

Sistem Pakar Diagnosa Paget's Disease dengan Menerapkan Algoritma Teorema Bayes

Rico Albert Andika Saragih, Desika Marbun, Mesran

Fakultas Ilmu Komputer Dan Teknologi Informasi, Teknik Informatika, Universitas Budi Darma Medan Indonesia

Email: ricasaragih81@gmail.com, desikamarbun105@gmail.com, mesran.skom.mkom@gmail.com

Abstrak- Penyakit Paget, juga dikenal sebagai Paget's Disease pada tulang, adalah gangguan tulang yang umumnya timbul pada usia lanjut, khususnya setelah 40 tahun. Risiko penyakit ini meningkat seiring bertambahnya usia. Faktor penuaan dan genetik diyakini berperan dalam perkembangan kondisi ini. Gejalanya meliputi nyeri tulang, kerapuhan tulang, pertumbuhan tulang yang tidak normal, perubahan bentuk tulang, penurunan pendengaran, serta gejala seperti sakit kepala, pusing, dan keluhan pada persendian. Sistem pakar atau kecerdasan buatan terinspirasi dari pengetahuan ahli untuk menganalisis situasi. Dengan algoritma seperti teorema Bayes, sistem ini memberikan solusi pada masalah yang muncul. Dalam hal ini, sistem pakar membantu dokter mengidentifikasi penyakit tanpa pertemuan tatap muka. Teorema Bayes menjadi fondasi mekanisme ini, menirukan kemampuan ahli. Penelitian ini mengaplikasikan teorema Bayes untuk mendiagnosis penyakit Paget dengan efisien dan objektif. Hasilnya menunjukkan kemungkinan pasien menderita penyakit Paget sebesar 73.87%, indikasi yang kuat. Dengan demikian, penggunaan sistem pakar berpotensi meningkatkan efisiensi dan objektivitas dalam penanganan kasus ini, membantu dokter merumuskan diagnosis berdasarkan gejala yang muncul.

Kata Kunci: Sistem Pakar, Algoritma Teorema Bayes, Paget's Disease

Abstract- Paget's Disease, also known as Paget's Disease of the bone, is a bone disorder that typically arises in the elderly, particularly after the age of 40. The risk of this disease increases with advancing age. Aging and genetic factors are believed to play a role in the development of this condition. Symptoms include bone pain, bone fragility, abnormal bone growth, changes in bone shape, decreased hearing, as well as symptoms such as headaches, dizziness, and joint complaints. Expert systems or artificial intelligence draw inspiration from the knowledge of experts to analyze situations. With algorithms like the Bayes theorem, this system provides solutions to emerging issues. In this context, expert systems aid doctors in identifying diseases without face-to-face consultations. The Bayes theorem serves as the foundation for this mechanism, emulating expert abilities. This research applies the Bayes theorem for an efficient and objective diagnosis of Paget's Disease. The results indicate a strong likelihood of patients having Paget's Disease at 73.87%. Consequently, the use of expert systems has the potential to enhance efficiency and objectivity in handling cases, assisting doctors in formulating diagnoses based on presenting symptoms.

Keywords: Expert System, Bayes Theorem Algorithm, Paget's Disease

1. PENDAHULUAN

Penyakit tulang umumnya terjadi akibat berbagai faktor seperti penuaan, gaya hidup yang tidak sehat, faktor genetik, dan cedera. *Osteoporosis*, misalnya, lebih umum terjadi pada wanita setelah menopause karena penurunan kadar hormon estrogen yang berperan dalam menjaga kepadatan tulang. *Arthritis*, yang meliputi *osteoarthritis* dan *rheumatoid arthritis*, juga lebih cenderung muncul seiring bertambahnya usia. Cedera fisik atau tekanan berlebihan pada tulang juga dapat menyebabkan patah tulang atau kerusakan tulang. Pola makan yang tidak seimbang dan kurangnya aktivitas fisik dapat meningkatkan risiko penyakit tulang seperti *osteoporosis*. Faktor genetik juga memiliki peran penting, di mana riwayat keluarga dengan penyakit tulang tertentu dapat meningkatkan risiko terjadinya kondisi serupa pada keturunan. Oleh karena itu, menjaga gaya hidup sehat, menerapkan diet yang baik, serta berkonsultasi dengan dokter secara teratur dapat membantu mencegah atau mengelola penyakit tulang[1].

Salah satu penyakit tulang yaitu Penyakit Paget, atau *Paget's disease of bone*, adalah kondisi kronis pada tulang yang mengakibatkan perubahan dalam pertumbuhan dan penyerapan tulang[2]–[4]. Dalam penyakit ini, tulang yang terkena mengalami pertumbuhan yang tidak normal, mengakibatkan tulang menjadi lebih besar dan lebih rapuh dari biasanya. Penyakit Paget biasanya mempengaruhi daerah-daerah tertentu dalam tubuh, seperti panggul, tulang belakang, tengkorak, dan paha. Kondisi ini dapat menyebabkan gejala seperti nyeri tulang, deformitas, patah tulang yang lebih mudah, dan bahkan gangguan pendengaran jika melibatkan tulang tengkorak[5]. Penyebab pasti penyakit Paget belum sepenuhnya dipahami, tetapi faktor genetik dan lingkungan diyakini berperan dalam perkembangan penyakit ini. Meskipun tidak ada obat yang bisa mengobati penyakit Paget sepenuhnya, perawatan dapat membantu mengelola gejala dan mencegah komplikasi lebih lanjut[6].

