

Expert System Dalam Mendiagnosis Penyakit Infertilitas Pada Pria Dengan Menggunakan Metode Teorema Bayes

Hepmian Simatupang¹, Faisal Taufik², Rita Hamdani³

^{1,2,3} Sistem Informasi, Stmik Triguna Dharma

Email: ¹Shepmian@gmail.com, ²faisal.taufik04@gmail.com, ³r1t4.hamdani@gmail.com

Email Penulis Korespondensi: Shepmian@gmail.com

Abstrak

Infertilitas pria dapat disebabkan oleh berbagai faktor, termasuk paparan logam berat, radiasi, pola makan buruk, merokok, alkohol, dan obat-obatan, yang dapat mengganggu spermatogenik dan menurunkan kualitas serta kuantitas sperma. Saat ini, diagnosis dan pengobatan infertilitas masih dilakukan secara langsung dengan dokter spesialis, yang memerlukan waktu dan biaya tinggi, menyulitkan aksesibilitas konsultasi medis dan pencegahan dini. Untuk mengatasi permasalahan ini, penelitian ini mengembangkan sistem pakar berbasis web yang menggunakan metode Teorema Bayes untuk mendiagnosis infertilitas secara online. Sistem ini memanfaatkan probabilitas bersyarat dan data training untuk memberikan estimasi parameter yang akurat, memungkinkan pengguna melakukan diagnosis awal tanpa perlu konsultasi langsung dengan dokter. Dengan adanya sistem ini, diharapkan dapat menghemat waktu dan biaya serta mempermudah identifikasi gejala awal dan penentuan derajat diagnosis penyakit infertilitas. Hasil dari penelitian ini adalah aplikasi sistem pakar berbasis web yang dirancang untuk mendeteksi gejala awal dan memberikan rekomendasi diagnosis infertilitas. Sistem ini bertujuan menyediakan alat yang efisien dan terjangkau, meningkatkan aksesibilitas layanan kesehatan, dan memungkinkan pencegahan serta penanganan yang lebih dini.

Kata Kunci : Infertilitas, Sistem Pakar, Metode Teorema Bayes.

Abstract

Male infertility can be caused by various factors, including exposure to heavy metals, radiation, poor diet, smoking, alcohol, and drugs, which can disrupt spermatogenesis and reduce the quality and quantity of sperm. Currently, the diagnosis and treatment of infertility are conducted directly with a specialist doctor, requiring significant time and high costs, which complicates accessibility to medical consultations and early prevention. To address these issues, this research developed a web-based expert system that utilizes the Bayes' Theorem method to diagnose infertility online. The system leverages conditional probabilities and training data to provide accurate parameter estimates, enabling users to perform an initial diagnosis without the need for direct consultation with a doctor. The system is expected to save time and costs while facilitating early symptom identification and diagnosis of infertility. The outcome of this research is a web-based expert system application designed to detect early symptoms and provide diagnostic recommendations for infertility. The system aims to offer an efficient and affordable tool, enhancing healthcare accessibility, and enabling earlier prevention and treatment.

Keywords: Infertility, Expert System, Bayes' Theorem Method.

1. PENDAHULUAN

Infertilitas merupakan penyakit kemandulan atau ketidakmampuan untuk melakukan proses pembuahan yang dialami oleh pria. Infertilitas pria dapat disebabkan oleh berbagai faktor, antara lain logam berat, radiasi, pola makan, merokok, alkohol, dan obat-obatan. Logam berat yang sering dikaitkan dengan terganggunya proses spermatogenik adalah timbal dan kadmium. Radiasi intensitas tinggi dapat merusak sperma dan obat-obatan. Kortison dan leptin dosis tinggi dapat mengganggu produksi FSH dan LH, yang menyebabkan penurunan jumlah sperma. Asap tembakau dapat menyebabkan penurunan kuantitas atau kualitas sperma pada perokok aktif dan pasif. Sebaliknya, alkohol dan obat-obatan dapat memengaruhi kesuburan pria karena mengganggu sistem hormonal reproduksi. Ketidakseimbangan hormon dapat mengganggu sperma dan menyebabkan masalah kualitas dan kuantitas sperma [1].

Saat ini penanganan dalam mendiagnosis penyakit infertilitas masih dilakukan secara langsung dengan dokter spesialis sehingga membutuhkan waktu dan biaya masa pengobatan, dan pengobatan sangat mahal, para masyarakat tidak bisa berkonsultasi dengan para pakar atau dokter yang berkaitan dengan penyakit mandul, sehingga tidak dapat melakukan pencegahan sejak dini, sehingga dibutuhkan sebuah sistem pakar yang bisa membantu dalam mendiagnosis penyakit infertilitas secara online yang bisa menghemat waktu dan biaya [2].

Oleh karena itu diperlukan alat berupa aplikasi sistem pakar berbasis web untuk membantu mendeteksi gejala awal dan menentukan derajat diagnosis infertilitas. Sistem pakar adalah program komputer yang dapat menyimpan pengetahuan dan aturan dari bidang keahlian tertentu. Dengan bantuan sistem pakar, orang-orang biasa maupun orang-orang yang bukan ahli dalam suatu bidang tertentu dapat menjawab dan menyelesaikan pertanyaan, memecahkan masalah, serta mengambil keputusan yang biasanya diambil oleh para ahli. Seperti namanya, "sistem pakar" sangat bergantung pada pengetahuan para pakar yang memberikan keahlian dan pengalamannya [3].

Metode Bayes merupakan metode yang baik didalam mesin pembelajaran berdasarkan data training, dengan menggunakan probabilitas bersyarat sebagai dasarnya. Metode Bayes juga merupakan suatu metode untuk menghasilkan estimasi parameter dengan menggabungkan informasi dari sampel dan informasi lain yang telah tersedia sebelumnya [4].

