

Sistem Pakar Untuk Mendiagnosa Penyakit Mata Dengan Metode Bayesian Network

Rahmad Kurniawan, Luh Kesuma Wardhani

Jurusan Teknik Informatika UIN SUSKA Riau
Jl. H.R Subrantas KM. 15 no. 155 Simpang Baru, Panam, Pekanbaru
rahmad_kurniawan@yahoo.co.id, kesumaw@yahoo.com

Abstrak

Tidak semua penderita penyakit mata dapat mengetahui penyakit mata. Keterbatasan pengetahuan di bidang medis, masalah finansial serta kesulitan transportasi untuk ke dokter spesialis mata membuat penderita penyakit mata tidak mendapat penanganan yang tepat. Untuk itu dibutuhkan suatu aplikasi yang dapat melakukan aksi seperti dokter spesialis mata. Pada penelitian ini dibuat suatu aplikasi sistem pakar penyakit mata menggunakan metode bayesian network. Bayesian network digunakan karena dapat menghitung probabilitas penyakit mata dari berbagai gejala yang ada. Aplikasi ini dibangun untuk mendiagnosa 6 penyakit mata. Berdasarkan hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa metode bayesian network dapat memberikan hasil berupa nilai probabilitas jenis penyakit mata berdasarkan gejala yang dipilih. Perbandingan hasil diagnosa sistem terhadap diagnosa dokter spesialis mata pada 7 orang pasien memberikan nilai akurasi 85,7%. Dari sisi aplikasi yang dibangun, pengguna sistem pakar menilai bahwa sistem ini cukup mudah digunakan, informasi yang diberikan cukup lengkap dan sangat berguna bagi pengguna.

Kata kunci : Bayesian Network, Penyakit Mata, Sistem Pakar

1. Pendahuluan

Sistem pakar (*expert system*) adalah sistem yang berusaha mengadopsi pengetahuan manusia ke komputer, agar komputer dapat menyelesaikan masalah seperti layaknya para pakar (*expert*). Sistem pakar dirancang agar dapat menyelesaikan suatu permasalahan tertentu dengan meniru kerja dari para pakar atau ahli. Sistem pakar banyak dikembangkan dalam berbagai bidang, termasuk dalam bidang diagnosis medis.

Pada penelitian ini dikembangkan sistem pakar untuk diagnosis penyakit mata. Metode yang digunakan adalah Bayesian Network. Sistem pakar ini dikembangkan untuk memberikan pengetahuan kepada user dalam penanganan dini penyakit mata yang diderita. Sistem pakar dikembangkan berbasis web, sehingga bisa diakses siapa saja dengan biaya relatif lebih murah dan dapat diakses dari berbagai tempat. Masalah finansial dan kesulitan transportasi untuk berobat ke dokter spesialis mata yang cenderung hanya ada di kota saja tidak lagi menjadi persoalan.

Dalam sistem pakar ini *Bayesian Network* digunakan untuk menghitung probabilitas dari berbagai gejala penyakit mata sehingga pengguna dapat mengetahui probabilitas atau besar kemungkinan jenis penyakit mata yang didiagnosa dan mendapatkan solusi dalam mengatasi penyakit yang diderita secara tepat dan sedini mungkin.

Sistem pakar yang dibangun hanya dapat digunakan untuk enam penyakit mata yang umum diderita pasien, yaitu : *Konjungtivitis*, *Episkleritis*, *Keratitis*, *Skleritis*, *Hordeolum*, *Uveitis*. Output dari sistem pakar ini adalah kesimpulan kemungkinan penyakit mata apa yang diderita (dalam persen) serta solusi untuk penanganan dini dari penyakit tersebut.

2. Landasan Teori

2.1 Bayesian Network

Bayesian network merupakan salah satu *Probabilistic Graphical Model* (PGM) yang sederhana yang dibangun dari teori probabilitas dan teori graf. Teori probabilitas berhubungan langsung dengan data sedangkan teori graf berhubungan langsung dengan bentuk representasi yang ingin didapatkan. [7]. Sebagai contoh, sebuah *bayesian network* dapat mewakili hubungan probabilitas antara penyakit dan gejala. *Bayesian network* dapat digunakan untuk menghitung probabilitas dari berbagai gejala penyakit.