Kemungkinan Paget's Disease menyerang lebih tinggi pada individu berusia lanjut, terutama di atas usia 40 tahun, dan cenderung terjadi pada pria lebih sering daripada wanita. Faktor genetik memainkan peran penting, dengan riwayat keluarga yang memiliki kondisi ini meningkatkan risiko. Lokasi geografis juga dapat mempengaruhi prevalensinya, seringkali lebih umum terjadi pada orang Kaukasia. Walaupun faktor-faktor ini meningkatkan kemungkinan penyakit Paget, penyebab pasti penyakit ini masih belum sepenuhnya dipahami, dan paparan lingkungan atau faktor virus juga telah diteliti sebagai potensi kontributor. Jika ada gejala yang mencurigakan atau faktor risiko yang ada, sebaiknya konsultasikan dengan dokter untuk evaluasi dan diagnosis lebih lanjut[7].

Gejala yang muncul akibat penyakit ini meliputi rasa sakit di tulang, risiko patah tulang meningkat, pertumbuhan tidak normal tulang, perubahan bentuk tulang, penurunan pendengaran, sensasi sakit kepala dan pusing, keluhan di

daerah persendian, sensasi kram dan kesemutan, penurunan tinggi badan, masalah pergerakan sendi, perubahan pada struktur gigi, serta kulit yang terasa hangat dan terlihat kemerahan[8]. Seorang ahli telah mengidentifikasi berbagai gejala ini untuk mempermudah dalam diagnosis penyakit ini, tetapi diperlukan sebuah sistem pakar yang mampu memberikan keputusan berdasarkan analisis masalah dengan menggunakan metode atau algoritma yang diterapkan. Dengan demikian, sistem pakar mampu memberikan solusi tepat dalam penanganan masalah yang ada.

Sistem pakar atau artificial intelligence mengacu pada kecerdasan yang terinspirasi oleh pengetahuan seorang ahli dalam mengidentifikasi dan menganalisis situasi tertentu[9]. Dengan menggunakan algoritma yang telah ditetapkan, sistem pakar ini mampu memberikan solusi atau respons terhadap berbagai masalah yang muncul. Dalam situasi ini, ahli yang dimaksud merujuk pada seorang dokter yang memiliki pemahaman mendalam tentang gangguan atau penyakit tulang. Dengan penerapan sistem pakar, tujuannya adalah memfasilitasi ahli tersebut dalam mengenali suatu penyakit pada pasien tanpa perlu melakukan pertemuan tatap muka.

Algoritma yang diterapkan dalam penelitian ini adalah teorema bayes, yang memiliki langkah-langkahnya yang sederhana namun juga rumit. Teorema bayes merupakan contoh dari kecerdasan buatan yang dirancang untuk meniru kapabilitas seorang pakar atau expert dalam domain tertentu[10]. Dalam kerangka konsep penelitian ini, teorema bayes dapat diinterpretasikan sebagai suatu mekanisme yang menggunakan keahlian seorang ahli untuk diaplikasikan ke dalam sistem pakar[11]. Ini membantu dalam memudahkan proses diagnosa penyakit bagi dokter dan pasien, tanpa keharusan untuk berinteraksi secara langsung. Kehadiran sistem ini berpotensi meningkatkan efisiensi dan objektivitas dalam penanganan kasus.

Beberapa penelitian sebelumnya yang relevan dengan studi ini adalah penelitian yang dilaksanakan oleh Mukhlis dan Hendryan pada tahun 2019. Dalam penelitiannya, mereka mengeksplorasi penggunaan algoritma teorema Bayes dalam sistem pakar untuk diagnosis fungsi kardiovaskular. Penelitian ini digunakan untuk memeriksa pasien yang mengalami gejala tertentu, dengan hasil diagnosis menunjukkan bahwa pasien menderita penyakit hipertensi dengan tingkat akurasi sebesar 0,83[12].

Penelitian yang dilaksanakan oleh Naftali dan Arita pada tahun 2020 mengulas tentang sistem pakar yang menerapkan algoritma teorema Bayes untuk diagnosis penyakit anemia. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi jenis anemia yang dihadapi oleh seorang pasien berdasarkan gejalanya. Oleh karena itu, dari analisis tersebut dapat disarikan bahwa pasien terkena Anemia Defisiensi Zat Besi dengan tingkat keakuratan mencapai 0.7395, serta memiliki tingkat keyakinan yang hampir pasti sesuai dengan aturan interferensi[10]. Studi yang dijalankan oleh Tugiono dan rekan-rekannya pada tahun 2020 membicarakan tentang penerapan algoritma teorema Bayes dalam sistem pakar untuk mendiagnosa karies gigi. Hasil dari penelitian ini menyatakan bahwa pasien mengalami karies gigi tingkat sedang, dengan tingkat kepercayaan sekitar 71%[13].