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Tahapan Penelitian

Metode penelitian merupakan cara ilmiah untuk mendapatkan data dengan tujuan dan kegunaan tertentu. Metode Penelitian adalah sebuah tahapan yang dilaksanakan dalam mendapatkan data yang akan digunakan untuk menyelesaikan masalah dengan dengan mengadakan studi langsung lapangan untuk mengumpulkan data. Dalam penelitian sangat perlu mengikuti aturan atau kaidah yang berlaku, agar hasil penelitian yang diperoleh dapat dikatakan valid. Ada beberapa teknik dalam penyampaian data yang dapat digunakan dalam penelitian adalah sebagai berikut:

1. Pengamatan (Observasi)

Observasi adalah aktivitas yang dilakukan pada suatu proses atau objek dengan tujuan untuk merasakan dan kemudian memahami pengetahuan yang ada dari sebuah fenomena berdasarkan pengetahuan dan gagasan-gagasan yang sudah diketahui sebelumnya. Teknik ini melibatkan pengamatan langsung dan sistematis terhadap subjek penelitian tentang penyakit infertilitas pada pria, memungkinkan peneliti untuk mengumpulkan data yang kaya dan kontekstual. Dalam upaya untuk mengetahui penyakit infertilitas pada pria, teknik observasi diterapkan secara langsung di tempat studi kasus, yaitu Rumah Sakit Mitra Sehati Medan. Peneliti akan mengamati berbagai aspek yang berkaitan dengan infertilitas pria, termasuk prosedur diagnostik, interaksi antara pasien dan tenaga medis, serta respons pasien terhadap perawatan yang diberikan. Melalui observasi ini, peneliti dapat melihat secara langsung bagaimana kondisi klinis ditangani dan faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi hasil diagnosis dan perawatan. Data yang diperoleh dari observasi ini, seperti perilaku pasien, reaksi terhadap terapi, dan lingkungan medis, akan dianalisis untuk mendapatkan pemahaman yang lebih komprehensif tentang infertilitas pria. Observasi ini tidak hanya membantu mengidentifikasi faktor-faktor klinis yang berkontribusi terhadap infertilitas, tetapi juga aspek psikososial yang mungkin berpengaruh, sehingga menghasilkan wawasan yang lebih holistik untuk pengembangan strategi penanganan yang lebih efektif.

2. Wawancara (Interview)

Wawancara merupakan percakapan antara dua orang atau lebih yang terjadi secara langsung antara narasumber dan pewawancara. Wawancara ini dilakukan untuk mendapatkan informasi (data) yang dibutuhkan untuk mencapai tujuan penelitian. Dalam teknik ini dilakukan dengan cara tanya jawab secara langsung dengan bapak dr. Leo Simanjuntak, Sp. OG

Tabel 1 Data Penyakit infertilitas pada pria

No.	Kode	Penyakit
1.	P01	Oligozoospermia
2.	P02	Azoospermia
3.	P03	Necrozoospermia

Tabel 2 Data Penanganan Penyakit infertilitas pada pria

No.	Kode	Jenis Penyakit	Solusi
1.	P01	Oligozoospermia	- Konsumsi makanan bernutrisi - Hindari junk food dan makanan tidak sehat lainnya - Olahraga sesuai kebutuhan tubuh dapat mencegah kelainan sperma - Konsumsi vitamin C,D,Edan C0Q10 untuk meningkatkan kesehatan organ reproduksi pada pria
2.	P02	Azoospermia	- Pemberian obbat-obatan beberapa obat yang umumnya digunakan mengandung clomiphene,,human chorionic gonadotropin (Hcg),dan Gonadotropin releasing hormone (GnRH) - Operasi dapat membantu masalah anantomis ada organ reproduksi pria yang memengaruhi reproduksi sperma.

3.	P03	Necrozoospermia	- In vitro fertilization (IVF) metode dapat membantu pasangan yang mengalami infertilitas untuk menghasilkan keturunan. - Inseminasi intrauterin (IUI) IUI adalah produser yang membantu memindahkan sperma pria.
----	-----	-----------------	---

2.2 Sistem Pakar

Sistem Pakar adalah aplikasi berbasis komputer yang banyak dipergunakan dalam penyelesaian permasalahan yang berkaitan dengan pemikiran ataupun keahlian seorang pakar. Sistem ini mencoba membantu dalam memecahkan masalah yang tidak dapat diselesaikan orang awam dan hanya bisa diselesaikan oleh seorang pakar dibidangnya. Sistem pakar dikatakan berhasil jika sistem ini mampu menghasilkan sebuah keputusan yang sama seperti yang dilakukan oleh pakar aslinya baik pada saat proses pengambilan keputusannya begitu juga dengan hasil keputusannya.

Sistem adalah sekumpulan elemen yang saling berhubungan antara elemen yang satu dengan yang lainnya, dan jika satu elemen mengalami hambatan maka elemen yang lain juga mengalami hambatan. sistem yaitu seperangkat komponen yang saling berhubungan dan berfungsi untuk mengumpulkan, memproses, menyimpan dan mendistribusikan informasi guna mendukung pembuatan keputusan dan berfungsi sebagai pengawas dalam organisasi. Antara sistem yang satu dengan sistem yang lainnya saling berhubungan dan saling tergantung agar tujuan utama dalam organisasi atau lembaga dapat tercapai [4].

Sistem adalah suatu kesatuan dari berbagai komponen atau elemen yang saling berinteraksi dan bekerja sama untuk mencapai tujuan tertentu. Setiap sistem memiliki struktur yang terorganisir dan pola hubungan antar komponennya yang memungkinkan mereka berfungsi sebagai satu kesatuan. Komponen-komponen dalam sebuah sistem bisa berupa manusia, mesin, alat, metode, dan informasi, yang semuanya bekerja bersama dalam suatu proses yang saling berhubungan. Sistem dapat ditemukan di berbagai bidang seperti teknologi, biologi, ekonomi, dan sosial, masing-masing dengan karakteristik dan tujuan spesifik yang berbeda.

