

Penerapan Teorema Bayes Untuk Mediagnosa Defisiensi Imun

Puji Sari Ramadhan, Saiful Nurarif
Sistem Informasi, STMIK TRIGUNA DHARMA
Jl. AH Nasution, Medan, 20142, Indonesia
E-Mail : pujisariamadhan@gmail.com

ABSTRAK

Defisiensi Imun ialah bentuk dari gangguan sistem imunitas atau kekebalan tubuh yang menyebabkan terganggunya kesehatan sampai resiko pelemahan imun yang dapat berakibat kematian. Pada saat ini kurangnya informasi dan pengetahuan masyarakat terkait Defisiensi Imun serta keterbatasan jumlah tenaga ahli, hal ini dapat mengakibatkan terhambatnya penanganan dini terhadap anak yang menderita Defisiensi Imun. Berdasarkan fenomena yang terjadi, maka perlu membangun sebuah sistem cerdas yang mampu melakukan pendiagnosaan dengan mengakuisisi serta mengumpulkan pengetahuan ahli atau pakar yang kemudian menerapkan *Teorema Bayes* yang nantinya akan menghasilkan nilai *probabilitas* gangguan yang dialami oleh anak atau bayi berdasarkan gejala klinis yang dialami. Selain analisis pendekatan metode, penelitian ini juga menggunakan penerapan metode penelitian berupa *Reserch and Development* yang mempunyai tujuan untuk dapat menghasilkan produk baru berbentuk sistem terkomputerisasi yang bertujuan memberikan kemanfaatan bagi masyarakat berupa pengembangan teknologi Sistem Pakar ini nantinya dapat dipergunakan sebagai layanan konsultasi publik untuk dapat diakses dan dapat dijadikan referensi atau pengambilan kesimpulan diagnosa awal pada pasien tersebut.

Kata Kunci – Sistem Pakar, Teorema Bayes, Defisiensi Imun

1. PENDAHULUAN

Imunitas merupakan sistem kontrol yang terdapat pada seluruh organisme yang memiliki fungsi untuk melindungi tubuh dari pengaruh biologis atau serangan dari luar dengan cara melakukan pengidentifikasian serta membunuh patogen atau sel yang berbahaya. Dalam menjalankan fungsinya sebagai sistem pertahanan tubuh, maka sistem imun tidak terlepas dari gangguan/penyakit, salah satu diantaranya adalah Defisiensi Imun.

Defisiensi Imun merupakan jenis gangguan fungsi dari sistem imun yang tidak berfungsi dengan baik sehingga bagi para penderita akan sangat rentan terserang infeksi berupa bakteri, udara, dan virus hal ini disebabkan karena gangguan imun ini memiliki tingkat sensitifitas yang tinggi, pada umumnya Defisiensi Imun kebanyakan menyerang anak-anak, hal ini ini dikarenakan anak-anak masih memiliki imunitas yang lemah. Defisiensi Imun dapat mengakibatkan terganggunya kesehatan sampai resiko pelemahan imun yang dapat mengakibatkan kematian pada anak.

Namun pada saat ini masih kurangnya informasi dan pengetahuan masyarakat terkait Defisiensi Imun, hal ini dapat menyebabkan terhambatnya pertolongan atau penanganan terhadap anak yang mengalami Defisiensi Imun, sehingga perlu membangun sebuah sistem cerdas yang mampu melakukan analisa pendiagnosaan dengan cara mensubstitusikan pengetahuan pakar atau ahli ke dalam teknologi *Artificial Intelligence* yaitu Sistem Pakar .

Sistem ini nantinya akan menggunakan konsep analisa *Teorema Bayes* yang berfungsi sebagai metode pelacakan hipotesis atau hasil diagnosa berdasarkan nilai-nilai yang terdapat pada *evidence*

yang ada untuk dapat menghasilkan nilai kemungkinan terhadap penyakit yang diderita, serta menggunakan penelusuran runut maju atau *Forward Chaining* untuk mengidentifikasi *rule* atau aturan yang telah dibentuk.

Penggunaan Sistem Pakar telah banyak dimanfaatkan dalam dunia medis, diantaranya dalam penelitian (Joshi & Ashish, 2017) Sistem Pakar difungsikan untuk melakukan pendeteksian kanker payudara. Selain itu terdapat pada penelitian lainnya (Maselena & Hasan, 2013) menyebutkan Sistem Pakar dipergunakan dalam mendeteksi penyakit infeksi. Pada pendapat lainnya juga dikemukakan dalam (Wulandari, Kadek and Made, 2018) digunakannya Sistem Pakar memprediksi pasien yang terkena demam berdarah.

Tidak hanya dalam dunia medis, pengimplementasian Sistem Pakar sering digunakan dalam aktifitas kehidupan sehari-hari, seperti pengimplementasian Sistem Pakar mengidentifikasi pengenalan wajah dalam tindak kejahatan (Zuhaer & Alhabib, 2018). Kemudian dalam (Pourghasemi, Pradhan, Gokceoglu, Mohammadi, & Moradi, 2013) menyebutkan Sistem Pakar mampu memprediksi kemiringan tanah akibat erupsi.