Penelitian yang dilakukan oleh Rizal dan Sera pada tahun 2020 membicarakan tentang identifikasi penyakit mata menggunakan metode teorema Bayes. Setelah menganalisis gejala yang dialami seorang pasien melalui penerapan algoritma tersebut, didapati bahwa pasien mengalami penyakit Presbiopi dengan tingkat kepastian mencapai 45%[14]. Di sisi lain, penelitian yang dilakukan oleh Dicky dan tim pada tahun 2020, membicarakan mengenai diagnosis penyakit pertussis dengan menerapkan algoritma teorema Bayes. Hasil dari penelitian tersebut menunjukkan tingkat keyakinan sekitar 75%[15].

Berdasarkan penjelasan mengenai konteks dan hasil penelitian sebelumnya, peneliti merasa tertarik untuk menyelidiki penggunaan algoritma teorema Bayes dalam diagnosis penyakit Paget's Disease. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi kondisi kesehatan yang dihadapi oleh pasien berdasarkan gejala atau keluhannya, dengan harapan proses tersebut dapat dilakukan secara lebih efisien dan objektif, tanpa perlu adanya pertemuan langsung antara pasien dan dokter.

2. PENDAHULUAN

2.1 Tahapan Penelitian

Dalam setiap penelitian, terdapat tahapan-tahapan tertentu harus dijalani untuk memastikan bahwa penelitian tersebut terarah dan akurat. Dengan mengikuti tahapan ini, penelitian menjadi lebih objektif dan tepat sasaran. Menggunakan tahapan yang sesuai akan mendukung hasil yang akurat, menjadikan kesimpulan lebih tepat. Setiap penelitian memiliki urutan langkah atau algoritma yang sistematis dan logis, masing-masing tahapan memiliki penjelasan yang rinci untuk memandu jalannya penelitian tersebut.

a. Studi Kepustakaan

Dalam tahap studi pustaka, peneliti mencari dan merujuk pada sumber-sumber informasi yang relevan dengan topik permasalahan serta algoritma yang digunakan. Sumber-sumber ini dapat berupa buku maupun artikel yang mendukung dan relevan dengan subjek penelitian.

b. Analisa Algoritma

Analisis algoritma merupakan langkah dalam proses penelitian, di mana peneliti melakukan evaluasi terhadap topik yang telah sebelumnya ditentukan dan juga menganalisis algoritma yang akan diterapkan dalam penelitian tersebut.

c. Penerapan Algoritma

Dalam tahapan ini, peneliti melaksanakan implementasi terkait algoritma yang diterapkan untuk mengatasi permasalahan yang ada, mengikuti urutan langkah yang telah ditentukan sebelumnya. Dalam penelitian ini, algoritma yang diimplementasikan adalah Algoritma Teorema Bayes.

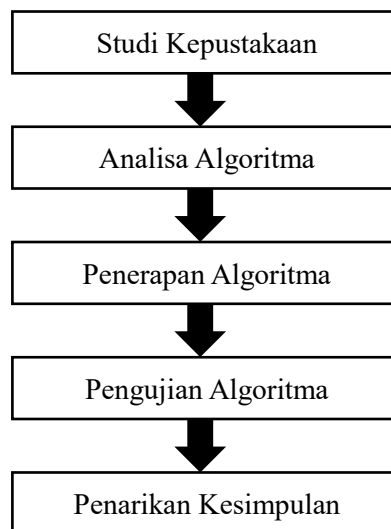
d. Pengujian Algoritma

Dalam tahap ini, peneliti melaksanakan implementasi terkait algoritma yang diterapkan untuk mengatasi permasalahan yang ada, mengikuti urutan langkah yang telah ditentukan sebelumnya. Dalam penelitian ini, algoritma yang diimplementasikan adalah Algoritma Teorema Bayes.

e. Penarikan Kesimpulan

Tahap akhir dalam rangkaian ini melibatkan penyusunan kesimpulan dari seluruh upaya penelitian yang telah dilakukan, dengan tujuan untuk merangkum hasil-hasil tersebut menjadi satu paragraf kesimpulan yang komprehensif.