Contohnya, dalam konteks teknologi informasi, sistem komputer terdiri dari perangkat keras (hardware), perangkat lunak (software), pengguna (user), dan prosedur (procedures) yang bekerja bersama untuk mengolah dan menyimpan data. Komponen-komponen ini berinteraksi melalui jaringan dan protokol komunikasi untuk memastikan kelancaran operasi dan pencapaian tujuan sistem, seperti penyimpanan data yang aman dan pengolahan informasi yang efisien. Dengan demikian, pemahaman tentang sistem dan cara komponennya berinteraksi sangat penting untuk mengelola dan mengoptimalkan kinerja dalam berbagai bidang aplikasi [5].

Mesin Inferensi adalah sebuah otak dari aplikasi sistem pakar, dimana dalam mesin inferensi inilah kemampuan pakar ini disisipkan. Hal-hal yang dikerjakan oleh mesin inferensi, didasarkan pada pengetahuan-pengetahuan yang ada dalam basis pengetahuan yang telah diambil dari seorang pakar [6].

Sistem pakar hadir menjadi pembantu atau asisten yang akan menuntun seseorang menyelesaikan permasalahan dengan dukungan data kepakaran yang disimpan dalam komputer. Dengan bantuan kepakaran, informasi dirangkum dalam database sebagai sumber penanganan diagnosis kerusakan sampai solusi yang akan dilakukan sebagai langkah penyelesaian permasalahan [7]. Knowledge Based System adalah suatu sistem yang menggunakan pengetahuan (knowledge) yang diubah kedalam bahasa mesin atau dikodekan untuk dapat melakukan suatu tugas dan menyimpulkannya. Knowledge Based System atau Sistem Berbasis Pengetahuan digunakan agar dapat membantu manusia dalam menyelesaikan suatu masalah yang sedang dihadapinya dengan berdasarkan pada pengetahuan yang telah diprogramkan kedalam sistem. Oleh karena itu digunakan Knowledge Based System dalam memecahkan suatu masalah yang berhubungan dengan Expert System [8].

Pengetahuan adalah informasi atau maklumat yang diketahui atau disadari oleh seseorang. Pengetahuan yang tetapi tidak dibatasi pada deskripsinya disebut hipotesis, konsep, teori, prinsip.

Pengetahuan merupakan suatu saringan atau inti sari dari informasi. Pengetahuan diklasifikasikan menjadi:

1. Pengetahuan prosedural (*procedural knowledge*), yaitu pengetahuan yang memberikan bagaimana cara dalam melakukan sesuatu.
2. Pengetahuan deklaratif (*declarative knowledge*), yaitu pengetahuan yang menjawab pertanyaan dengan jawaban yang bernilai salah atau benar.
3. Pengetahuan tacit (*tacit knowledge*), yaitu pengetahuan yang tidak bisa dijelaskan dengan bahasa.

Terdapat berbagai kelebihan dan kekurangan dari sistem pakar. Kelebihan dari sistem pakar adalah [9]:

1. ketersediaan (*increased availability*). Kepakaran atau keahlian menjadi tersedia dalam sistem komputer. Dapat dikatakan bahwa sistem pakar merupakan produksi kepakaran secara masal (massproduction).
2. Mengurangi biaya (*reduced cost*). Biaya yang diperlukan untuk menyediakan keahlian per satu orang user menjadi berkurang.

3. Mengurangi Bahaya (*reduced danger*). Sistem pakar dapat digunakan di lingkungan yang mungkin berbahaya bagi manusia.
4. Permanen (*permanence*). Sistem pakar dan pengetahuan yang terdapat di dalamnya bersifat lebih permanen dibandingkan manusia yang dapat merasa lelah, bosan, dan pengetahuannya hilang saat sang pakar meninggal dunia.
5. Keahlian Multipel (*multiple expertise*). Pengetahuan dari beberapa pakar dapat dimuat ke dalam sistem dan bekerja secara simultan dan kontinyu menyelesaikan suatu masalah setiap saat. Tingkat keahlian atau pengetahuan yang digabungkan dari beberapa pakar dapat melebihi pengetahuan satu orang pakar .

Adapun kekurangan dari sistem pakar adalah [9]:

1. Biaya yang diperlukan untuk membuat dan memeliharanya sangat mahal.
2. Sulit dikembangkan. Hal ini tentu saja erat kaitannya dengan ketersediaan pakar di bidangnya.
3. Sistem Pakar tidak 100% bernilai benar.

2.3 Infertilitas

Infertilitas merupakan masalah Pasangan yang telah menikah minimal satu tahun, rutin berhubungan seks tanpa menggunakan alat kontrasepsi, dapat hamil. Secara umum, permasalahan terkait infertilitas ini dibedakan menjadi masalah yang sering terjadi pada wanita dan masalah yang sering terjadi pada pria. Oleh karena tingginya angka kejadian penyakit pada ovarium dan kejadian ini merupakan masalah penting menyangkut kualitas kesehatan reproduksi pria yang dalam kasus ini kebanyakan mengalami infertilitas [10]

Berikut ini penyebab dari penyakit infertility terhadap pria :

1. Ditingkat lokal, dimana nilai-nilai agama sudah mengakar kuat dalam seluruh aspek kehidupan masyarakat, infertilitas tidak dianggap sebagai persoalan karena adanya kerukunan dan solidaritas masyarakat untuk menjaga ikatan kekerabatan yang kuat
2. Namun pada tingkat individu, infertilitas masih dianggap sebagai kelainan pada diri subject, keinginan untuk menampilkan diri sebagai individu dengan identitas sosial tersebut membuat pria infertilitas merasa rendah diri dan malu
3. Kontak dengan komunitas lain dan budaya akan memberikan perspektif baru dan pengalaman berbeda tentang bagaimana dapat mengatasi infertilitas berada di luar komunitas desa berarti anda tidak memiliki referensi yang dapat mendukung anda saat berada dibawah tekanan [11].