Tentunya dengan hadirnya Sistem Pakar ini dengan mengembangkan teknologi *Artificial Intelligence* yang menggunakan konsep *Teorema Bayes* dalam melakukan pendiagnosaan Defisiensi Imun ini dapat dijadikan sebagai layanan konsultasi diagnosa yang dapat dipergunakan oleh masyarakat secara luas serta memberikan pengetahuan dan informasi tentang Defisiensi Imun. Selain itu Sistem Pakar ini nantinya juga dapat dimanfaatkan oleh para ahli dibidang kesehatan sebagai bahan referensi

dalam pengambilan kesimpulan pendiagnosaan Defisiensi Imun secara dini.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Dalam penelitian ini memerlukan beberapa landasan teoritis yang berisi tentang teori-teori yang berkaitan dengan kecerdasan buatan, Sistem Pakar, *Forward Chaining*, *Teorema Bayes*, dan gangguan Defisiensi Imun yang nantinya digunakan sebagai dasar pokok penelitian yang akan diselesaikan.

A. Kecerdasan Buatan

Artificial Intelligence ialah cabang ilmu komputer untuk menghasilkan mesin dengan kemampuan mencari solusi terbaik seperti yang dilakukan oleh manusia (Al-Ajlan, 2015). Selain itu dalam (Mohamad Hadi, Misdrum, & A, 2016) menyebutkan bahwa kecerdasan buatan merupakan sebuah konsep yang mampu membuat sistem menjadi cerdas dengan menggunakan pemrograman simbolik dan pelacakan *problem solving*.

Definisi lain dikemukakan bahwa AI merupakan hasil dari representasi pengetahuan serta algoritma yang diadopsi ke dalam bentuk-bentuk prinsip aplikasi dari bidang yang dikelola (Verawaty, Mesran, Suginam, 2017). Kemudian dalam penelitian lainnya disebutkan bahwa AI merupakan sebuah cara menyajikan pengetahuan ke dalam sebuah skema algoritma yang nantinya akan diterapkan kedalam mesin atau sistem (Tuslaela & Permadi, 2018). Selanjutnya berdasarkan penelitian lainnya dikemukakan bahwa kecerdasan buatan diartikan sebagai mekanisme pembentukan pengetahuan yang dikelola untuk mejadi sebuah sistem (Yeni, Mesran, Suginam, & Fadlina, 2017).

B. Sistem Pakar

Dalam sebuah jurnal internasional menyebutkan bahwa Sistem Pakar atau ES adalah sebuah aplikasi komputer yang berasal dari konsep AI (Agha, Jarghon, & Naser, 2017). Selain itu pada pendapat lainnya mengemukakan bahwa *Expert System* adalah cabang dari ilmu AI yang digunakan untuk pembentukan solusi dengan memanfaatkan pengetahuan (Ashari, 2016).

Kemudian dalam pengertian lainnya *Expert System* adalah sebuah rancangan aplikasi program yang digunakan untuk menyimpan pengetahuan dan menentukan atau menyelesaikan permasalahan (Divya & Sreekumar, 2014).

Definisi lain mengemukakan *Expert System* ialah cabang AI yang mampu membuat pengetahuan yang dipergunakan untuk mencari solusi permasalahan (Gede & Divayana, 2014). Sistem Pakar memiliki 2 komponen utama diantaranya *inference* dan *knowledge-base* (Hossain, Ahmed, Fatema-Tuj-Johora, & Andersson, 2017). Kemudian pada penelitian selanjutnya Sistem Pakar diartikan sebagai sistem berbasis komputer yang membantu dalam penyelesaian permasalahan yang ada (Jamal & Sukadi, 2015).

Disamping itu juga disebutkan Sistem Pakar didefinisikan sebagai program atau sistem yang dapat

melakukan analisa seperti pakar (Masya, Prastiawan, & Mubaroq, 2016).

Dalam penelitian selanjutnya disebutkan Sistem Pakar ialah aplikasi berbasis *knowledge* yang mampu mentransformasikan pengetahuan pakar kedalam bentuk layanan sistem (Minarn, Warman, & Handayani, 2017). Selain itu Sistem Pakar memiliki ciri-ciri diantaranya mudah dimodifikasi, memiliki fasilitas pengetahuan, dan dapat dipergunakan dalam bentuk sistem (Nurajizah & Saputra, 2018).

Tujuan Sistem Pakar secara harfiah adalah membantu dalam menyelesaikan permasalahan berdasarkan aturan yang telah dirancang dan dimodelkan (Putri & Saputra, 2018), selain itu bahwa *Expert System* ialah pengambil keputusan yang baik disaat ada basis pengetahuan yang baik pula (Qwaider & Naser, 2017).

Kemudian pada pendapat lainnya dikemukakan bahwa Sistem Pakar berfungsi sebagai layanan konsultasi (Ramadhan & Fatimah, 2018b). Selain itu Sistem Pakar memiliki istilah basis pengetahuan, hal ini didasari oleh karena Sistem Pakar mampu mencari pemecahan permasalahan yang ada (Sinaga, Hasugian, & Manurung, 2018).

