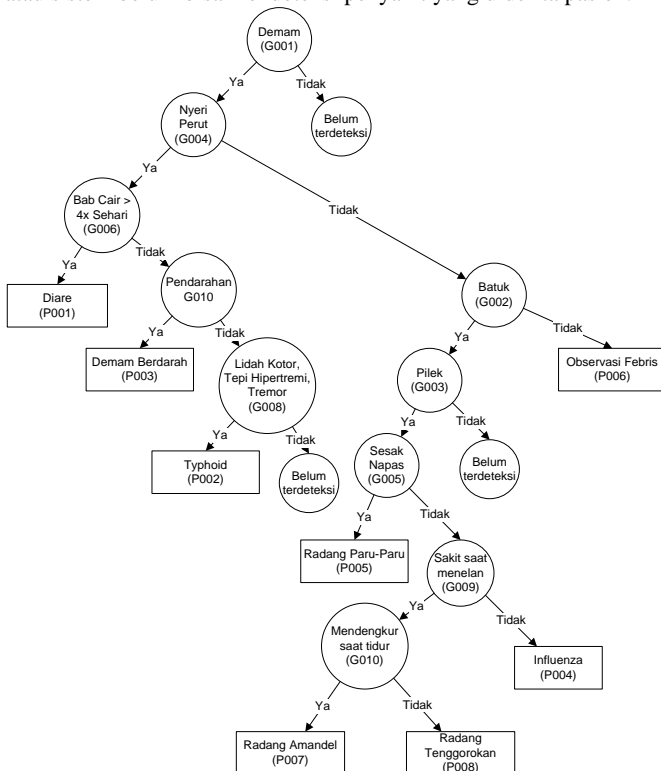
Tabel 4.3 Penyakit Infeksi

Kode	Nama Penyakit
P001	Diare
P002	Demam <i>Tifoid</i>
P003	Demam Berdarah
P004	Influenza
P005	<i>Pneumonia</i> (radang paru-paru)
P006	<i>Observasi Febris</i>
P007	<i>Tonsillitis</i> (Radang Amandel)
P008	<i>Tonsillopharyngitis</i> (Radang tenggorokan)

4.3 Perancangan Pohon Keputusan

Gambar 4.1 berdasarkan Tabel 4.1. G001 merupakan gejala umum bagi penderita penyakit infeksi yaitu demam. Gejala selanjutnya adalah nyeri perut. Berdasarkan gejala nyeri perut dapat dikelompokkan penyakit yang diderita oleh pasien apakah memiliki gejala nyeri perut ataukah tidak. Apabila pertanyaan gejala mempunyai jawaban “Ya” maka pada pohon keputusan akan dilanjutkan pertanyaan dengan jawaban “Ya” dan penelusuran akan dilanjutkan sehingga akan terjadi keputusan gejala penyakit infeksi yang diderita pasien.

Contoh untuk gejala pertama pasien mengalami gejala demam maka selanjutnya sistem akan menampilkan pertanyaan “Apakah pasien mengalami nyeri perut?” apabila pasien tidak mengalaminya maka dilanjutkan dengan pertanyaan “Apakah pasien sedang batuk?”. Apabila pasien juga tidak mengalaminya sistem akan mendiagnosis pasien tersebut menderita observasi febris. Sistem akan berhenti menampilkan pertanyaan apabila sudah mencapai hasil, yaitu pasien didiagnosis penyakit infeksi atau sistem belum bisa mendeteksi penyakit yang diderita pasien.



Gambar 4.1 Pohon Keputusan Penyakit Infeksi

4.4 Analisis Inferensi Forward Chaining

Analisis inferensi *forward chaining* dapat berbentuk sebuah *rule*. *Rule* tersebut menjelaskan penyakit berdasarkan gejalanya. *Rule* terdiri atas informasi masukan yang berupa gejala (*if*), lanjutan gejala-gejala (*and*) dan konklusi yang berupa diagnosis penyakit infeksi (*then*). *Rule* 1 berisi *IF* G001 *AND* G004 *AND* G006 *THEN* P001. Hal ini berarti jika gejala 1 (demam), gejala 4 (nyeri perut), dan gejala 6 (bab cair > 4x sehari) diderita oleh pasien maka sistem mendiagnosis pasien tersebut menderita penyakit P001 (diare).