Metode *bayesian network* merupakan metode yang baik di dalam mesin pembelajaran berdasarkan data *training*, dengan menggunakan probabilitas bersyarat sebagai dasarnya.

Bayesian network (BN) atau jaringan bayes juga dikenal sebagai jaringan kepercayaan dari jaringan bayes yang pendek dan masih merupakan *probabilistic graphical model* (PGM) dengan *edge* berarah yang digunakan untuk merepresentasikan pengetahuan tentang hubungan ketergantungan atau kebebasan diantara variabel-variabel domain persoalan yang dimodelkan. Pengetahuan tersebut direpresentasikan secara kualitatif menggunakan struktur graf dan secara kuantitatif menggunakan parameter-parameter numerik. *Bayesian network* terdiri dari dua bagian utama, yaitu:

1. Struktur graf *bayesian network* disebut dengan *Directed Acyclic Graph* (DAG) yaitu graf berarah tanpa siklus berarah [10]. DAG terdiri dari *node* dan *edge*. *Node* merepresentasikan variabel acak dan *edge* merepresentasikan adanya hubungan ketergantungan langsung dan dapat juga diinterpretasikan sebagai pengaruh (sebab-akibat) langsung antara variabel yang dihubungkannya. Tidak adanya *edge* menandakan adanya hubungan kebebasan kondisional di antara variabel. Struktur grafis *bayesian network* ini digunakan untuk mewakili pengetahuan tentang sebuah domain yang tidak pasti. Secara khusus, setiap *node* dalam grafik merupakan variabel acak, sedangkan ujung antara *node* mewakili probabilitas yang bergantung di antara variabel-variabel acak yang sesuai. Kondisi ketergantungan ini dalam grafik sering diperkirakan dengan menggunakan statistik yang dikenal dengan metode komputasi. Oleh karena itu, *bayesian network* menggabungkan prinsip-prinsip dari teori graf, teori probabilitas, ilmu pengetahuan komputer, dan statistik.
2. Himpunan parameter
Himpunan parameter mendefinisikan distribusi probabilitas kondisional untuk setiap variabel. Pada *bayesian network*, *nodes* berkorespondensi dengan variabel acak. Tiap *node* diasosiasikan dengan sekumpulan peluang bersyarat, $p(x_i|A_i)$ sehingga x_i adalah variabel yang diasosiasikan dengan *node* dan A_i adalah set dari *parent* dalam graf.

Bayesian Network dibangun dengan pendekatan statistik yang dikenal dengan teorema bayes yaitu *conditional probability* (peluang bersyarat). *Conditional probability* yaitu perhitungan peluang suatu kejadian Y bila diketahui kejadian X telah terjadi, dinotasikan dengan $P(Y|X)$. Teorema ini digunakan untuk menghitung peluang suatu set data untuk masuk ke dalam suatu kelas tertentu berdasarkan inferensi data yang sudah ada. Dalam kaitan dengan diagnosis penyakit mata, X dapat mengacu pada gejala penyakit mata dan Y adalah jenis penyakit mata. Rumus teori bayes yaitu dapat dilihat pada rumus 2.1 berikut :

$$P(A|B) = \frac{P(A|B) P(A)}{P(B|A) P(A) + P(B|\bar{A}) P(\bar{A})} \quad (2.1)$$

Terdapat beberapa langkah untuk menerapkan *bayesian network*. Langkah-langkah tersebut yaitu :

1. Membangun struktur *bayesian network*
2. Menentukan parameter
3. Membuat *conditional probability table* (CPT)
4. Membuat *joint probability distribution* (JPD)
5. Menghitung *posterior probability*
6. Inferensi probabilistic

2.2 Mata

Mata adalah organ penglihatan yang mendeteksi cahaya. meneruskan sinyal tersebut ke retina, dan membuat efek visual yang dikirim ke otak. Secara sederhana mata hanya mengetahui apakah lingkungan sekitarnya adalah terang atau gelap [4].