Disamping itu pula dikemukakan bahwa *Expert System* ialah gabungan antara pelacakan fakta atau *rule* dengan pengetahuan (Siti Hawa, Abdullah, 2015). Pada penelitian lainnya juga menyebutkan bahwa Sistem Pakar ialah program yang digunakan dalam pencarian solusi berbasis komputerisasi (Suyatno & Khairina, 2018). Selain itu definisi lainnya mengemukakan bahwa ES adalah produk AI yang memiliki metode dalam penyelesaian atau pendiagnosaan kerusakan atau permasalahan (Wang et al., 2015).

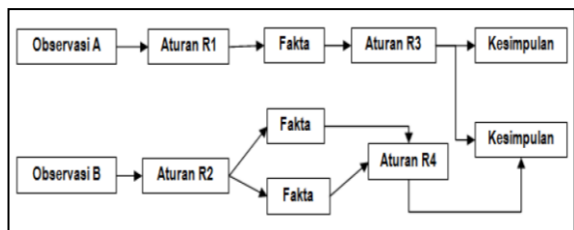
Pada penelitian lainnya mengemukakan ES adalah hasil dari kombinasi pengetahuan dengan pelacakan fakta (Widjaja & Susilo, 2017).

C. Forward Chaining

Inferensi diartikan sebagai mesin pelacakan yang bertugas menelusuri masalah sehingga menghasilkan rumusan hasil berdasarkan aturan yang ada dan didasari basis pengetahuan (Ramadhan & Fatimah, 2018). Kemudian dalam (Ramadhan, 2018a) disebutkan bahwa inferensi ialah program yang dapat menelusuri penalaran terhadap kondisi berdasarkan pengetahuan yang diperoleh.

Sementara itu untuk landasan teori tentang *Forward Chaining* dapat didefinisikan sebagai konsep pelacakan runut maju (Yanto, Werdiningsih, & Purwanti, 2017). Selain itu *Forward Chaining* dapat diartikan sebagai teknik pelacakan masalah kedepan berdasarkan *rule* atau aturan yang telah ditentukan (Ramadhan, 2018b).

Dalam penelitian lain, memaparkan bentuk proses *Forward Chaining*, Berikut ini bentuk atau gambaran dari proses *Forward Chaining* (Ramadhan, 2018a) :



Gambar 1. Proses *Forward Chaining*

D. Teorema Bayes

Metode ini dapat didefinisikan sebagai salah satu metode yang terdapat dalam *Expert System* yang digunakan untuk menghasilkan kesimpulan berdasarkan perhitungan nilai-nilai kemungkinan fakta-fakta yang terjadi (Ramadhan, 2018b).

Selain itu dalam jurnal internasional disebutkan bahwa *Teorema Bayes* ialah sebuah konsep aturan kemungkinan yang benar dan salah untuk dapat diolah menjadi informasi atau pengetahuan tambahan (Hadini, 2017).

Berikut ini merupakan bentuk formula dari *Teorema Bayes* :

$$P(H_i | E) = \frac{P(E \cap H_i)}{P(E)} \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan :

- P(H|E) : Probabilitas Hipotesis *i* terjadi jika Evidence terjadi
- P(E∩H) : Probabilitas Evidence mengandung Hipotesis
- P(E) : Total probabilitas Evidence

E. Defisiensi Imun

Sistem imun memiliki fungsi sebagai pertahanan tubuh yang akan melindungi tubuh dari pengaruh atau serangan yang berasal dari luar. Dalam menjalankan fungsinya sistem imun tidak terlepas dari berbagai gangguan atau penyakit, hal ini nantinya akan menyebabkan resiko kerusakan sistem imun itu sendiri dan akan mempengaruhi fungsi pertahanan tubuh.

Salah satu gangguan sistem imun ialah Defisiensi Imun, gangguan ini merupakan kumpulan berbagai macam penyakit yang disebabkan oleh ketidaknormalan pada sistem imun (Akib, A. Roma, 2015).

Defisiensi Imun muncul pada tahun 1952, hal ini ditandai dengan adanya kasus seorang anak yang mengalami infeksi *Pneumocystiscarinii* yang kemudian dikenal dengan penyakit Bruton. Defisiensi Imun sendiri memiliki beberapa jenis penyakit, diantaranya : *Transient hypogammaglobulinaemia of infancy*, *X-Linked agammaglobulinamia*, *Hyper-IgM antibodi deficiency*, *Common variable immunodeficiency*, *Selective antibodi deficiencies*, dan *Selective IgA deficiencies*.

1. *Transient hypogammaglobulinaemia of infancy*

Pada umumnya penyakit ini menyerang bayi dengan rentan usia 0 sampai 2 bulan, hal ini disebabkan bila bayi lambat memproduksi IgG, hal ini akan menyebabkan turunnya kadar IgG sehingga bayi lebih rawan terkena infeksi piogenik rakuren.

2. *X-Linked agammaglobulinamia*

Penyakit ini mengandung infeksi enterovirus yang biasanya menyerang anak antara usia 4 bulan sampai 2 tahun, tentunya infeksi ini dapat membahayakan nyawa anak.