2.4 Teorema Bayes

Metode *Teorema Bayes* adalah sebuah teorema dengan dua penafsiran berbeda. Pada penafsiran Bayes, metode ini menyatakan tingkat kepercayaan subjektif yang harus berubah secara rasional ketika diperoleh petunjuk atau kasus baru yang dibandingkan dengan kasus-kasus yang telah lama terjadi. Probabilitas bayes merupakan salah satu cara dalam mengatasi suatu ketidakpastian data dengan menggunakan *formula Bayes* [12].

Teorema Bayes juga memandang sebuah tolak ukur sebagai variable yang menggambarkan sebuah pengetahuan awal tentang tolak ukur sebelum pengamatan dilakukan dan dinyatakan dalam suatu nilai yang disebut dengan distribusi prior [13]. Kemudian setelah pengamatan dilakukan, informasi dalam distribusi prior kembali digabungkan dengan data sampel melalui *Teorema Bayes*.

Adapun algoritma dari penyelesaian dari metode *Teorema Bayes* yaitu sebagai berikut:

1. Mendefinisikan terlebih dahulu nilai probabilitas dari tiap *evidence* untuk setiap hipotesis berdasarkan data *sample* yang ada menggunakan rumus probabilitas *Bayes*.

$$P(H|E) = \frac{p(E|H).P(H)}{P(E)} \dots\dots\dots [2.1]$$
2. Menjumlahkan nilai probabilitas dari tiap *evidence* untuk masing-masing hipotesis berdasarkan data *sample*.

$$\sum_{k=1}^n k = 1 = G1 + \dots + Gn \dots\dots\dots [2.2]$$
3. Mencari nilai probabilitas hipotesis H tanpa memandang *evidence* apapun bagi masing-masing hipotesis.

$$P(Hi) = \frac{P(E|Hi)}{\sum_{k=1}^n} \dots\dots\dots [2.3]$$
4. Mencari nilai probabilitas hipotesis memandang *evidence* dengan cara mengalikan nilai probabilitas *evidence* awal dengan nilai-nilai probabilitas hipotesis tanpa mengandung *evidence* dan menjumlahkan perkalian bagi masing-masing hipotesis.

$$\sum_{k=1}^n = p(H1) * p(E|H1) + \dots + p(Hi) * p(E|Hi) \dots\dots\dots [2.4]$$
5. Mencari nilai $p(Hi|E)$ atau probabilitas H_i benar jika diberikan *evidence E*.

$$P(Hi|Ei) = \frac{P(Hi * p(E|Hi))}{\sum_{k=1}^n} \dots\dots\dots [2.5]$$
6. Mencari nilai kesimpulan dari *Teorema Bayes* dengan cara mengalikan nilai probabilitas *evidence* awal atau $p(E|Hi)$ dengan nilai hipotesis H_i benar jika diberikan *evidence E* atau $p(Hi|E)$ dan menjumlahkan hasil perkalian.

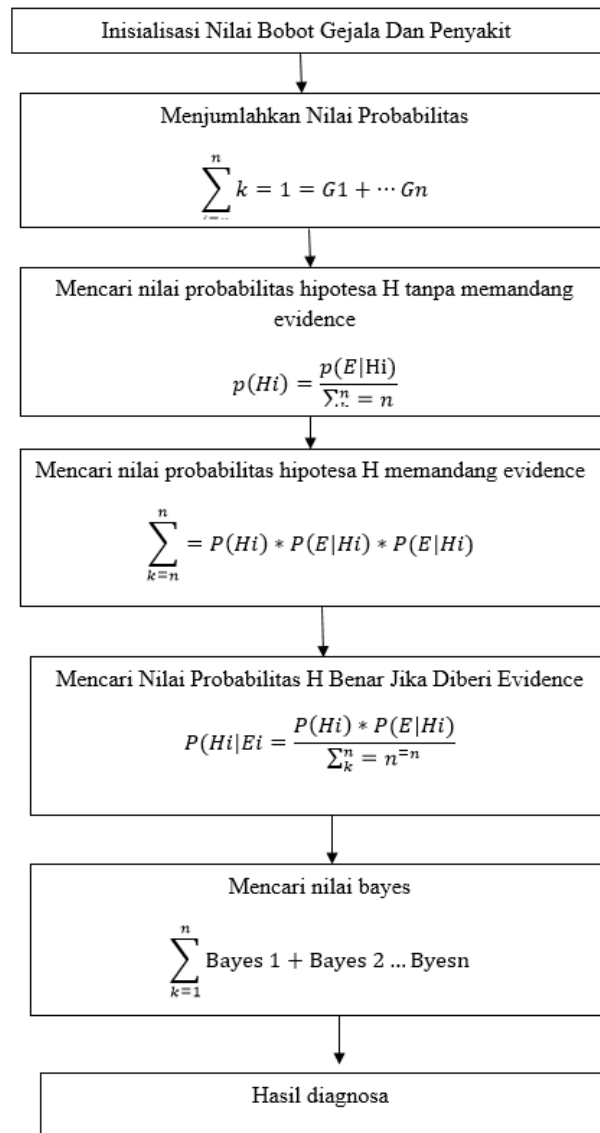
$$\sum_{k=1}^n \text{ bayes} = \text{bayes } 1 + \dots + \text{Bayes } n \dots\dots\dots [2.6]$$

Secara umum *Teorema Bayes* dengan E kejadian dan hipotesis H dapat dituliskan dalam bentuk:

$$P(H_i|E) = \frac{P(E \cap H_i)}{\sum_i P(E \cap H_i)} = \frac{P(E|H_i)P(H_i)}{P(E)} \dots \dots \dots [2.7]$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Teorema Bayes adalah alat penting dalam statistik dan teori probabilitas yang digunakan untuk memperbarui probabilitas suatu hipotesis berdasarkan bukti baru. Algoritma sistem merupakan keterangan dari langkah-langkah penyelesaian masalah dalam perancangan sistem pakar dalam mendiagnosis Sindrom Stoneman.