Terdapat beberapa bagian organ mata yang bekerjasama mengantarkan cahaya dari sumbernya menuju ke otak untuk dapat dicerna oleh sistem saraf manusia. Bagian-bagian tersebut adalah:

1. Kornea
Merupakan bagian terluar dari bola mata yang menerima cahaya dari sumber cahaya.
2. Pupil dan Iris atau Selaput Pelangi
Dari kornea, cahaya akan diteruskan ke pupil. Pupil menentukan kuantitas cahaya yang masuk ke bagian mata yang lebih dalam. Pupil mata akan melebar jika kondisi ruangan yang gelap, dan akan menyempit jika kondisi ruangan terang. Lebar pupil dipengaruhi oleh iris di sekelilingnya. Iris berfungsi sebagai diafragma. Iris terlihat sebagai bagian yang berwarna pada mata.
3. Lensa mata
Lensa mata menerima cahaya dari pupil dan meneruskannya pada retina. Fungsi lensa mata adalah mengatur fokus cahaya, sehingga cahaya jatuh tepat pada bintik kuning retina. Untuk melihat objek yang jauh (cahaya datang dari jauh), lensa mata akan menipis. Sedangkan untuk melihat objek yang dekat (cahaya datang dari dekat), lensa mata akan menebal.
4. Retina atau Selaput Jala
Retina adalah bagian mata yang paling peka terhadap cahaya, khususnya bagian retina yang disebut bintik kuning. Setelah memasuki retina, cahaya diteruskan ke saraf optik.
5. Saraf optik
Saraf yang memasuki sel tali dan kerucut dalam retina, untuk menuju ke otak.

2.3 Penyakit Mata

Seperti pada organ tubuh yang lain, mata juga selalu mengalami gangguan atau disebut juga penyakit pada mata. Banyak jenis penyakit mata yang sering muncul disaat melakukan aktifitas sehari-hari. Hal ini terkait karena organ mata yang lebih kompleks dari organ tubuh lainnya dan juga karena beberapa faktor pemicu penyakit mata. Terdapat beberapa penyakit mata yang umum diderita manusia, di antaranya adalah: *Konjungtivitis, Piskleritis, Keratitis, Skleritis, Hordeolum, Uveitis*.

3. Metodologi Penelitian

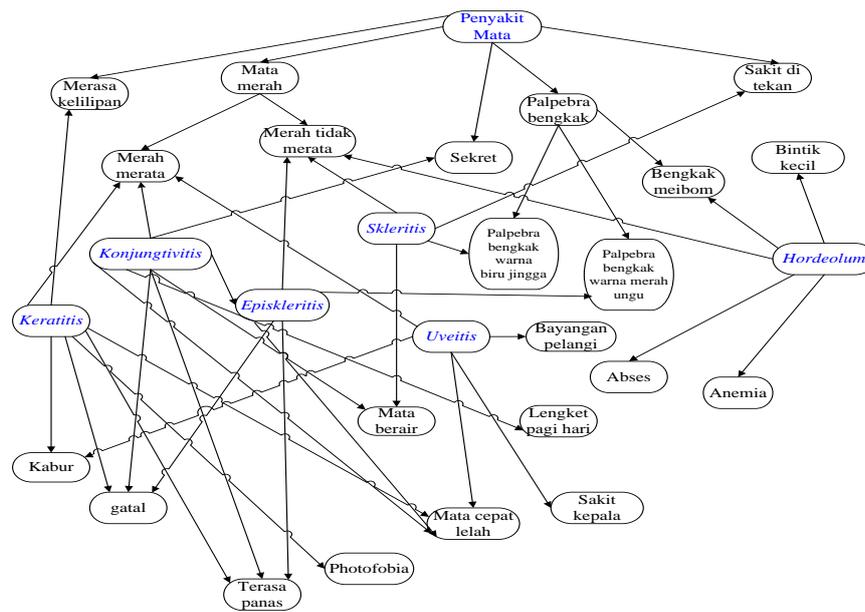
Tahap penelitian yang dilakukan dalam pengembangan sistem pakar untuk mendiagnosa penyakit mata ini adalah :