3. *Hyper-IgM antibodi deficiency*

Para penderita penyakit *Hyper-IgM antibodi deficiency* memiliki kadar IgM serum yang tinggi dan mempunyai resiko terserang infeksi *Pneumocystis carinii*.

4. *Common variable immunodeficiency*

Merupakan penyakit heterogen yang probabilitas terserangnya anak jauh lebih besar dari pada orang dewasa, sebagian besar penderita CVID memiliki kadar IgG dan IgA serum yang sangat rendah.

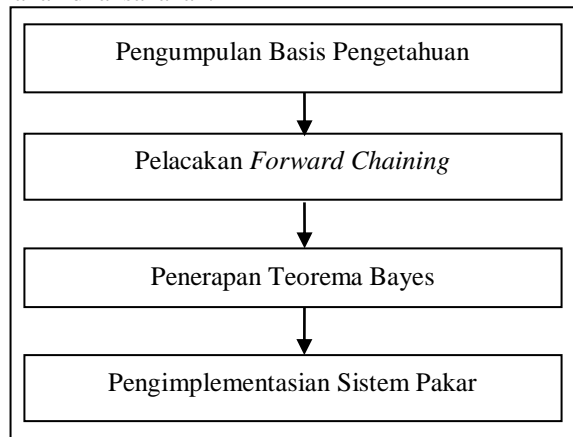
5. *Selective IgA deficiencies*

Penyakit ini sering disebut juga dengan defisiensi selektif yang IgG1 memiliki kontribusi serum yang relatif besar terhadap IgG normal, hal ini dapat mempengaruhi respon imun terhadap antigen protein tubuh.

3. METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini memerlukan analisa pendekatan metode penelitian yang nantinya dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan tentang pendiagnosaan Defisiensi Imun dengan mentransformasikan pengetahuan ahli ke dalam aplikasi yang nantinya akan mengembangkan konsep *Forward Chaining* untuk menemukan fakta-fakta yang terjadi, kemudian penerapan *Teorema Bayes* untuk dapat menghasilkan nilai kemungkinan atau persentase probabilitas penyakit yang menyerang pasien berdasarkan gejala-gejala yang telah dialami.

Metode penelitian yang akan digunakan adalah *Reserch and Development* yang memiliki fungsi menghasilkan sebuah aplikasi layanan diagnosa yang nantinya dapat dimanfaatkan untuk melakukan konsultasi pendiagnosaan tentang Defisiensi Imun. Selain metode penelitian, dibutuhkan juga kerangka kerja yang dapat membantu proses dan langkah-langkah untuk menghasilkan kesimpulan atau tujuan yang akan dicapai. Berikut ini kerangka kerja yang akan dilaksanakan.



Gambar 2. Kerangka Kerja

4. HASIL DAN PEMBAHASAN (HEADING 1)

Pada bagian ini akan membahas tentang langkah-langkah dalam membangun Sistem Pakar yang nantinya digunakan untuk pendiagnosaan Defisiensi Imun dengan menerapkan konsep analisis *Teorema Bayes*.

A. Pengumpulan Basis Pengetahuan

Pada tahapan ini akan dilakukan pengumpulan informasi atau data yang berkaitan dengan jenis Defisiensi Imun serta nilai bobot yang diberikan oleh pakar. Berikut ini basis pengetahuan yang telah dibentuk :

Tabel 1. Basis Pengetahuan

No	Daftar Gejala	Jenis Defisiensi Imun				
		Transient	X-Linked	Hyper	Common	SI GA
1	Asma	√				√
2	Eksim	√				
3	Alergi Makanan	√				
4	Diare Kronis	√				√
5	Muntah Menerus	√				
6	Atopik	√				
7	Rhinitis	√	√			√
8	Infeksi Bronkial	√				
9	Sinusitis	√	√			
10	Sepsis	√	√			
11	Pioderma		√			
12	Konjungtiutis		√			
13	Meningitis		√			
14	Kegagalan Pertumbuhan		√			
15	Amandel		√			
16	Rheumutoid arthritis		√			√
17	Anemia Hemolik		√			
18	Radang Ginjal		√			
19	Neutropenia		√			
20	Radang Otot		√			
21	Polio		√			
22	Pneumonia		√	√	√	
23	Malabsorpsi			√		
24	Ispa			√		
25	Infeksi Oportunistik			√		
26	Infeksi Crytosporidium			√		
27	Prokistis			√		
28	Infeksi Kulit			√		
29	Infeksi Berulang Telinga				√	
30	Infeksi Paru				√	
31	Infeksi Pencernaan				√	
32	Tiroid				√	
33	Streptococcus					
34	Bronkitis					
35	Lupus Eritematososis					√
36	Bronkus				√	

Setelah melakukan pengumpulan basis pengetahuan tentang jenis Defisiensi Imun, maka selanjutnya dapat dibentuk *rule* atau aturan yang nantinya dapat digunakan sebagai pedoman pelacakan atau penelusuran jenis gangguan

berdasarkan gejala-gejala yang dialami. Berikut ini merupakan daftar *rule* yang dapat dibentuk :

Rule 1 : IF asma=Yes AND eksim=Yes AND alergi makanan=Yes AND diare kronis=Yes AND muntah menerus=Yes AND atopik=Yes AND rhinitis=Yes AND infeksi bronkial=Yes AND sinusitis=Yes AND sepsis=Yes THEN Penyakit = Transient Hypogammaglobulinaemia of Infancy.