Dari uraian di atas, ilustrasi mengenai langkah-langkah penelitian tersedia dalam gambar tahapan penelitian yang ditampilkan pada Gambar 1 di bawah ini:



Gambar 1. Kerangka Penelitian

2.2 Sistem Pakar

Sistem pakar adalah kemampuan yang diimplementasikan dalam program komputer dengan tujuan meniru keahlian seorang ahli dalam bidang tertentu, dirancang sedemikian rupa agar memiliki kemampuan serupa dengan ahli tersebut[16]. Sistem pakar, juga dikenal sebagai kecerdasan buatan (Artificial Intelligence), adalah sistem yang dalam fungsinya menggabungkan pengetahuan khusus untuk menghasilkan respons dan diagnosis berdasarkan data yang diberikan oleh pengguna[17]. Program ini diarahkan oleh pengetahuan tertentu untuk berperilaku serupa dengan ahli dalam memberikan jawaban dan diagnosa berdasarkan perubahan data yang diterima. Contoh dari sistem pakar dalam ranah kesehatan (bidang kedokteran), adalah suatu alat bantu yang mampu menganalisis gejala-gejala yang diceritakan oleh pasien untuk memberikan diagnosis penyakit. Melalui cara ini, sistem ini berperan dalam memfasilitasi proses pengenalan penyakit dengan lebih efisien[18].

2.3 Paget's Disease

Paget's Disease, atau yang juga dikenal sebagai penyakit Paget pada tulang, adalah kondisi medis yang memengaruhi sistem tulang[19]. Dalam kondisi ini, keseimbangan antara proses pertumbuhan tulang dan penyerapan tulang menjadi terganggu, menghasilkan tulang yang lebih besar, mudah patah, dan keropos. Biasanya, kondisi ini mempengaruhi area tertentu di tubuh, seperti panggul, tulang belakang, tengkorak, dan paha. Penyakit Paget dapat menimbulkan gejala seperti nyeri tulang, perubahan bentuk tulang, risiko patah tulang yang lebih tinggi, serta komplikasi lain yang bervariasi tergantung pada lokasi dan tingkat keparahan penyakit. Meskipun tidak ada pengobatan absolut, perawatan dapat membantu mengendalikan gejala dan mencegah kemungkinan komplikasi lebih lanjut[20]. Paget's Disease cenderung muncul pada usia yang lebih tua, umumnya dimulai setelah usia 40 tahun. Walaupun tidak terbatas pada kelompok usia tertentu, angka kejadian yang lebih tinggi terjadi pada individu yang lebih lanjut usianya. Faktor-faktor risiko seperti proses penuaan dan faktor genetik diyakini memainkan peranan dalam perkembangan kondisi ini pada usia yang lebih matang[21].

2.4 Algoritma Teorema Bayes

Algoritma Teorema Bayes termasuk dalam kategori algoritma pada sistem pakar yang dianggap relatif sederhana dan efektif dalam memanfaatkan informasi yang ada, serta mengandalkan prinsip probabilitas dalam proses pembelajaran[22]. Algoritma Teorema Bayes mampu menghasilkan perkiraan parameter melalui penggabungan beberapa informasi dari sampel yang sudah ada sebelumnya. Prinsip dasarnya adalah bahwa dengan adanya tambahan bukti atau informasi baru, nilai perkiraannya dapat disempurnakan. Selain itu, algoritma ini berfungsi untuk memodifikasi atau memperbaiki nilai probabilitas yang ada, sehingga menjadi lebih akurat dengan penambahan bukti tambahan[23]. Berikut adalah rumus untuk menghitung Teorema Bayes:[24]

$$P(H_i|E) = \frac{P(E|H_i) * P(H_i)}{\sum_{i=1}^n P(E|H_i) * P(H_i)} \quad (1)$$

Dengan penjelasan berikut:

$P(H|E)_i$ = Probabilitas dari hipotesis terhadap bukti ke-i

$P(E|H)_i$ = Kebenaran probabilitas dari bukti untuk hipotesis ke-i.

$P(H)_i$ = Probabilitas dari hipotesis ke-i

n = Total variasi kemungkinan hipotesis

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisa Data Penyakit Paget's Disease

Tahap awal melibatkan akuisisi informasi atau keahlian ahli mengenai Paget's Disease. Selanjutnya, pada tahap akhir penelitian, didapatkan sebuah sistem yang terstruktur dan efektif dalam mendiagnosa penyakit ini berdasarkan gejala yang hadir. Proses ini melibatkan penerapan aturan yang konsisten untuk menghubungkan gejala dengan penyakit tersebut:

If Nyeri tulang

And Tulang patah

And Bentuk tulang yang tidak normal

And Deformitas

And Kehilangan pendengaran

And Sakit kepala dan pusing

And Nyeri sendi

And Kram dan kesemutan

And Penurunan tinggi badan

And Gangguan pada sendi

And Kelainan pada gigi

And Kulit yang hangat dan kemerahan

Then *Paget's Disease*

Langkah analisis selanjutnya melibatkan penetapan nilai probabilitas yang diberikan oleh pakar pada setiap gejala yang ada. Detail ini dapat ditemukan dalam Tabel 1 yang dipersembahkan di bawah ini:

Tabel 1. Penilaian pakar terhadap gejala

Kode Gejala	Keterangan	Nilai Pakar
G1	Neri tulang	0.6
G2	Tulang patah	0.8
G3	Bentuk tulang yang tidak normal	0.6
G4	Deformitas	0.9
G5	Kehilangan pendengaran	0.6
G6	Sakit kepala dan pusing	0.6
G7	Nyeri sendi	0.6
G8	Kram dan kesemutan	0.6
G9	Penurunan tinggi badan	0.8
G10	Gangguan pada sendi	0.6
G11	Kelainan pada sendi	0.8
G12	Kulit yang hangat dan kemerahan	0.8

Kemudian, informasi mengenai respons pengguna dapat diobservasi dalam Tabel 2 yang tersedia di bawah ini:

Tabel 2. Penilaian user terhadap gejala

Kode Gejala	Keterangan	Nilai User
G1	Neri tulang	0.3
G2	Tulang patah	0.6

G3	Bentuk tulang yang tidak normal	0.4
G4	Deformitas	0.7
G5	Kehilangan pendengaran	0.4
G6	Sakit kepala dan pusing	0.2
G7	Nyeri sendi	0.3
G8	Kram dan kesemutan	0.5
G9	Penurunan tinggi badan	0.6
G10	Gangguan pada sendi	0.3
G11	Kelainan pada sendi	0.5
G12	Kulit yang hangat dan kemerahan	0.3

Tabel 3. Aturan Bayes

No	Nilai Bayes	Teorema Bayes
1	0 – 0.2	Tidak Mungkin
2	0.3 – 0.4	Mungkin
3	0.5 – 0.6	Kemungkinan Besar
4	0.7 – 0.8	Hampir Pasti
5	0.9 - 1	Pasti

3.2 Penerapan Algoritma *Certainty Factor*

Dengan merujuk pada penilaian ahli dan respons pengguna terhadap beberapa gejala yang telah ditentukan, maka algoritma teorema dapat diimplementasikan seperti yang tergambar di bawah ini:

Menghitung nilai probabilitas $P(H)_i$

$$P(H)_1 = \frac{H_1}{H_1+H_2+H_3+H_4+H_5+H_6+H_7+H_8+H_9+H_{10}+H_{11}+H_{12}} = \frac{0.6}{0.6+0.8+0.6+0.9+0.6+0.6+0.6+0.6+0.8+0.6+0.8+0.8}$$

$$= \frac{0.6}{8.3}$$

$$= 0.0723$$

$$P(H)_2 = \frac{H_2}{H_1+H_2+H_3+H_4+H_5+H_6+H_7+H_8+H_9+H_{10}+H_{11}+H_{12}} = \frac{0.8}{0.6+0.8+0.6+0.9+0.6+0.6+0.6+0.6+0.8+0.6+0.8+0.8}$$

$$= \frac{0.8}{8.3}$$

$$= 0.0964$$

$$P(H)_3 = \frac{H_3}{H_1+H_2+H_3+H_4+H_5+H_6+H_7+H_8+H_9+H_{10}+H_{11}+H_{12}} = \frac{0.6}{0.6+0.8+0.6+0.9+0.6+0.6+0.6+0.6+0.8+0.6+0.8+0.8}$$

$$= \frac{0.6}{8.3}$$

$$= 0.0723$$

$$P(H)_4 = \frac{H_4}{H_1+H_2+H_3+H_4+H_5+H_6+H_7+H_8+H_9+H_{10}+H_{11}+H_{12}} = \frac{0.9}{0.6+0.8+0.6+0.9+0.6+0.6+0.6+0.6+0.8+0.6+0.8+0.8}$$

$$= \frac{0.9}{8.3}$$

$$= 0.1084$$

$$P(H)_5 = \frac{H_5}{H_1+H_2+H_3+H_4+H_5+H_6+H_7+H_8+H_9+H_{10}+H_{11}+H_{12}} = \frac{0.6}{0.6+0.8+0.6+0.9+0.6+0.6+0.6+0.6+0.8+0.6+0.8+0.8}$$

$$= \frac{0.6}{8.3}$$

$$= 0.0723$$

$$P(H)_6 = \frac{H_6}{H_1+H_2+H_3+H_4+H_5+H_6+H_7+H_8+H_9+H_{10}+H_{11}+H_{12}} = \frac{0.6}{0.6+0.8+0.6+0.9+0.6+0.6+0.6+0.6+0.8+0.6+0.8+0.8}$$

$$= \frac{0.6}{8.3}$$

$$= 0.0723$$

$$P(H)_7 = \frac{H_7}{H_1+H_2+H_3+H_4+H_5+H_6+H_7+H_8+H_9+H_{10}+H_{11}+H_{12}} = \frac{0.6}{0.6+0.8+0.6+0.9+0.6+0.6+0.6+0.6+0.8+0.6+0.8+0.8}$$

$$= \frac{0.6}{8.3}$$

$$= 0.0723$$

$$P(H)_8 = \frac{H_8}{H_1+H_2+H_3+H_4+H_5+H_6+H_7+H_8+H_9+H_{10}+H_{11}+H_{12}} = \frac{0.6}{0.6+0.8+0.6+0.9+0.6+0.6+0.6+0.6+0.8+0.6+0.8+0.8}$$