1. Melakukan studi literatur untuk mencari referensi yang terkait dengan topik penelitian ini, yaitu tentang sistem pakar dan penyakit mata.
2. Melakukan wawancara terhadap pakar, dalam hal ini wawancara dengan Dokter spesialis mata yang bertugas di salah satu rumah sakit swasta di Pekanbaru.
3. Melakukan analisa mendalam terhadap kebutuhan sistem, meliputi analisa data yang dibutuhkan, analisa proses, analisa tahapan Bayesian network, dan analisa fungsional sistem.
4. Melakukan perancangan terhadap sistem yang akan dibuat, meliputi perancangan aliran proses, perancangan tabel, perancangan antarmuka sistem.
5. Mengimplementasikan hasil analisa dan perancangan menggunakan bahasa pemrograman.
6. Melakukan pengujian terhadap sistem pakar yang dihasilkan. Terdapat beberapa pengujian untuk memastikan bahwa sistem pakar yang dihasilkan tidak mengandung kesalahan apapun. Jenis pengujian yang digunakan adalah pengujian *black box*, pengujian terhadap pengguna (dokter dan pasien), pengujian akurasi hasil.
7. Penarikan kesimpulan terhadap penelitian dan dokumentasi.

4. Analisa

1. Membangun struktur *bayesian network*

Struktur Bayesian Network untuk sistem pakar ini dapat dilihat pada Gambar 1 :



Gambar 1. Struktur Bayesian Network Sistem Pakar Untuk Mendiagnosa Penyakit Mata

2. Menentukan parameter

Berikut adalah tabel nilai *prior probability* yang didapat dari data yang telah ada atau pengetahuan dari seorang pakar mata.

Tabel 1. *Prior Probability* Gejala Penyakit Mata

No.	Kode Gejala	Nama Gejala	Nilai
1.	G01	Mata merah merata	0.7

3. Membuat *conditional probability table* (CPT)

Langkah ketiga adalah menentukan *conditional probability table* (CPT). Berikut adalah contohnya.

Tabel 2. *Conditional Probability Table*

Mata merah merata	Penyakit Mata	
	present	absent
Present	0.7	0.25
Absent	0.3	0.75

4. Membuat *joint probability distribution* (JPD)

Langkah keempat adalah menentukan *joint probability distribution* (JPD). Berikut adalah contohnya.

Tabel 3. *Joint Probability Table*

Mata merah merata	Penyakit Mata	
	present	absent
Present	0.49	0.075
Absent	0.21	0.225

5. Menghitung *posterior probability*

Berdasarkan JPD tersebut, dapat dihitung *posterior probability* dari gejala mata merah merata adalah:

$$\begin{aligned}
 P(A | B) &= \frac{P(B \cap A)}{P(B)} \\
 &= \frac{P(A | B) P(B)}{P(B | A) P(A) + P(B | \bar{A}) P(\bar{A})} \\
 &= \frac{0.49}{0.49 + 0.075} = 0.86725664
 \end{aligned}$$

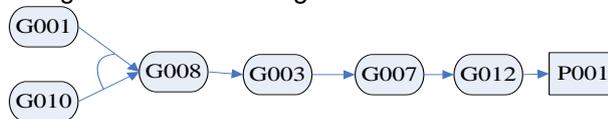
Sehingga didapatkan nilai *posterior probability* gejala penyakit mata dapat pada tabel berikut ini.