Rule 2 : IF sinusitis=Yes AND rhinitis=Yes AND pioderma=Yes AND konjungtiutis=Yes AND meningitis=Yes AND sepsis=Yes AND kegagalan pertumbuhan=Yes AND adanya amandel=Yes AND rheumutoid arthritis=Yes AND anemia hemolik=Yes AND radang ginjal=Yes AND neutropenia=Yes AND peradangan otot=Yes AND polio=Yes AND pneumonia=Yes THEN Penyakit = X-Linked Agammaglobulinaemia.

Rule 3 : IF malabsorpsi=Yes AND ispa=Yes AND pneumonia=Yes AND infeksi oportunistik=Yes AND infeksi cryptosporidium=Yes AND prokistis=Yes AND infeksi kulit=Yes THEN Penyakit= Hyper-IgM Antibodi Deficiency.

Rule 4 : IF infeksi berulang pada telinga=Yes AND bronkus=Yes AND infeksi paru=Yes AND pneumomia=Yes AND infeksi pencernaan=Yes AND tiroid=Yes THEN Penyakit = Common Variable Immunodeficiency.

Rule 5 : IF rheumatoid arthritis=Yes AND lupus eritematososis=Yes AND asma=Yes AND rhinitis alergi=Yes AND diare kronis=Yes THEN Penyakit= Selective IgA Deficiencies.

Dari hasil pembentukan *rule* yang ada, maka dapat diperoleh 5 *rule* atau aturan, hal ini dikarenakan Defisiensi Imun memiliki 5 jenis gangguan.

B. Pelacakan Forward Chaining

Untuk menghasilkan sebuah fakta tentang jenis gangguan Defisiensi Imun yang terjadi pada pasien, maka proses selanjutnya adalah melakukan penelusuran atau pelacakan dengan menggunakan *Forward Chaining*.

Berikut ini penerapan *Forward Chaining* dalam mengidentifikasi kasus Defisiensi Imun. Seorang anak mengalami gejala-gejala sebagai berikut :

Tabel 2. Data Kasus

Kode Diagnosa	Gejala yang dialami
D001	Asma , Eksim dan Infeksi Bronkial.

Maka selanjutnya akan dilakukan proses penelusuran *rule*, dari data kasus di atas maka diperoleh 2 *rule* yang memiliki gejala-gejala yang ada pada kasus tersebut :

Rule 1 : IF asma=Yes AND eksim=Yes AND infeksi bronkial=Yes THEN Penyakit= Transient Hypogammaglobulinaemia of Infancy

Rule 5 : IF Asma=Yes THEN Penyakit= Selective IgA Deficiencies

Dari hasil penelusuran yang telah dilakukan maka diperoleh hasil jenis gangguan yang kemungkinan diderita oleh pasien anak tersebut yaitu : *Transient Hypogammaglobulinaemia of Infancy* dan *Selective IgA Deficiencies*.

Dalam proses penelusuran ini terdapat 2 jenis gangguan, sehingga perlu mengoptimalkan hasil yang diproses dengan penambahan bobot gejala terhadap Defisiensi Imun yang nantinya akan dilakukan perhitungan dengan menggunakan *Teorema Bayes*.

C. Penerapan Teorema Bayes

Sebelum melakukan proses perhitungan atau penerapan dengan Teorema Bayes, terlebih dahulu akan dilakukan proses pembentukan nilai keparakan terhadap gejala-gejala yang ada. Berikut ini daftar nilai bobot pada jenis gangguan Defisiensi Imun :

Tabel 3. Nilai Kepakaran

No	Daftar Gejala	Jenis Defisiensi Imun				
		Transient	X-Linked	Hyper	Common	SIgA
1	Asma	0.4				0.4
2	Eksim	0.6				
3	Alergi Makanan	0.8				
4	Diare Kronis	0.4				0.4
5	Muntah Menerus	0.3				
6	Atopik	0.6				
7	Rhinitis	0.4	0.4			0.4
8	Infeksi Bronkial	0.6				
9	Sinusitis	0.4	0.4			
10	Sepsis	0.6	0.4			
11	Pioderma		0.8			
12	Konjungtiutis		0.6			
13	Meningitis		0.6			
14	Kegagalan Tumbuh		0.4			
15	Amandel		0.6			
16	Rheumutoid		0.4			0.4
17	Anemia Hemolitik		0.6			
18	Radang Ginjal		0.6			
19	Neutropenia		0.6			
20	Radang Otot		0.4			
21	Polio		0.8			
22	Pneumonia		0.4	0.4	0.4	
23	Malabsorpsi			0.6		
24	Ispa			0.4		
25	Infeksi Oportunist			0.8		
26	Infeksi Crytospori			0.6		
27	Prokistis			0.4		
28	Infeksi Kulit			0.6		
29	Infeksi Telinga				0.4	
30	Infeksi Paru				0.4	
31	InfekPencernaan				0.4	
32	Tiroid				0.6	
33	Streptococcus					
34	Bronkitis					
35	Lupus Eritema					0.4
36	Bronkus				0.4	