Gambar 1 Kerangka Kerja Metode *Teorema Bayes*

Pada algoritma kebutuhan *input* dari sistem pakar untuk mendiagnosis penyakit infertilitas pada pria dengan menggunakan metode *Teorema Bayes* ini berupa data gejala penyakit yang terlihat pada penderita penyakit infertilitas pada pria, beserta nilai bobot dari setiap gejala yang nilainya berasal dari data sampel atau pengalaman. Adapun data tersebut nantinya diproses untuk menghasilkan kesimpulan keterangan penyakit berdasarkan gejala yang dipilih oleh *user*. Adapun algoritma dari penyelesaian dari metode *Teorema Bayes* yaitu sebagai berikut:

1. Mendefinisikan terlebih dahulu nilai probabilitas dari tiap *evidence* untuk setiap hipotesis berdasarkan data *sample* yang ada menggunakan rumus 2.1.
2. Menjumlahkan nilai probabilitas dari tiap *evidence* untuk masing-masing hipotesis berdasarkan data *sample*.
3. Mencari nilai probabilitas hipotesis H tanpa memandang *evidence* apapun bagi masing-masing hipotesis.
4. Mencari nilai probabilitas hipotesis memandang *evidence* dengan cara mengalikan nilai probabilitas *evidence* awal dengan nilai-nilai probabilitas hipotesis tanpa mengandung *evidence* dan menjumlahkan perkalian bagi masing-masing hipotesis.
5. Mencari nilai $p(H_i|E)$ atau probabilitas H_i benar jika diberikan *evidence* E .

6. Mencari nilai kesimpulan dari Teorema Bayes dengan cara mengalikan nilai probabilitas *evidence* awal atau $p(E|H_i)$ dengan nilai hipotesis H_i benar jika diberikan *evidence* E atau $p(H_i|E)$ dan menjumlahkan hasil perkalian.

3.1 Mendefinisikan Nilai Probabilitas

Jenis penyakit infertilitas pada pria dapat dilihat dari tabel yang telah dibuat berdasarkan data.

Tabel 3 Jenis Penyakit infertilitas pada pria

No.	Kode	Penyakit
1.	P01	Oligozoospermia
2.	P02	Azoospermia
3.	P03	Necrozoospermia

Berikut ini adalah ciri-ciri penyakit infertilitas pada pria, antara lain adalah sebagai berikut:

Tabel 4 Gejala Penyakit infertilitas pada pria

Kode	Gejala
G01	Gairah seks menurun
G02	Kesulitan mempertahankan ereksi (disfungsi seksual)
G03	Nyeri pada daerah testis
G04	Bengkak atau Benjolan di area testis
G05	Berkurangnya rambut wajah atau tubuh
G06	Rasa lelah yang ekstrem
G07	Volume air mani sedikit
G08	Nyeri pinggul
G09	Nyeri saat berkemih
G10	Ejakulasi berlebihan secara tidak sadar
G11	Kesulitan dalam mengontrol waktu ejakulasi
G12	Nyeri saat berhubungan seksual atau saat berkemih
G13	Ketidaknyamanan bagian perut

Dalam menentukan rule inferensi untuk penyakit infertilitas pada pria, maka dibuatlah rulenya terlebih dahulu berdasarkan kaidah sistem pakar dengan metode bayes adalah sebagai berikut:

Tabel 5 Rule Inferensi

No	Gejala penyakit	Kode penyakit		
		P01	P02	P03
1	Gairah seksual menurun	✓	✓	✓
2	Disfungsi ereksi	✓	✓	
3	Nyeri pada daerah testis	✓	✓	
4	Bengkak atau benjolan di daerah testis	✓	✓	
5	Berkurangnya rambut wajah atau tubuh	✓	✓	
6	Rasa lelah yang ekstrem	✓		
7	Volume air mani sedikit		✓	

8	Nyeri pinggul		✓	
9	Nyeri saat berkemih		✓	
10	ejakulasi berlebihan secara tidak sadar			✓
11	Kesulitan dalam mengontrol waktu ejakulasi			✓
12	Nyeri saat berhubungan seksual atau saat berkemih			✓
13	Ketidaknyamanan bagian perut			✓

Dibawah ini merupakan tabel dari nilai gejala - gejala penyakit infertilitas pada pria ang di dapat dari data riwayat pasien yang mengalami suatu penyakit infertilitas yang telah melakukan konsultasi, dimana data tersebut akan digunakan untuk mencari nilai probabilitas atau nilai gejala sebagai nilai untuk mendapatkan nilai kepastian bayes, adapun nilai probabilitas dari gejala penyakit kolera dapat dilihat dari tabel berikut:

