

Analisis Metode Certainty Factor dalam Akomodasi Inexact Reasoning pada Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Jantung

Andika Cristian Lubis¹ Anita Desiani² Irmeilyana³

^{1,2,3}Universitas Sriwijaya

08011282025025@student.unsri.ac.id¹ anita_desiani@unsri.ac.id²

irmeilyana@unsri.ac.id³

Intisari— Jantung merupakan organ penting pada tubuh yang berguna sebagai pemompa darah dengan tujuan memenuhi kebutuhan oksigen dan nutrisi ke tubuh. Jika jantung memiliki gangguan kinerja, aliran darah dalam tubuh menjadi tidak normal dan dapat mengakibatkan penyakit pada jantung. Jenis penyakit jantung yang awam meningkatkan tingkat kematian yaitu penyakit jantung koroner, penyakit gangguan pada katub jantung (*heart valve disease*), dan penyakit gangguan detak jantung (*aritmia*). Dalam hal ini, perlu adanya deteksi dini secara kompleks melalui sistem berakurasi tinggi yaitu sistem pakar. Sistem pakar memuat informasi yang rinci mengenai penyakit yang didiagnosa. Metode *Certainty Factor* merupakan metode faktor kepastian yang dapat mengatasi ketidakpastian (*inexact reasoning*) pakar dalam pengambilan keputusan berdasarkan gejala penyakit serta skala interval tingkat keyakinan terhadap gejala yang diberikan oleh pengguna sistem. Penerapan sistem pakar dimulai dengan merakit suatu sistem dengan melibatkan akuisisi sumber pengetahuan yang dieksplorasi dari pakar spesialis jantung. Analisis yang didapatkan terhadap pengakomodasian *inexact reasoning* pada gejala dan skala interval tingkat keyakinan pengguna sistem untuk 5 data uji berdasarkan gejala yang dirasakan pengidap penyakit menghasilkan akurasi prediksi untuk setiap jenis penyakit jantung dimana 90.46% penyakit jantung koroner pada data uji pertama, 80.76% *aritmia* pada data uji kedua, 87.43% *heart valve disease* pada data uji ketiga, 93.12% jantung koroner pada data uji keempat, dan 93.96% penyakit *heart valve disease* pada data uji kelima. Penerapan metode *certainty factor* pada sistem pakar menghasilkan akurasi prediksi yang sesuai sehingga sistem pakar yang dirancang efektif untuk mengukur kepastian dalam diagnosis dan dapat menjadi alternatif deteksi dini terhadap beberapa jenis penyakit jantung.

Kata kunci— *Certainty Factor*, *Inexact Reasoning*, Jantung, Penyakit Jantung, Sistem Pakar.

Abstract— *Heart is an important organ in the body that is useful as a blood pump with the aim of meeting the needs of oxygen and nutrients to the body. If the heart has impaired performance, blood flow in the body becomes abnormal and can lead to heart disease. The types of heart disease that commonly increase the death rate are coronary heart disease, heart valve disease, and heartbeat disorders (arrhythmia). In this case, there is a need for early detection in a complex manner through a high-accuracy system, namely an expert system. Expert systems contain detailed information about the disease being diagnosed. The Certainty Factor method is a certainty factor method that can overcome the uncertainty (inexact reasoning) of experts in making decisions based on disease symptoms and an interval scale of confidence in the symptoms given by system users. The application of the expert system begins with assembling a system involving the acquisition of knowledge sources explored from heart specialist experts. The analysis obtained on accommodating inexact reasoning on symptoms and the interval scale of the system user's confidence level for 5 test data based on the symptoms felt by the disease sufferer resulted in prediction accuracy for each type of heart disease where 90.46% coronary heart disease in the first test data, 80.76% arrhythmia in the second test data, 87.43% heart valve disease in the third test data, 93.12% coronary heart disease in the fourth test data, and 93.96% heart valve disease in the fifth test data. The application of the certainty factor method to the expert system produces appropriate prediction accuracy so that the expert system designed is effective for measuring certainty in diagnosis and it can be an alternative to early detection of several types of heart disease.*

Keywords— *Certainty Factor, Expert System, Heart, Heart Disease, Inexact Reasoning.*