Berdasarkan nilai bobot yang telah diperoleh maka dapat dilakukan penerapan *Teorema Bayes* Untuk proses penerapan *Teorema Bayes* diambil dari tabel 2 tentang data kasus yang memiliki nilai bobot sebagai berikut :

Tabel 4. Nilai Bobot Kasus

No.	Daftar Gejala	X-Linked Agammaglobulinaemia	Selective IgA Deficiencies
1	Asma	0.4	0.4
2	Eksim	0.6	
3	Infeksi Bronkial	0.6	

Dari hasil penelusuran *Forward Chaining* yang telah dilakukan maka diperoleh hasil jenis gangguan yaitu : *Transient Hypogammaglobulinaemia of Infancy* dan *Selective IgA Deficiencies*. Maka dengan penerapan *Teorema Bayes* ini nantinya dapat menghasilkan nilai probabilitas atau kemungkinan terhadap jenis gangguan yang ada, sehingga terpilih salah satu jenis gangguan Defisiensi Imun yang kemungkinan besar menyerang pasien anak tersebut. Berikut ini langkah-langkah penerapan *Teorema Bayes* :

Langkah Ke-1 : Menghitung Total Nilai Bobot Gejala yang dialami :

1. Jenis *X-Linked Agammaglobulinaemia*:
Asma = 0.4
Eksim = 0.6
Infeksi Bronkial = 0.6
Total Bobot Eksim = 0.4 + 0.6 + 0.6 = 1.6
2. Jenis *Selective IgA Deficiencies* :
Asma = 0.4

Langkah Ke-2 : Menghitung Nilai Probabilitas Gejala terhadap Penyakit :

1. Jenis *X-Linked Agammaglobulinaemia*:
 $P(H1) = 0.4 / 1.6 = 0.25$
 $P(H2) = 0.6 / 1.6 = 0.375$
 $P(H3) = 0.6 / 1.6 = 0.375$
 $P(E|Hk) \times P(Hk) = (0.4 \times 0.25) + (0.6 \times 0.375) + (0.6 \times 0.375) = 0.55$
2. Jenis *Selective IgA Deficiencies*:
 $P(H1) = 0.4 / 0.4 = 1$
 $P(E|Hk) \times P(Hk) = 0.4 \times 1 = 0.4$

Langkah Ke-3 : Menghitung Nilai Bayes Akhir

1. Jenis *X-Linked Agammaglobulinaemia*:
 $P(H1|E) = (0.4 \times 0.25) / 0.55 = 0.18$
 $P(H2|E) = (0.6 \times 0.375) / 0.55 = 0.41$
 $P(H3|E) = (0.6 \times 0.375) / 0.55 = 0.41$
 $\Sigma \text{Bayes} = (0.4 \times 0.18) + (0.6 \times 0.41) + (0.6 \times 0.41) = 0.56$ (Hasil Bayes)
2. Jenis *Selective IgA Deficiencies*:
 $P(H1|E) = (0.4 \times 1) / 0.4 = 1$
 $\Sigma \text{Bayes} = (0.4 \times 0.4) = 0.16$ (Hasil Bayes)

Langkah Ke-3 : Mencari nilai probabilitas yang paling tinggi :

$$\text{Max}_{(X-Lin, Select)} = (0.56; 0.16) = 0.56$$

Berdasarkan proses penerapan *Teorema Bayes* yang telah dilakukan, maka kemungkinan pasien anak di atas terdiagnosa gangguan Defisiensi Imun dengan jenis *X-Linked Agammaglobulinaemia* dengan nilai bayes yaitu 0,56.

D. Pengimplementasian Sistem Pakar

Sistem yang dibangun untuk dapat melakukan diagnosa Defisiensi Imun pada anak dirancang dalam bentuk aplikasi layanan konsultasi, berikut ini tampilan serta proses pendagnosisan terhadap Defisiensi Imun pada anak :

1. Proses Pengisian Identitas Pasien

Sebelum menggunakan layanan konsultasi untuk melakukan pendagnosisan, maka diperlukan pengisian identitas pasien, hal ini berfungsi untuk merekam jejak medis dari pasien yang telah melakukan konsultasi. Berikut tampilan halaman identitas pasien.



Gambar 3. Halaman Identitas Pasien

Dalam halaman identitas pasien terdapat data-data yang perlu diisi yaitu nama pasien, tanggal lahir, jenis kelamin dan alamat.

2. Pemilihan Gejala

Setelah melakukan pengisian identitas pasien maka selanjutnya akan muncul daftar gejala-gejala Defisiensi Imun yang nantinya dapat dipilih sesuai dengan keadaan yang terjadi pada pasien. Berikut halaman pemilihan gejala.