Tabel 6 Data Rekam Medis

Nama penyakit	Nama Pasien	Kode	Geala												
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Oligozoospermia	Tn. EF	P01	✓	✓	✓	✓	✓	✓							
Oligozoospermia	Tn. LU	P01	✓	✓	✓	✓	✓								
Oligozoospermia	Tn. H	P01					✓	✓							
Oligozoospermia	Tn. DF	P01	✓		✓		✓								
Oligozoospermia	Tn. BM	P01	✓			✓		✓							
Oligozoospermia	Tn. PT	P01		✓	✓	✓		✓							
Oligozoospermia	Tn. DE	P01	✓			✓	✓	✓							
Oligozoospermia	Tn. WJ	P01	✓	✓		✓	✓								
Oligozoospermia	Tn. ZB	P01		✓	✓			✓							
Oligozoospermia	Tn. EJ	P01	✓												
Azoospermia	Tn. SG	P02	✓	✓	✓		✓		✓	✓	✓				
Azoospermia	Tn. PR	P02	✓		✓	✓	✓		✓	✓					
Azoospermia	Tn. TH	P02	✓	✓	✓	✓			✓						
Azoospermia	Tn. EK	P02		✓		✓	✓			✓	✓				
Azoospermia	Tn. CD	P02	✓			✓									
Azoospermia	Tn. TL	P02		✓			✓		✓	✓	✓				
Azoospermia	Tn. FM	P02	✓		✓	✓	✓			✓					
Azoospermia	Tn. KT	P02		✓											
Azoospermia	Tn. SG	P02	✓				✓		✓		✓				
Azoospermia	Tn. FG	P02	✓		✓	✓	✓								
Neacrozoospermia	Tn. MK	P03	✓									✓	✓	✓	✓
Neacrozoospermia	Tn. FG	P03	✓									✓	✓	✓	
Neacrozoospermia	Tn. LR	P03												✓	✓
Neacrozoospermia	Tn. DJ	P03	✓									✓	✓		
Neacrozoospermia	Tn. KR	P03	✓											✓	✓

Neacrozoospermia	Tn. VY	P03										✓	✓	✓	
Neacrozoospermia	Tn. MG	P03	✓									✓	✓		✓
Neacrozoospermia	Tn. FM	P03	✓									✓		✓	
Neacrozoospermia	Tn. HN	P03											✓		✓
Neacrozoospermia	Tn. YR	P03	✓									✓	✓	✓	

Berdasarkan data pasien di atas maka dapat dibuat data nilai probabilitas untuk masing – masing gejala dalam setiap jenis penyakit. Nilai probabilitas di dapat dari umlah gejala sebagai total menggunakan rumus probabilitas bayes

$$P(A|B) = \frac{P(B \cap A)}{P(B)}$$

P01= Oligozoospermia

$$G1 = \frac{70}{100} = 0.70$$

$$G2 = \frac{5}{10} = 0.50$$

$$G3 = \frac{5}{10} = 0.50$$

$$G4 = \frac{7}{10} = 0.70$$

$$G5 = \frac{6}{10} = 0.60$$

$$G6 = \frac{6}{10} = 0.60$$

P02 = Azoospermia

$$G1 = \frac{7}{10} = 0.70$$

$$G2 = \frac{5}{10} = 0.50$$

$$G3 = \frac{5}{10} = 0.50$$

$$G4 = \frac{6}{10} = 0.60$$

$$G5 = \frac{7}{10} = 0.70$$

$$G7 = \frac{5}{10} = 0.50$$

$$G8 = \frac{5}{10} = 0.50$$

$$G9 = \frac{4}{10} = 0.40$$

P03 Neacrozoospermia

$$G1 = \frac{7}{10} = 0.70$$

$$G10 = \frac{7}{10} = 0.70$$

$$G11 = \frac{7}{10} = 0.70$$

$$G12 = \frac{7}{10} = 0.70$$

$$G13 = \frac{5}{10} = 0.50$$

Tabel 7 Nilai Probabilitas

No	Gejala penyakit	Kode penyakit		
		P01	P02	P03
1	Gairah seksual menurun	0.70	0.70	0.70
2	Disfungsi ereksi	0.50	0.50	
3	Nyeri pada daerah testis	0.50	0.50	
4	Bengkak atau benjolan di daerah testis	0.70	0.60	

5	Berkurangnya rambut wajah atau tubuh	0.60	0.70	
6	Rasa lelah yang ekstrem	0.60		
7	Volume air mani sedikit		0.50	
8	Nyeri pinggul		0.50	
9	Nyeri saat berkemih		0.40	
10	ejakulasi berlebihan secara tidak sadar			0.70
11	Kesulitan dalam mengontrol waktu ejakulasi			0.70
12	Nyeri saat berhubungan seksual atau saat berkemih			0.70
13	Ketidaknyamanan bagian perut			0.50

Setelah menentukan rule inferensi melalui tabel diatas maka tahap selanjutnya menggunakan Mesin infensi dari tabel tersebut dan melakukan proses perhitungan dengan metode *bayes*. Perhitungan akan dilakukan dari setiap kemungkinan yang akan dipilih maka dilakukan perhitungan metode *bayes* adalah sebagai berikut:

Tabel 8 Konsultasi

Kode Gejala	Pertanyaan berdasarkan gejala	Jawaban
G01	Gairah seksual menurun	Ya
G02	Disfungsi ereksi	
G03	Nyeri pada daerah testis	Ya
G04	Bengkak atau benjolan di daerah testis	Ya
G05	Berkurangnya rambut wajah atau tubuh	
G06	Rasa lelah yang ekstrem	
G07	Volume air mani sedikit	Ya
G08	Nyeri pinggul	Ya
G09	Nyeri saat berkemih	
G10	Ejakulasi berlebihan secara tidak sadar	
G11	Kesulitan dalam mengontrol waktu ejakulasi	
G12	Nyeri saat berhubungan seksual atau saat berkemih	
G13	Ketidaknyamanan bagian perut	Ya

Langkah pertama mendefinisikan terlebih dahulu nilai probabilitas dari tiap evidence untuk hipotesis berdasarkan data sampel yang ada menggunakan rumus probabilitas bayes:

1. P01 = Oligozoospermia
 $G01 = P(E|H1) = 0.7$
 $G03 = P(E|H1) = 0.5$
 $G04 = P(E|H1) = 0.7$
2. P02 = Azoospermia
 $G01 = P(E|H2) = 0.7$
 $G03 = P(E|H2) = 0.5$
 $G04 = P(E|H2) = 0.6$

$$G07 = P(E|H2) = 0.5$$

$$G08 = P(E|H2) = 0.5$$

3. P03 = Neacrozoospermia

$$G01 = P(E|H2) = 0.7$$

$$G13 = P(E|H2) = 0.5$$

3.2 Menjumlahkan Nilai Probabilitas

Langkah kedua menjumlahkan nilai probabilitas dari tiap evidence untuk masing-masing hipotesis berdasarkan data sampel menggunakan rumus 2.2.