$$= \frac{0.6}{8.3}$$

$$\begin{aligned}
 P(H)_9 &= \frac{H_9}{H_1+H_2+H_3+H_4+H_5+H_6+H_7+H_8+H_9+H_{10}+H_{11}+H_{12}} = 0.0723 \\
 &= \frac{0.8}{0.6+0.8+0.6+0.9+0.6+0.6+0.6+0.6+0.8+0.6+0.8+0.8} \\
 &= \frac{0.8}{8.3} \\
 &= 0.0964 \\
 P(H)_{10} &= \frac{H_{10}}{H_1+H_2+H_3+H_4+H_5+H_6+H_7+H_8+H_9+H_{10}+H_{11}+H_{12}} = \frac{0.6}{0.6+0.8+0.6+0.9+0.6+0.6+0.6+0.6+0.8+0.6+0.8+0.8} \\
 &= \frac{0.6}{8.3} \\
 &= 0.0723 \\
 P(H)_{11} &= \frac{H_{11}}{H_1+H_2+H_3+H_4+H_5+H_6+H_7+H_8+H_9+H_{10}+H_{11}+H_{12}} = \frac{0.8}{0.6+0.8+0.6+0.9+0.6+0.6+0.6+0.6+0.8+0.6+0.8+0.8} \\
 &= \frac{0.8}{8.3} \\
 &= 0.0964 \\
 P(H)_{12} &= \frac{H_{12}}{H_1+H_2+H_3+H_4+H_5+H_6+H_7+H_8+H_9+H_{10}+H_{11}+H_{12}} = \frac{0.8}{0.6+0.8+0.6+0.9+0.6+0.6+0.6+0.6+0.8+0.6+0.8+0.8} \\
 &= \frac{0.08}{8.3} \\
 &= 0.0964
 \end{aligned}$$

Mengalikan probabilitas bukti untuk hipotesis ke-i dengan probabilitas dari hipotesis ke-i

$$\begin{aligned}
 \sum_{i=1}^n P(E|H)_i * P(H)_i &= (0.3 \times 0.0723) + (0.6 \times 0.0964) + (0.4 \times 0.0723) + (0.7 \times 0.1084) + (0.4 \times 0.0723) + (0.2 \times 0.0723) \\
 &\quad + (0.3 \times 0.0723) + (0.5 \times 0.0723) + (0.6 \times 0.0964) + (0.3 \times 0.0723) + (0.5 \times 0.0964) + (0.3 \times 0.0964) \\
 &= 0.0217 + 0.0578 + 0.0289 + 0.0759 + 0.0289 + 0.0145 + 0.0217 + 0.0361 + 0.0578 + 0.0217 \\
 &\quad + 0.0482 + 0.0289 \\
 &= 0.4422
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P(H|E)_1 &= \frac{P(E|H)_1 * P(H)_1}{\sum_{i=1}^n P(E|H)_i * P(H)_i} \\
 &= \frac{0.0217}{0.4422} \\
 &= 0.0490
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P(H|E)_2 &= \frac{P(E|H)_2 * P(H)_2}{\sum_{i=1}^n P(E|H)_i * P(H)_i} \\
 &= \frac{0.0578}{0.4422} \\
 &= 0.1308
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P(H|E)_3 &= \frac{P(E|H)_3 * P(H)_3}{\sum_{i=1}^n P(E|H)_i * P(H)_i} \\
 &= \frac{0.0289}{0.4422} \\
 &= 0.0654
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P(H|E)_4 &= \frac{P(E|H)_4 * P(H)_4}{\sum_{i=1}^n P(E|H)_i * P(H)_i} \\
 &= \frac{0.0759}{0.4422} \\
 &= 0.1717
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P(H|E)_5 &= \frac{P(E|H)_5 * P(H)_5}{\sum_{i=1}^n P(E|H)_i * P(H)_i} \\
 &= \frac{0.0289}{0.4422} \\
 &= 0.0654
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P(H|E)_6 &= \frac{P(E|H)_6 * P(H)_6}{\sum_{i=1}^n P(E|H)_i * P(H)_i} \\
 &= \frac{0.0145}{0.4422}
 \end{aligned}$$