Tabel 4. Posterior Probability Gejala Penyakit Mata

No.	Kode Gejala	Nama Gejala	Nilai
1.	G01	Mata merah merata	0.86725664

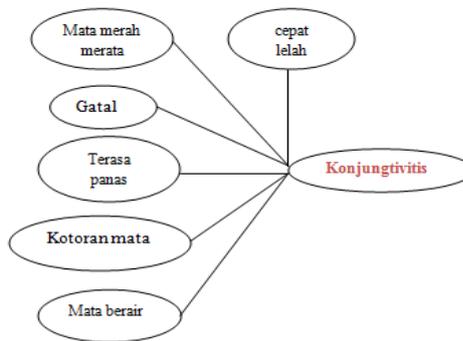
6. Inferensi probabilistic

Langkah terakhir adalah infrensi probabilistik. Berikut ini adalah *graf* penelusuran penyakit *konjungtivitis* dengan *forward chaining*:



Gambar 2 Graf *Konjungtivitis* dengan *Forward Chaining*

Berdasarkan struktur *bayesian network*, didapatkan bahwa representasi antara gejala dan penyakit adalah seperti gambar berikut ini:

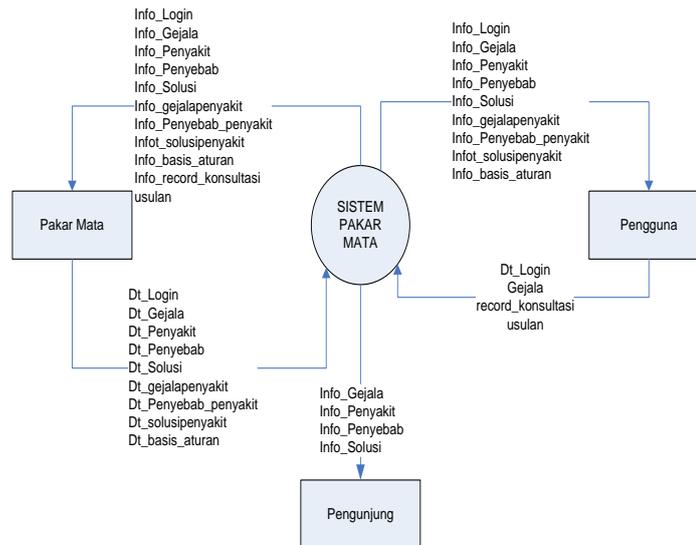


Gambar 3 Graf Penyakit *Konjungtivitis* Berdasarkan Struktur *Bayesian Network*

$$\begin{aligned}
 P(\text{Konjungtivitis} | \text{Gejala Konjungtivitis}) &= \frac{0.26829268 + 0.86725664 + 0.38356164 + 0.67741935 + 0.70588235 + 0.94736842}{6} \\
 &= \frac{3.849781}{6}
 \end{aligned}$$

= 0.64163. Hasil ini menunjukkan bahwa kemungkinan pasien dengan gejala tersebut menderita *konjungtivitis* sebesar 0.64163 atau 64 %

Data Flow Diagram dari sistem pakar tersebut adalah sebagai berikut :



Gambar 4. Data Flow Diagram

5. Pengujian dan Hasil Pengujian

Sistem pakar untuk mendiagnosa penyakit mata ini diuji menggunakan pengujian User Acceptance Test, dan pengujian validasi hasil diagnosa

5.1 User Acceptance Test

User acceptance test dilakukan dengan menyebarkan kuisisioner kepada 10 (sepuluh) orang responden yang memiliki latar belakang beragam. Hasil dari pengujian tersebut adalah :

1. Interface (tampilan antar muka program) mendapat nilai 76%
2. Kemudahan dalam memakai program mendapat nilai 82%
3. Kelengkapan informasi mendapat nilai 80%
4. Kemudahan mendapatkan informasi mendapat nilai 88%
5. Kegunaan program mendapat nilai 84%
6. Penilaian program secara keseluruhan mendapat nilai 82%

5.2 Pengujian Validasi Hasil Diagnosa

Pengujian hasil diagnosa dilakukan untuk mengetahui besar keakuratan sistem. Pengujian dilakukan langsung kepada pasien kemudian dibandingkan dengan hasil diagnosa yang dilakukan oleh dokter atau pakar mata. Pengujian dilakukan kepada 7 orang pasien penyakit mata. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Pengujian Hasil Diagnosa