P01 = Oligozoospermia

$$G01 = P(E|H1) = 0.7$$

$$G03 = P(E|H1) = 0.5$$

$$G04 = P(E|H1) = 0.7$$

$$\sum_{Gn}^n k1 = 0.7 + 0.5 + 0.7 = 1.9$$

P02 = Azoospermia

$$G01 = P(E|H2) = 0.7$$

$$G03 = P(E|H2) = 0.5$$

$$G04 = P(E|H2) = 0.6$$

$$G07 = P(E|H2) = 0.5$$

$$G08 = P(E|H2) = 0.5$$

$$\sum_{Gn}^n k2 = 0.7 + 0.5 + 0.6 + 0.5 + 0.5 = 2.8$$

P03 = Neacrozoospermia

$$G01 = P(E|H2) = 0.7$$

$$G13 = P(E|H2) = 0.5$$

$$\sum_{Gn}^n k3 = 0.7 + 0.5 = 1.2$$

3.3 Mencari Nilai Probabilitas Tanpa Memandang Evidence

Langkah ketiga mencari nilai probabilitas hipotesis H tanpa mengandung evidence apapun bagi masing-masing hipotesis.

1. P01 = Oligozoospermia

$$G01 = P(E|H1) = \frac{0.7}{1.9} = 0.37$$

$$G03 = P(E|H1) = \frac{0.5}{1.9} = 0.26$$

$$G04 = P(E|H1) = \frac{0.7}{1.9} = 0.37$$

2. P02 = Azoospermia

$$G01 = P(E|H2) = \frac{0.7}{2.8} = 0.25$$

$$G03 = P(E|H2) = \frac{0.5}{2.8} = 0.18$$

$$G04 = P(E|H2) = \frac{0.6}{2.8} = 0.21$$

$$G07 = P(E|H2) = \frac{0.5}{2.8} = 0.18$$

$$G08 = P(E|H2) = \frac{0.5}{2.8} = 0.18$$

3. P03 = Neacrozoospermia

$$G01 = P(E|H5) = \frac{0.7}{1.2} = 0.58$$

$$G13 = P(E|H5) = \frac{0.5}{1.2} = 0.42$$

3.4 Mencari Nilai Hipotesis dengan Evidence

Langkah keempat setelah nilai $P(H_i)$ diketahui, probabilitas hipotesis H tanpa memandang evidence apapun, maka langkah selanjutnya adalah:

1. P01 = Oligozoospermia

$$\sum_{k=n}^n = (0.7 * 0.37) + (0.5 * 0.27) + (0.7 * 0.37) = 0.647368421$$

2. P02 = Azoospermia

$$\sum_{k=n}^n = (0.7 * 0.37) + (0.5 * 0.18) + (0.6 * 0.21) + (0.5 * 0.18) + (0.5 * 0.18) = 0.57$$

3. P03 = Neacrozoospermia

$$\sum_{k=n}^n = (0.7 * 0.58) + (0.5 * 0.42) = 0.62$$

3.5 Mencari Nilai P(H|E)

Langkah kelima mencari nilai P(H_i|E) atau probabilitas hipotesis H_i benar jika diberikan evidence E.

1. P01 = Oligozoospermia

$$P(H_i|E) = \frac{0.7*0.37}{0.65} = 0.39$$

$$P(H_i|E) = \frac{0.5*0.27}{0.65} = 0.20$$

$$P(H_i|E) = \frac{0.7*0.368421053}{0.65} = 0.39$$

2. P02 = Azoospermia

$$P(H_i|E) = \frac{0.7*0.37}{0.57} = 0.31$$

$$P(H_i|E) = \frac{0.5*0.18}{0.57} = 0.16$$

$$P(H_i|E) = \frac{0.6*0.21}{0.57} = 0.23$$

$$P(H_i|E) = \frac{0.5*0.17}{0.57} = 0.16$$

$$P(H_i|E) = \frac{0.5*0.18}{0.57} = 0.16$$

3. P03 = Neacrozoospermia

$$P(H_i|E) = \frac{0.7*0.58}{0.62} = 0.66$$

$$P(H_i|E) = \frac{0.5*0.416666667}{0.62} = 0.34$$

Langkah keenam setelah seluruh nilai P(H_i|E) diketahui, maka jumlahkan seluruh nilai *bayesnya*:

1. P01 = Oligozoospermia

$$\sum_{k=n}^n Bayes = (0.7 * 0.39) + (0.5 * 0.20) + (0.7 * 0.39) = 0.65$$

2. P02 = Azoospermia

$$\sum_{k=n}^n Bayes = (0.7 * 0.21) + (0.5 * 0.07) + (0.6 * 0.13) + (0.5 * 0.07) + (0.5 * 0.07) = 0.58$$