I. PENDAHULUAN

Jantung merupakan organ penting pada tatanan tubuh manusia yang memiliki peran dalam sistem peredaran darah pada tubuh. Jika terdapat gangguan pada jantung, aliran darah di dalam tubuh menjadi tidak normal dan mengakibatkan penyakit pada jantung. Penyakit jantung atau Kardiovaskular (*Cardiovascular Disease*) merupakan suatu keadaan dimana jantung tidak bisa melakukan fungsinya secara normal di dalam tubuh sehingga kinerja jantung dalam tubuh tidak baik [1]. Penyebab paling sering mengakibatkan penyakit jantung ialah pemakaian tembakau, pergerakan fisik yang kurang aktif, program diet yang tidak memerhatikan kualitas kesehatan dan konsumsi sesuatu yang mengandung alkohol berlebih. Risiko penyakit jantung akan meningkat seiring

dengan bertambahnya umur, keadaan tekanan darah yang tinggi pada tubuh, obesitas, dan riwayat kolesterol tinggi [2]. Penyakit jantung merupakan salah satu penyakit yang terkategori kedalam penyakit yang tidak menular [3]. Walaupun penyakit jantung bukan tergolong penyakit yang menular, penyakit jantung termasuk kategori penyakit yang umum dan penyakit penyebab tingkat kematian meningkat pertama di dunia jika tidak diperhatikan secara serius [4].

Data pada WHO (*World Health Organization*) menjelaskan bahwa terdapat 7,3 juta jiwa penduduk di dunia yang meninggal diakibatkan oleh penyakit jantung. Jenis penyakit jantung terbagi menjadi tiga jenis, yaitu penyakit jantung koroner, Gangguan katub Jantung (*heart velve disease*) dan gangguan Jantung (*Aritmia*) [5]. Jantung koroner ialah salah satu dari beberapa jenis penyakit jantung

yang termasuk dalam kategori penyakit mematikan dengan persentase kematian sebesar 35% dari total angka kematian dalam lingkup global [6]. Keadaan kelainan pada miokardium hasil insufisiensi untuk aliran darah koroner sebab arterosklerosis merupakan hasil proses dari degeneratif menjadi penyebab munculnya penyakit jantung koroner [7].

Penyakit gangguan pada katub jantung terjadi apabila kinerja katub pada jantung tidak berlangsung dengan normal. Hormon tiroid mempunyai manfaat yang penting untuk otot jantung, penyaringan perifer, dan sistem saraf simpatik yang berfungsi untuk mengubah hemodinamik jantung. Perubahan khusus ialah peningkatan detak jantung, kontraktilitas kardiovaskular, curah kardiovaskular, relaksasi diastolik, penggunaan oksigen miokard, serta penurunan dalam resistensi vaskuler sistemik dan tekanan diastolik [8]. Gangguan irama atau detak jantung (aritmia) adalah perubahan pola detak jantung yang cepat atau lambat dari detak jantung biasa [9]. Dalam hal ini, perlu adanya deteksi dini secara kompleks dengan sistem berakurasi tinggi salah satunya sistem pakar.

Sistem pakar merupakan salah satu implementasi dari ilmu kecerdasan buatan yang memuat pengetahuan khusus sehingga siapa pun dapat menggunakannya untuk memecahkan masalah tertentu dimana berfungsi sebagai sebuah sistem informasi yang mencoba mentransfer informasi dari manusia berupa pakar/ahli ke dalam komputer sehingga komputer bisa membantu menyelesaikan suatu masalah seperti layaknya seorang pakar/ahli [10]. Sistem pakar ini dibuat untuk mendiagnosis penyakit jantung dan memberikan informasi kepada pengguna sistem mengenai jenis penyakit jantung dan solusi serta pencerdasan terhadap jenis penyakit terdiagnosis. Menggunakan sistem pakar ini bukan berarti meniadakan atau mengganti peran pakar/dokter spesialis melainkan dapat membantu perkara tenaga Kesehatan terkhusus dokter spesialis/pakar, dan juga membantu pengguna sistem untuk mendeteksi dini terhadap penyakit yang dialami [11].