- *Rule* 1
IF G001
AND G004
AND G006
THEN P001
- *Rule* 2
IF G001
AND G004
AND G008
THEN P002
- *Rule* 3
IF G001
AND G004
AND G010
THEN P003
- *Rule* 4
IF G001
AND G002
AND G003
THEN P004
- *Rule* 5
IF G001
AND G002
AND G003
AND G005
THEN P005
- *Rule* 6
IF G001
THEN P006
- *Rule* 7
IF G001
AND G002
AND G003
AND G009
THEN P008
- *Rule* 8
IF G001
AND G002
AND G003
AND G009
AND G010
THEN P007

4.5 Pengujian

Pengujian yang dilakukan terhadap pasien diare yang berjumlah 12 orang sistem hanya mampu mendeteksi sejumlah 11 orang. Dikarenakan sistem belum bisa mendeteksi penyakit yang diderita pasien. Misalnya dalam melakukan diagnosis penyakit diare, sistem dapat menyimpulkan bahwa pasien sedang menderita penyakit diare bilamana memenuhi *rule* sebagai berikut:

- IF* Demam
AND Nyeri perut
AND BAB cair > 4x sehari
THEN Diare

akan tetapi terkadang pasien tidak mengalami atau merasakan salah satu gejala yang terdapat dalam *rule* penyakit infeksi. Misalnya pasien hanya mengalami gejala demam dan BAB cair > 4x sehari saja, sehingga sistem tidak dapat mendeteksi bahwa pasien menderita penyakit diare. Sama halnya pada penyakit demam *tifoid*, influenza, radang amandel dan radang tenggorokan.

Tabel 4.4 Tabel Pengujian

No.	Nama Penyakit	Jumlah Diagnosis Dokter	Jumlah Diagnosis Sistem
1	Diare	12	11
2	Demam <i>Tifoid</i>	6	5
3	Demam Berdarah	3	3
4	Influenza	10	9

5	Radang Paru-Paru	5	5
6	<i>Observasi Febris</i>	3	3
7	Amandel	5	4
8	Radang Tenggorokan Akut	6	4
Jumlah		50	44

Tabel 4.4 menunjukkan bahwa pengujian terhadap 50 pasien menghasilkan 6 kegagalan dalam mendeteksi penyakit infeksi. Nilai akurasi pengujian tersebut adalah $\left(\frac{44}{50}\right) \times 100\% = 88\%$. Pengujian dilakukan oleh dokter muda (Co-Ass) yang sedang melakukan praktek di Poliklinik Anak RSUD Sunan Kalijaga Demak selama 6 hari dari tanggal 3-8 November 2014.

Jumlah diagnosis antara sistem dan penyakit berbeda dikarenakan dalam pengujiannya sistem tidak bisa mendeteksi penyakit yang diderita pasien. Hal ini disebabkan karena pasien tidak merasakan atau mengalami gejala yang ditanyakan oleh sistem.

4.6 Kesimpulan dan Saran

4.6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa dengan melakukan tahap akuisisi pengetahuan dan representasi pengetahuan sistem pakar ini berhasil diimplementasikan. Metode *forward chaining* digunakan sebagai mesin inferensi di mana mesin inferensi berfungsi sebagai otak dari sistem pakar.

Hasil yang didapat dari akuisisi pengetahuan adalah dengan menggunakan penyakit infeksi yang termasuk dalam 10 penyakit terbesar yang ada di rumah sakit di Indonesia. Setelah akuisisi pengetahuan dilakukan, lalu direpresentasikan kemudian diimplementasikan ke sebuah sistem pakar pengujian dilakukan terhadap 50 pasien. Terdapat 6 kegagalan pendeteksian dari 50 pengujian yang dilakukan. Nilai akurasi dihitung dengan membandingkan nilai keberhasilan dalam pendeteksian sistem dengan jumlah pasien pengujian. Nilai akurasi yang didapat sebesar 88%.