3. P03 = Neacrozoospermia

$$\sum_{k=n}^n Bayes = (0.7 * 0.46) + (0.5 * 0.16) = 0.63$$

Dari proses perhitungan menggunakan metode Teorema Bayes diatas, maka dapat diketahui bahwa kemungkinan penyakit yang dialami adalah Penyakit Oligozoospermia dengan pasti dan memiliki nilai keyakinan 0.65 atau 65 %. Kemudian saran yang harus dilakukan adalah Konsumsi makanan bernutrisi, hindari junk food dan makanan tidak sehat lainnya, Olahraga sesuai kebutuhan tubuh dapat mencegah kelainan sperma. Konsumsi vitamin C,D,Edan C0Q10 untuk meningkatkan kesehatan organ reproduksi pada pria.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dalam analisis masalah penyakit infertilitas pada pria dengan metode Teorema Bayes. Penggunaan metode Teorema Bayes memungkinkan untuk menganalisis penyakit infertilitas pada pria dengan mempertimbangkan berbagai faktor dan gejala yang relevan. Melalui metode ini, probabilitas diagnosa yang akurat dapat diperoleh dengan mengkombinasikan data yang tersedia. Sistem pakar untuk mendiagnosa penyakit

infertilitas pada pria dirancang dan dimodelkan menggunakan UML, yang mencakup use case, activity, dan class diagram. Pendekatan ini membantu dalam visualisasi alur kerja dan struktur sistem, serta memudahkan dalam memahami fungsionalitas dan interaksi komponen-komponen sistem. Selain itu sistem dibangun dengan framework Laravel, yang memberikan kemudahan dalam pengembangan aplikasi berbasis web. Rancangan ini mencakup model pengetahuan yang berbasis pada Teorema Bayes untuk memberikan keputusan yang lebih informatif dan berbasis data. Implementasi sistem pakar yang dirancang menunjukkan bahwa aplikasi tersebut dapat mengidentifikasi dan mendiagnosa penyakit infertilitas pada pria dengan tingkat akurasi yang dapat diandalkan. Pengujian sistem membuktikan keefektifan metode Teorema Bayes dalam memberikan hasil diagnosa yang konsisten dan dapat dipercaya

UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih disampaikan kepada pihak-pihak yang telah mendukung terlaksananya penelitian ini. Yaitu Bapak Faisal Taufik, S.Kom., M.Kom. dan Ibu Rita Hamdani, S.Kom., M.Kom..

Daftar Pustaka

- [1] Ramjan S Mohamed,, “Infertility in men: assessment and treatment,” *pharmaceutical journal.*, vol. 1, no. 2, pp 1-22., 2022,.
- [2] M. Minarni and H. Henriyanita, “Sistem Pakar Diagnosa Infertilitas Pada Wanita Menggunakan Metode Teorema Bayes,” *J. TeknoIf*, vol. 7, no. 1, p. 67, 2019, doi: 10.21063/jtif.2019.v7.1.67-72.
- [3] Muhammad Zulham, Darjat Saripurna, Mhd. Zulfansyuri Siambaton, “Aplikasi Diagnosa Penyakit Hepatitis dengan Menggunakan Metode Teorema Bayes dan Certainty Factor,” *Jurnal Teknik* , vol. 2, no. 1, 2023.
- [4] A. J. F. Purba, “Perbandingan Metode Bayes Dan Certainty Factor Pada Sistem Pakar Mendiagnosa Penyakit Varisela Pada Anak-Anak,” *Health and Contemporary Technology Journal*, vol. 1, no. 1, 2020.
- [5] Dhea Anjeli, Sri Tita Faulina, Abdulloh Fakih, “Sistem Informasi Perpustakaan Sekolah Dasar Negeri 49 OKU Menggunakan Embarcadero XE2 Berbasis Client Server,” *Jurnal Informatika dan Komputer*, vol. 13, no. 2, p. 57 – 66, 2022.
- [6] Novianti Puspitasari, Hamdani Hamdani, Heliza Rahmania Hatta, Anindita Septiarini, Sumaini, “PENERAPAN METODE TEOREMA BAYES UNTUK MENDETEKSI HAMA PADA TANAMAN PADI MAYAS KALIMANTAN TIMUR,” *SINTECH JOURNAL*, vol. 4, no. 2, 2021.
- [7] Y. Yuliyana dan A. S. R. M. Sinaga, “Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Gigi Menggunakan Metode Naive Bayes,” *Fountain of Informatics Journal*, vol. 4, no. 1, p. 19, 10 5 2019.
- [8] Rizal Rachman, Sera Moritami, “Sistem Pakar Deteksi Penyakit Refraksi Mata Dengan Metode Teorema Bayes Berbasis Web,” *JURNAL INFORMATIKA*, vol. 7, no. 1, p. 68~76, 2020.
- [9] Abdul Karim, Shinta Esabella, Kusmanto, Sudi Suryadi, Elvitriani Purba, “Penerapan Metode Teorema Bayes Dalam Mendiagnosa Penyakit Autoimun,” *Building of Informatics, Technology and Science (BITS)*, vol. 5, no. 1, p. 254–263, 2023.
- [10] A. Alwendi and K. Samosir, “Perancangan Aplikasi Sistem Pakar dalam Mendiagnosa Penyakit Infertilitas pada Pria Menggunakan Metode Certainty Factor Berbasis Web,” *J. Inform. dan Rekayasa Perangkat Lunak*, vol. 4, no. 1, p. 24, 2022, doi: 10.36499/jinrpl.v4i1.5578.
- [11] Di, K. L. Madura, S. Tentang, P. Sosial, and D. A. N. K. Infertilitas, “Infertilitas di kalangan laki-laki madura; studi tentang permasalahan sosial dan konsekuensi infertilitas,” pp. 393–402.
- [12] A. Iskandar and G. Rakasiwi, “Analisa Perbandingan Metode Teorema Bayes Dan Case Based Reasoning Diagnosa Penyakit Pada Tanaman Tomat,” vol. 5, no. 1, pp. 228–237, 2023, doi: 10.47065/josyc.v5i1.4617
- [13] Muhammad Zunaidi, Usti Fatimah Sari Sitorus Pane, Asyahri Hadi Nasyuha, “Analisis Teorema Bayes Dalam Mendiagnosa Penyakit Tanaman Pisang,” *JURNAL MEDIA INFORMATIKA BUDIDARMA*, vol. 5, no. 4, 2021.