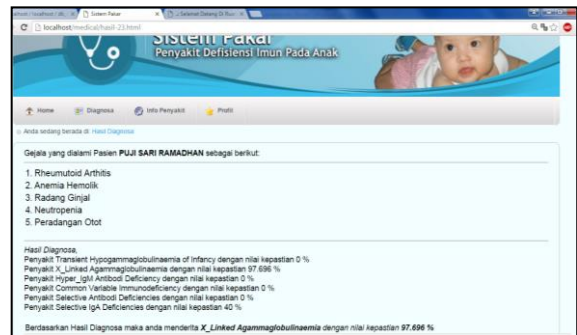
Gambar 4. Halaman Pemilihan Gejala

Pasien atau pengguna dapat memilih gejala-gejala yang ada dengan mencentang pada kotak gejala yang ada, setelah gejala yang diderita telah dipilih maka selanjutnya mengklik tombol diagnosa untuk mengetahui jenis gangguan Defisiensi Imun yang terjadi pada pasien beserta nilai probabilitas

terhadap jenis gangguan Defisiensi Imun berdasarkan gejala-gejala yang telah dipilih.

3. Hasil Diagnosa

Pada halaman ini akan ditampilkan hasil diagnosa pasien yang telah melakukan konsultasi dengan memilih gejala yang ada. Selain jenis gangguan Defisiensi Imun yang terdiagnosa terdapat juga nilai kemungkinan terhadap jenis gangguan penyakit tersebut. Berikut ini tampilan halaman hasil diagnosa.



Gambar 5. Halaman Hasil Diagnosa

Halaman hasil diagnosa akan menampilkan hasil sesuai dengan penerapan *Teorema Bayes* dengan proses pelacakan *Forward Chaining*.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan tentang penerapan *Teorema Bayes* untuk mengidentifikasi Defisiensi Imun, maka diperoleh beberapa kesimpulan. Berikut ini hasil kesimpulan yang dihasilkan :

1. Sistem Pakar untuk pendeteksian Defisiensi Imun ini dibangun dari hasil pengidentifikasian tentang segala pengetahuan dan informasi Defisiensi Imun yang ada, yang selanjutnya melakukan pemindahan pengetahuan dalam pola *rule-rule* serta nilai probabilitas yang nantinya akan diterapkan dalam aplikasi layanan diagnosa.
2. Pembangunan Sistem Pakar dimulai dengan proses mengumpulkan pengetahuan tentang Defisiensi Imun yang selanjutnya dibentuk dalam aturan, kemudian melakukan proses pelacakan *Forward Chaining* terhadap aturan yang ada serta melakukan proses penerapan *Teorema Bayes* yang memiliki tujuan untuk mengetahui nilai probabilitas Defisiensi Imun pada pasien yang menggunakan layanan pendagnosisan.
3. Sistem Pakar yang dibangun untuk mendeteksi Defisiensi Imun dengan menggunakan *Teorema Bayes* adalah aplikasi layanan diagnosa berbasis *Web*, sehingga nantinya aplikasi layanan diagnosa ini dapat digunakan oleh masyarakat luas.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Agha, M. El, Jarghon, A., & Naser, S. S. A. (2017). Polymyalgia Rheumatic Expert System, (August).