Responden	Hasil Diagnosa Sistem Pakar	Hasil Diagnosa Dokter
Responden A	<i>Konjungtivitis</i> dengan nilai probabilitas 90.2 %	<i>Konjungtivitis</i>
Responden B	<i>Konjungtivitis</i> dengan nilai probabilitas 65.2 %	<i>Konjungtivitis</i>
Responden C	<i>Uveitis</i> dengan nilai probabilitas 52.7 %	<i>Uveitis</i>
Responden D	<i>Hordeolum</i> dengan nilai probabilitas 48.7 %	<i>Hordeolum</i>
Responden E	<i>Keratitis</i> dengan nilai probabilitas 75.5 %	<i>Keratitis</i>
Responden F	<i>Episkleritis</i> dengan nilai probabilitas 44.3 %	<i>Konjungtivitis</i>
RespondenG	<i>Konjungtivitis</i> dengan nilai probabilitas 84.01%	<i>Konjungtivitis</i>

Hasil diagnosis sistem salah = 1 kali

Error sistem : $(1/7) \times 100 = 14.3 \%$

Akurasi: $(6/7) \times 100 = 85.7 \%$

6. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, maka dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut:

1. Metode *bayesian network* dapat diterapkan pada sistem pakar diagnosis 6 penyakit mata sehingga dapat memberikan hasil diagnosis dengan cepat beserta nilai probabilitas kemunculan setiap jenis penyakit mata.
2. Hasil diagnosa beserta nilai probabilitas kemunculan setiap jenis penyakit mata lebih akurat jika dilakukan penelusuran pada beberapa gejala penyakit mata.

Referensi

- [1] Andrew. 2009, April 15. [Online]. <http://www.aboutknowledge.com/components-of-an-expert-Methodologies-to-Develop-Expert-System-system/>. Diakses tanggal 1 Februari 2011.
- [2] Anita. *Konsep Kecerdasan Buatan*. Yogyakarta: Penerbit Andi, 2006.
- [3] Arif, dkk. *Kapita Selekta Kedokteran Jilid 1*. Jakarta: Balai Penerbit Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia, 2000.
- [4] Dorland, W.A.N. *Kamus Kedokteran Dorland*. Jakarta: EGC, 2002.
- [5] Durkin, John. *Expert System Design and Development*. New Jersey: Prentice Hall Inc, 1994.
- [6] Hamdani. *Sistem Pakar Untuk Diagnosa Penyakit Mata Pada Manusia*. Samarinda: Jurnal Universitas Mulawarman, 2010.
- [7] Heckerman, David. 2006, November. *A Tutorial on Learning With Bayesian Network*. [Online]. <http://research.microsoft.com>. Diakses tanggal 5 Februari 2010.
- [8] <http://medicastore.com>. [Online]. Diakses tanggal 12 Maret 2011.
- [9] <http://statistikakomputasi.wordpress.com/2010/03/28/seri-bayesian-untuk-pemula-teorema-bayes-kunci-dalam-statistik-bayesian/>. [Online]. Diakses tanggal 12 Maret 2011.
- [10] Meigarani, Indyana. *Penggunaan Metode Bayesian network Dalam Sistem Pakar Untuk Diagnosa Penyakit Leukimia*. Bandung: Jurnal Universitas Pendidikan Indonesia, 2010.
- [11] Nugroho, Bunafit. *Membuat Aplikasi Sistem Pakar dengan PHP dan Editor Dreamweaver*. Jogjakarta: Gava Media, 2008.
- [12] Sidarta, Ilyas. *Penuntun Ilmu penyakit Mata*. Jakarta: Balai Penerbit Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia, 2003.
- [13] _____. *Kapita Selekta Kedokteran Jilid 1I*. Jakarta: Balai Penerbit Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia. 2000.
- [14] _____. *Kedaruratan Dalam Ilmu penyakit Mata*. Jakarta: Balai Penerbit Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia, 2005.