$$= 0.0327$$

$$P(H|E)_7 = \frac{P(E|H)_i * P(H)_i}{\sum_{i=1}^n P(E|H)_i * P(H)_i}$$

$$= \frac{0.0217}{0.4422}$$

$$= 0.0490$$

$$P(H|E)_8 = \frac{P(E|H)_i * P(H)_i}{\sum_{i=1}^n P(E|H)_i * P(H)_i}$$

$$= \frac{0.0361}{0.4422}$$

$$= 0.0817$$

$$P(H|E)_9 = \frac{P(E|H)_i * P(H)_i}{\sum_{i=1}^n P(E|H)_i * P(H)_i}$$

$$= \frac{0.0578}{0.4422}$$

$$= 0.1308$$

$$P(H|E)_{10} = \frac{P(E|H)_i * P(H)_i}{\sum_{i=1}^n P(E|H)_i * P(H)_i}$$

$$= \frac{0.0217}{0.4422}$$

$$= 0.0490$$

$$P(H|E)_{11} = \frac{P(E|H)_i * P(H)_i}{\sum_{i=1}^n P(E|H)_i * P(H)_i}$$

$$= \frac{0.0482}{0.4422}$$

$$= 0.1090$$

$$P(H|E)_{12} = \frac{P(E|H)_i * P(H)_i}{\sum_{i=1}^n P(E|H)_i * P(H)_i}$$

$$= \frac{0.0289}{0.4422}$$

$$= 0.0654$$

Menggunakan algoritma teorema Bayes untuk memperoleh hasil diagnosa kondisi penyakit sindrom *Paget's Disease* pada pasien.

$$\begin{aligned} \text{Diagnosa Hasil} &= \text{Bayes1} + \text{Bayes2} + \text{Bayes3} + \text{Bayes4} + \text{Bayes5} + \text{Bayes6} + \text{Bayes7} + \text{Bayes8} + \text{Bayes9} + \text{Bayes10} + \\ &\quad \text{Bayes11} + \text{Bayes12} \times 100\% \\ &= (0.0490 \times 0.6) + (0.1308 \times 0.8) + (0.0654 \times 0.6) + (0.1717 \times 0.9) + (0.0654 \times 0.6) + (0.0327 \times 0.6) \\ &\quad + (0.0490 \times 0.6) + (0.0817 \times 0.6) + (0.1308 \times 0.8) + (0.0490 \times 0.6) + (0.1090 \times 0.8) + (0.0654 \times 0.8) \\ &\quad \times 100\% \\ &= 0.294 + 0.1046 + 0.0392 + 0.1545 + 0.0392 + 0.0196 + 0.0294 + 0.0490 + 0.1046 + 0.0294 + 0.0872 \\ &\quad + 0.0523 \times 100\% \\ &= 0.7387 \times 100\% \\ &= 73.87\% \end{aligned}$$

Dengan merujuk pada pengolahan data menggunakan algoritma Teorema Bayes, dapat dinyatakan bahwa kesimpulannya adalah pasien tersebut memiliki kemungkinan menderita sindrom *Paget's Disease* sekitar 73.87%.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dalam mendiagnosis penyakit *Paget's Disease* dengan menggunakan algoritma *Teorema Bayes*, ditemukan bahwa ketika ada seorang pasien yang memerlukan diagnosa berdasarkan keluhan atau gejala yang dialami, keterlibatan seorang dokter menjadi penting dalam menentukan penyakit yang mungkin dihadapi. Penelitian ini memiliki potensi untuk membantu dokter atau ahli dalam melakukan diagnosa penyakit *Paget's Disease* berdasarkan gejala yang muncul, dengan lebih efisien dan objektif. Dengan menerapkan algoritma ini, peneliti berhasil menghasilkan hasil diagnosa menggunakan sistem pakar. Hasilnya menunjukkan bahwa kemungkinan pasien menderita penyakit *Paget's Disease* mencapai 73.87%, yang dapat dianggap sebagai indikasi yang sangat kuat.