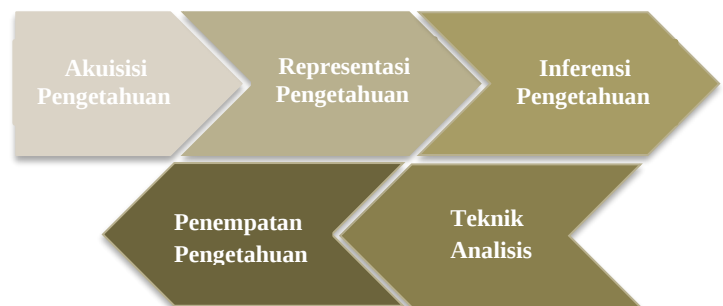
Peran dokter tetap diperlukan untuk membenarkan dan bila perlu melakukan penelitian lebih lanjut terhadap penyakit pasien. Sistem ini dapat membantu mempercepat pergerakan dokter dalam mendiagnosis penyakit jantung secara dini pada penderita penyakit jantung [12]. Faktor keamanan adalah salah satu metode yang diaplikasikan pada sistem pakar yang sering dipakai yaitu metode *Certainty Factor*. Metode *Certainty Factor* (CF) adalah metode yang menentukan tingkat kepastian tentang aturan dan fakta untuk menggambarkan selang interval kepercayaan seorang pakar. Faktor keamanan ini dapat digunakan untuk menggambarkan tingkat kepercayaan pakar. [13]. Oleh karena itu, dengan menggunakan metode *Certainty Factor*, dalam sistem pakar dilakukan pendiagnosaan melalui gejala-gejala yang berkaitan dengan penyakit jantung.

Dalam penentuan tingkat keakuratan sistem, diperlukan bobot untuk setiap gejala dan respondensi. Dengan bantuan metode *certainty factor* pada sistem pakar, diagnosis penyakit jantung dapat dipercepat dan jenis penyakit dapat dikenali dengan mudah [14]. Dilakukan analisis untuk mengembangkan sebuah aplikasi sistem pakar untuk mendiagnosis penyakit jantung dengan metode faktor

kepastian sebagai solusi alternatif untuk mengatasi masalah yang dihadapi oleh dokter/tenaga kesehatan dan yang dapat membantu pengguna sistem untuk mengatasi serta mencegah penyakit jantung dari awal. Dengan penerapan metode *certainty factor* pada sistem pakar diagnosa penyakit jantung sangat efektif dalam pendeteksian penyakit dengan akurasi yang akurat sehingga diharapkan dengan adanya sistem pakar ini akan menjadi solusi alternatif bagi pengguna untuk jadi alat deteksi dini pada penyakit jantung yang dialami.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Dengan gambaran garis besar dari proses analisis ini, digunakan 5 jenis tahapan. Dimulai dari tahap pertama yaitu akuisisi pengetahuan, tahap kedua yaitu representasi pengetahuan, tahap ketiga yaitu inferensi pengetahuan, tahap keempat yaitu teknik analisis, dan tahap terakhir yaitu penempatan pengetahuan. Gambaran alir proses penelitian dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Alur Proses Analisis Penelitian

A. Akuisisi Pengetahuan

Akuisisi pengetahuan ialah tahap pencarian dan pengumpulan ilmu pengetahuan yang direkap dalam bentuk data dimana ilmu pengetahuan didapat dari seorang pakar jantung ataupun tenaga Kesehatan salah satunya dokter spesialis jantung. Data ilmu pengetahuan yang akan diakuisisi mengarah pada pendeteksian jenis penyakit jantung melalui tingkat risiko penyakit berdasarkan gejala yang bersesuaian.

B. Representasi Pengetahuan

Dalam penelitian ini, kita mengaplikasikan suatu metode kepastian yaitu metode *Certainty Factor*. Penerapan sistem pakar untuk diagnosa penyakit jantung menggunakan metode kepastian yaitu *Certainty Factor* (CF), diawali dengan perancangan sistem berdasarkan perolehan informasi yang diperoleh oleh tenaga kesehatan, kemudian dilakukan perakitan basis pengetahuan dan penentuan nilai CF. setiap gejala berhubungan dengan penyakit jantung dengan memberikan skala interval nilai dari 0 sampai 1. Pengguna sistem memilih gejala penyakit yang terlihat dan dialami oleh pengguna sistem, kemudian sistem dapat mendiagnosis penyakit jantung dan menunjukkan penyakit yang mempunyai gejala yang sama secara berurutan, dimana nilai tertinggi merupakan hasil

keputusan. Dikarenakan kita melibatkan metode *Certainty Factor*, maka kita harus lah menemukan nilai kepastian dari tiap penyakitnya. Kita menggunakan persamaan (1) [15].

$$CF[H, G] = TI(H,G) * UT(H,G) \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan:

$CF[H,G]$ = Ukuran ketidakpastian dari hipotesis H yang berpengaruh dengan gejala E.