- Akib, A. Roma, J. dan K. N. (2015). *Penyakit Defisiensi Imun* (1st ed.). Jakarta: Ikatan Dokter Indonesia.
- Al-Ajlan, A. (2015). The Comparison between Forward and Backward Chaining. *International Journal of Machine Learning and Computing*, 5(2), 106–113. <https://doi.org/10.7763/IJMLC.2015.V5.492>
- Ashari. (2016). Penerapan Sistem Pakar Untuk Mendiagnosa Penyakit Pecernaan Dengan Pengobatan Alami, (November), 1–9.
- Divya, J., & Sreekumar, K. (2014). A Survey on Expert System in Agriculture. *International Journal of Computer Science and Information Technologies*, 5(6), 7861–7864.
- Gede, D., & Divayana, H. (2014). Application of Pineapple Diseases Expert System with FC-FL Method at Badung Regency Agriculture Department, 4(8), 293–298.
- Hadini, F. M. (2017). Detection System Milkfish Formalin Android-Based Method Based on Image Eye Using Naive Bayes Classifier, 9(1), 2–5.
- Hossain, M. S., Ahmed, F., Fatema-Tuj-Johora, & Andersson, K. (2017). A Belief Rule Based Expert System to Assess Tuberculosis under Uncertainty. *Journal of Medical Systems*, 41(3). <https://doi.org/10.1007/s10916-017-0685-8>
- Jamal, A., & Sukadi. (2015). Rancang Bangun Sistem Pakar Diagnosa Kerusakan Notebook Pada Widodo Computer Ngadirojo kabupaten Pacitan. *Journal Speed – Sentra Penelitian Engineering Dan Edukasi –*, 7(3), 52–58.
- Joshi, A., & Ashish, M. (2017). Analysis Of K-Nearest Neighbor Technique For Breast Cancer Disease Classification. *International Journal of Recent Scientific Research*, 8(8), 1005–19008. <https://doi.org/10.24327/IJRSR>
- Maseleno, A., & Hasan, M. (2013). The Dempster-Shafer Theory Algorithm and its Application to Insect Diseases Detection, 50, 111–120.
- Masya, F., Prastiawan, H., & Mubaroq, S. (2016). Application Design to Diagnosis of Bone Fracture (Traditional) using Forward Chaining Methods. *International Research Journal of Computer Science (IRJCS)*, 3(09), 23–30.
- Minarn, Warman, I., & Handayani, W. (2017). Case-Based Reasoning (Cbr) Pada Sistem Pakar Identifikasi Hama Dan Penyakit Tanaman Singkong Dalam Usaha Meningkatkan Produktivitas Tanaman Pangan. *Jurnal TEKNOIF*, 5(1), 41–47. <https://doi.org/10.21063/JTIF.2017.V5.1.41-47>
- Mohamad Hadi, Misdram, M., & A, R. F. (2016). Perancangan Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Ayam Dengan Metode Forward Chaining. *JImp*, 2(no bagian volume), 111–139. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Nurajizah, S., & Saputra, M. (2018). Sistem Pakar Berbasis Android Untuk Diagnosa Penyakit Kulit Kucing Dengan Metode Forward Chaining. *Jurnal Pilar Nusa Mandiri*, 14(1), 7–14.
- Pourghasemi, H. R., Pradhan, B., Gokceoglu, C., Mohammadi, M., & Moradi, H. R. (2013). Application of weights-of-evidence and certainty factor models and their comparison in landslide susceptibility mapping at Haraz watershed, Iran. *Arabian Journal of Geosciences*, 6(7), 2351–2365. <https://doi.org/10.1007/s12517-012-0532-7>
- Putri, S. A., & Saputra, E. P. (2018). Perancangan Aplikasi Sistem Pakar Diagnosa Awal Kanker Reproduksi Wanita Dengan Metode Certainty Factor, 2(3), 63–68.
- Qwaider, S., & Naser, S. S. A. (2017). Expert System for Diagnosing Ankle Diseases, (August).
- Ramadhan, P. S. (2018a). *Mengenal Metode Sistem Pakar*. (Fungky, Ed.) (1st ed.). Medan: Penerbit Uwais.
- Ramadhan, P. S. (2018b). Sistem Pakar Pendiagnosaan Dermatitis Imun Menggunakan Teorema Bayes. *InfoTekJar(Jurnal Nasional Informatika Dan Teknologi Jaringan)*, 3(73), 43–48.
- Ramadhan, P. S., & Fatimah. (2018a). Sistem E-Healthcare Untuk Mendiagnosa Penyakit Inflamasi Dermatitis Imun Anak Dengan Menggunakan Metode Certainty Factor, 1(1), 251–256.
- Ramadhan, P. S., & Fatimah, U. (2018b). Analisis Perbandingan Metode (Certainty Factor , Dempster Shafer dan Teorema Bayes) untuk Mendiagnosa Penyakit Inflamasi Dermatitis Imun pada Anak. *Saintikom*, 17(2), 151–157.
- Sinaga, B., Hasugian, P. M., & Manurung, A. M. (2018). Sistem Pakar Mendiagnosa Kerusakansmartphone, 3(1).
- Siti Hawa, Abdullah, U. (2015). Siti, Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Pada Tanaman Kakao Menggunakan Metode Forward Chaining (Studi Kasus Dinas Perkebunan Indragiri Hilir) 1, 4, 1–8.
- Suyatno, A., & Khairina, D. M. (2018). Pendeteksi Gangguan Jaringan Lokal Menggunakan Metode Certainty Factor, 13(2), 60–64.

- Tuslaela, & Permadi, D. (2018). Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Gigi Dan Mulut Berbasis Web dengan Metode Forward Chaining. *Jurnal PROSISKO*, 5(1), 17–26.
- Verawaty, Mesran, Suginam, A. K. (2017). Jambu Biji Menggunakan Metode Bayes, 2(1), 78–81.
- Wang, T., Zhang, G., Zhao, J., He, Z., Wang, Z., & Jiménez-Pérez, M. J. (2015). Fault Diagnosis of Electric Power Systems Based on Fuzzy Reasoning Spiking Neural P Systems. *IEEE Transactions on Power Systems*, 30(3), 1182–1194.
<https://doi.org/10.1109/TPWRS.2004.836256>
- Widjaja, A., & Susilo, A. B. (2017). Expert System To Identify Damage Cisco AS5300 Device With The Method Of Forward Chaining-Based Client-, 9, 787–805.
- Wulandari, Kadek and Made, S. (2018). Prediction of Days in Hospital Dengue Fever Patients using K-Nearest Neighbor, 3(1), 23–25.
- Yanto, B. F., Werdiningsih, I., & Purwanti, E. (2017). Aplikasi Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Pada Anak Bawah Lima Tahun Menggunakan Metode Forward Chaining. *Journal of Information Systems Engineering and Business Intelligence*, 3(1), 61–67.
- Yeni, Mesran, M., Suginam, S., & Fadlina, F. (2017). Sistem Pakar Untuk Mendiagnosis Penyakit Tumor Otak Menggunakan Metode Certainty Factor (CF). *Jurnal INFOTEK*, 2(1), 0–4.
- Zuhaer, M., & Alhabib, M. H. M. (2018). Face Recognition System Based on Kernel Discriminant Analysis, K-Nearest Neighbor and Support Vector Machine, 5(3), 335–338.