REFERENCES

- [1] S. P. Handayani and E. A. Soeriadi, "Pencitraan Penyakit Metabolik Tulang dengan Modalitas Kedokteran Nuklir," *J. Heal. Sains*, vol. 2, no. 7, pp. 966–977, 2021.
- [2] S. Ishizuki and Y. Nakamura, "Extramammary Paget's disease: diagnosis, pathogenesis, and treatment with focus on recent developments," *Curr. Oncol.*, vol. 28, no. 4, pp. 2969–2986, 2021.
- [3] K. St Claire, A. Hoover, K. Ashack, and A. Khachemoune, "Extramammary paget disease," *Dermatol. Online J.*, vol. 25, no. 4, 2019.
- [4] C. R. Morris and E. A. Hurst, "Extramammary paget's disease: a review of the literature Part II: treatment and prognosis," *Dermatologic Surg.*, vol. 46, no. 3, pp. 305–311, 2020.
- [5] I. Irmayanti, "KAJIAN SISTEMATIS HUBUNGAN OBESITAS DENGAN KANKER PAYUDARA PADA WANITA POST-MENOPAUSE." Universitas Hasanuddin, 2020.
- [6] S. Bulan, "Osteonecrosis of The Jaw; Medication-Related Osteonecrosis of the jaw (MRONJ)," *SONDE (Sound Dent.*, vol. 6, no. 1, pp. 19–25, 2021.
- [7] M. Y. Yushan, "Gambaran Karakteristik Pasien Tumor Tulang Yang Dirawat Di RSUP Wahidin Sudirohusodo Periode Tahun 2019-2021." Universitas Hasanuddin, 2023.
- [8] N. Sudaryatmi, S. Masrochah, and M. Erfansyah, "Teknik Pemeriksaan Kedokteran Nuklir Bone Scan di Instalasi Radiologi RSUP Dr. Kariadi Semarang," *J. Imejing Diagnostik*, vol. 7, no. 1, pp. 8–14, 2021.
- [9] H. Sastypratiwi and R. D. Nyoto, "Analisis Data Artikel Sistem Pakar Menggunakan Metode Systematic Review," *JEPIN (Jurnal Edukasi dan Penelit. Inform.*, vol. 6, no. 2, pp. 250–257, 2020.
- [10] N. Sulardi and A. Witanti, "Sistem Pakar Untuk Diagnosis Penyakit Anemia Menggunakan Teorema Bayes," *J. Tek. Inform.*, vol. 1, no. 1, pp. 19–24, 2020, doi: 10.20884/1.jutif.2020.1.1.12.
- [11] F. Bangun, "Sistem Pakar Mendiagnosa Penyakit Tbc Menggunakan Metode Teorema Bayes," *J. Tek. Dan Inform.*, vol. 6, no. 2, pp. 23–29, 2019.
- [12] M. Ramadnan and H. Winata, "Sistem Pakar Mendiagnosa Ganggana Fungsi Kardiovaskular Dengan Metode Theorema Bayes," *Semin. Nas. Sains dan Teknol. Inf.*, vol. 2, no. 1, Aug. 2019, Accessed: Mar. 25, 2023. [Online]. Available: <http://prosiding.seminar-id.com/index.php/sensasi/article/view/355>.
- [13] H. Hafizah, tugiono tugiono, and azlan azlan, "Sistem Pakar Untuk Pendiagnosaan Karies Gigi Menggunakan Teorema Bayes," *J. Teknol. Sist. Inf. dan Sist. Komput. TGD*, vol. 4, no. 1, pp. 103–111, Feb. 2021, doi: 10.53513/JSK.V4I1.2625.
- [14] R. Rachman, "Sistem Pakar Deteksi Penyakit Refraksi Mata Dengan Metode Teorema Bayes Berbasis Web," *J. Inform.*, vol. 7, no. 1, pp. 68–76, 2020, doi: 10.31311/ji.v7i1.7267.
- [15] J. Hutagalung, D. Nofriansyah, and M. A. Syahdian, "Penerimaan Bantuan Pangan Non Tunai (BPNT) Menggunakan Metode ARAS," vol. 6, pp. 198–207, 2022, doi: 10.30865/mib.v6i1.3478.
- [16] Y. B. Widodo, S. A. Anggraeini, and T. Sutabri, "Perancangan Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Diabetes Berbasis Web Menggunakan Algoritma Naive Bayes," *J. Teknol. Inform. dan Komput.*, vol. 7, no. 1, pp. 112–123, 2021, doi: 10.37012/jtik.v7i1.507.
- [17] R. Manik, A. Azanuddin, and Z. Panjaitan, "Sistem Pakar Mendiagnosa Penyakit Mad Cow Disease (Sapi Gila) Menggunakan Metode Certainty Factor," *J. Cyber Tech*, vol. 2, no. 9, 2019.
- [18] B. Tarigan, "Bulletin of Information Technology (BIT) Penerapan Algoritma VLBE Pada Aplikasi Kompresi File," *Bull. Inf. Technol.*, vol. 1, no. 2, pp. 75–82, 2020.
- [19] D. Arrohmansyah, H. Ismunandar, and R. Himayani, "Fibrous Displasia," *Med. Prof. J. Lampung*, vol. 11, no. 1, pp. 135–140, 2021.
- [20] T. N. K. Hung *et al.*, "An AI-based prediction model for drug-drug interactions in osteoporosis and Paget's diseases from SMILES," *Mol. Inform.*, vol. 41, no. 6, p. 2100264, 2022.
- [21] D. J. Tobing and M. G. Ratna, "Diagnosis pada Benign Paroxysmal Positional Vertigo (BPPV)," *Med. Prof. J. Lampung*, vol. 12, no. 1, pp. 36–39, 2022.
- [22] J. A. Widians, N. Puspitasari, and A. A. M. Putri, "Penerapan Teorema Bayes dalam Sistem Pakar Anggrek Hitam," *Inform. Mulawarman J. Ilm. Ilmu Komput*, vol. 15, no. 2, p. 75, 2020.
- [23] S. N. Arif, M. Syahril, S. Kusnasari, and H. Winata, "Sistem Pakar Mendiagnosa Kerusakan Handphone Oppo Dengan Menggunakan Teorema Bayes," *J. Teknol. Sist. Inf. Dan Sist. Komput. TGD*, vol. 4, no. 1, pp. 112–126, 2021.
- [24] D. Nofriansyah, R. Gunawan, and E. Elfutriani, "Sistem Pakar Untuk Mendiagnosa Penyakit Pertussis (Batuk Rejan) Dengan Menggunakan Metode Teorema Bayes," *J-SISKO TECH (Jurnal Teknol. Sist. Inf. dan Sist. Komput. TGD)*, vol. 3, no. 1, p. 41, 2020, doi: 10.53513/jsk.v3i1.194.