$MB(H,G)$ = tingkat kenaikan interval kepercayaan pada hipotesis H yang dipengaruhi oleh gejala E.

$MD[H,G]$ = tingkat kenaikan untuk setiap interval ketidakpercayaan pada hipotesis H yang dipengaruhi oleh gejala E.

Sistem pakar tidak jarang mempunyai satu atau lebih aturan dan terdiri dari beberapa status yang diselaraskan oleh logika dan (AND) atau (OR). Pengetahuan tentang *starting point* juga bisa belum tentu baik, akibat dari besarnya poin CF yang dimasukkan oleh pengguna sebagai respons terhadap *starting point* (gejala) yang dialami pengguna sistem, atau bisa juga berasal dari nilai CF yang dihipotesiskan. Rumus CF untuk beberapa jenis yang menuju pada hipotesis yang sesuai dijelaskan pada persamaan (2), (3), dan (4).

$$CF(H) \begin{cases} CF(R_1) + CF(R_2) - [CF(R_1) * CF(R_2)] ; CF > 0 \dots (2) \\ CF(R_1) + CF(R_2) + [CF(R_1) * CF(R_2)] ; CF < 0 \dots (3) \\ \frac{CF(R_1) + CF(R_2)}{1 - \min[|CF(R_1)| + |CF(R_2)|]} ; CF \text{ lainnya } \dots \dots (4) \end{cases}$$

Keterangan:

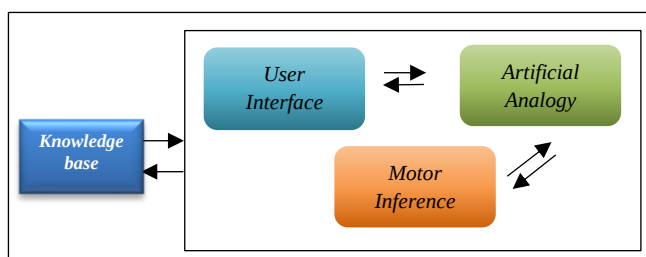
$CF[H]$ = Ukuran nilai suatu ketidakpastian dari hipotesis H.