4.6.2 Saran

Saran yang dapat digunakan untuk penelitian selanjutnya yaitu :

1. Perlu adanya *update knowledge base* sehingga lebih banyak penyakit infeksi yang dapat didiagnosis
2. Menambahkan metode lain untuk menghindari penyakit yang belum bisa didiagnosis dikarenakan pasien tidak merasakan atau mengalami gejala. Misal dengan menggunakan *certainty factor*.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] T. Rampengan dan I. Laurentz, Penyakit Infeksi Tropik Pada Anak, Jakarta: Buku Kedokteran EGC, 1997.
- [2] S. K. Nasution, "Isolasi Bakteri Penghasil Antimikroba Dari Sampel Tanah Taman Wisata Alam Sibolangit Dan Kemampuannya Menghambat Pertumbuhan Mikroba Patogen," Universitas Sumatra Utara, Medan, 2012.
- [3] UNICEF, Ringkasan Kajian Kesehatan Ibu dan Anak, Jakarta: UNICEF Indonesia, 2012.
- [4] Kemenkes, "Profil Kesehatan Indonesia," Ditjen Bina Upaya Kesehatan, Jakarta, 2009.
- [5] Republika, "IDI Sebut Jumlah Dokter Spesialis Masih Minim," 1 10 2014. [Online]. Available: <http://www.republika.co.id/berita/nasional/jabodetabek-nasional/14/10/01/ncr7ix-idi-sebut-jumlah-dokter-spesialis-masih-minim>.
- [6] Depkes, "Ketersediaan dan Kesiapan SDM Kesehatan dalam Pencapaian Target RPJMN," Pusat Perencanaan dan Pendayagunaan SDM Kesehatan, Surabaya, 2012.
- [7] Dikti, Potret Ketersediaan dan Kebutuhan Tenaga Dokter, Jakarta: Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, 2010.
- [8] A. S. Broto, "Perancangan dan Implementasi Sistem Pakar untuk Analisa Penyakit Dalam," Universitas Diponegoro, Semarang, 2010.
- [9] L. Handayani dan T. Sutikno, "Sistem Pakar untuk Diagnosis Penyakit THT Berbasis Web dengan "e2gLite Expert System Shell"," *Jurnal Teknologi Industri*, vol. Vol. XII, no. No.1, pp. 19 -26, 2008.
- [10] E. Turban, R. Sharda dan D. Delen, Decision Support System and Business Intelligent Systems Ninth Edition, New Jersey: Pearson Education, 2011.
- [11] F. Sari, "Expert System untuk Mengetahui Aspek Kepribadian Seseorang Berdasarkan Tes EQ (Emotional Quotien) dengan Metode Forward Chaining," Universitas Putra Indonesia YPTK, Padang, 2011.
- [12] Suraya, "Sistem Pakar untuk Mendiagnosa Penyakit THT Berdasarkan Gejalanya untuk Menentukan Alternatif Pengobatan menggunakan Tanaman Obat," *Seminar Nasional Aplikasi Sains & Teknologi (SNAST) Periode III*, pp. 337-346, 2012.
- [13] A. R. Tohir, "Rancang Bangun Aplikasi Sistem Pakar untuk Diagnosis Penyakit Asma dan Gangguan Pernafasan (Studi Kasus Rumah Skait Dokter Soetomo)," Sekolah Tinggi Ilmu Komputer, Surabaya, 2012.
- [14] R. Reisa, Jusak dan P. Sudarmaningtyas, "Sistem Pakar untuk Diagnosis Penyakit Mata," *Jurnal Sistem Informasi dan Komputerisasi Akuntansi (JSIKA) Vol.2 No.2*, pp. 30-40, 2013.
- [15] D. R. Fitriana, "Merancang Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Jantung dengan Metode Forward Chaining Berbasis Web," Universitas Muhammadiyah Ponorogo, Ponorogo, 2003.
- [16] R. Sofa, D. Destiani dan A. Susanto, "Pembangunan Aplikasi Sistem Pakar untuk Diagnosis Penyakit Tanaman Padi," *Algoritma Sekolah Tinggi Teknologi Garut Vol. 09 No. 03*, pp. 1-8, 2012.
- [17] Kusriani, Aplikasi Sistem Pakar, Yogyakarta: Andi, 2008.
- [18] S. Hartati dan S. Iswanti, Sistem Pakar & Pengembangannya, Edisi Pertama, Yogyakarta: Graha Ilmu, 2008.
- [19] J. Giarrattano dan G. Riley, 1994. Expert System Principles and Programming, Boston: Publishing Company, 1994.