$CF(R_1)$ = Ukuran nilai ketidakpastian pada *starting point*

$CF(R_2)$ = Ukuran nilai ketidakpastian pada *finishing point*

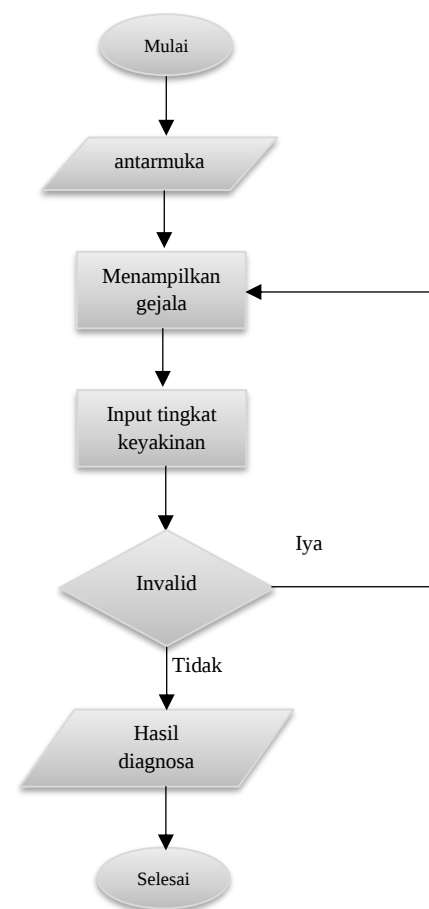
B.1 Basis Pengetahuan

Basis pengetahuan berisi pengetahuan untuk memecahkan masalah dalam sistem kecerdasan buatan. Basis pengetahuan dipakai dalam hal menarik kesimpulan tentang proses pemantauan. Basis pengetahuan bersifat dinamis, oleh sebab itu dokter atau pakar dapat menambah ataupun mengubah basis pengetahuan berdasarkan informasi yang baru. Nilai faktor keamanan dalam analisis ini adalah nilai faktor keamanan yang aturan nilainya dihubungkan dengan aturan tertentu dan nilainya diberikan oleh seorang ahli. Basis pengetahuan pada sistem pakar ini dirancang dengan tiga komponen penyusun utama pengetahuan. Lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Blok Umum Knowledge Base

User interface (presentasi awal) berguna sebagai sarana untuk memasukkan informasi ke dalam basis data dan untuk berkomunikasi dengan pengguna. *Artificial Analogy* memuat semua kenyataan, gagasan, relasi, dan interaksi dari beberapa domain sebagai basis pengetahuan. *Motor inference* bertanggung jawab untuk menganalisis informasi inferensi berdasarkan *database*. Komponen ini merupakan salah satu penyusun sistem pakar yang berfungsi sebagai sumber penalaran dimana dirangkai melalui pemanfaatan isi daftar *rule* berdasarkan posisi urutan dan bentuk khusus yang dirancang. Selama proses konsultasi antara sistem dengan pengguna, cara interferensi menguji aturan satu per satu hingga kondisi aturan terpenuhi. *Motor inference* berupa program komputer yang menyediakan metode untuk melihat dan membuat kesimpulan dari informasi yang tersedia di *base* pengetahuan dan di *workplace*. Alur kerja sistem pakar penyakit jantung pada program sistem pakar yang dirancang ditunjukkan oleh Gambar 3.



Gambar 3. Flowchart proses kerja sistem pakar

C. Teknik Analisis

Sistem pakar diagnosa jenis penyakit pada jantung ini bekerja dengan menyesuaikan pengetahuan pakar atau dokter dalam merawat pasien penderita penyakit jantung serta ditambah dengan pengetahuan/literasi terhadap penyakit jantung baik dari buku kesehatan dan juga internet. Berdasarkan pengamatan dan survei baik dari ahli (dokter) maupun pengguna sistem, diketahui bahwa penyakit jantung jenis ini memiliki berbagai efek samping yang sangat kompleks, dan beberapa jenis penyakit mempunyai gejala yang hampir serupa. Sistem pakar ini dirancang untuk

memberikan informasi diagnostik awal kepada pengguna sistem tentang penyakit yang dideritanya, dan juga sebagai alat bagi dokter atau pakar untuk membuat keputusan atau diagnosis yang akurat tentang gejala untuk mendapatkan penanganan dan pengobatan yang benar. Diawali dengan pendeklarasian variabel apa saja yang akan kita pakai ke dalam program. Langkah selanjutnya yaitu membuat tampilan dimana tampilan tersebut berisi keterangan awal dan dilanjutkan dengan pertanyaan berupa gejala-gejala penyakit jantung.

Pengguna dituntut untuk memilih pilihan keyakinan terhadap gejala yang ada. Dalam hal ini dibuat 5 indikasi keyakinan yakni Sangat Yakin, Kemungkinan Besar, Kemungkinan Kecil, Tidak Yakin, Tidak Benar. Untuk setiap gejala dan indikasi keyakinan masing-masing memiliki bobot, dimana bobot tersebut bersumber dari pakar Kesehatan. Berangkat dari gejala yang ada, sistem akan mengalkulasi pilihan dari pengguna terkait gejala dan indikasi keyakinan yang sudah dipilih pengguna sistem. Dalam proses perhitungan, CF pengguna akan dioperasikan dengan bobot gejala. Dari hasil perhitungan tersebut, hasil yang paling besarlah yang akan menjadi luaran dari sistem. *Output* dari sistem pakar akan menampilkan Diagnosa Penyakit melalui gejala yang sudah diinputkan oleh pengguna sistem pakar, beserta persen keakuratan diagnosa.

D. Inferensi Pengetahuan

Aplikasi sistem pakar dimulai dengan menyusun suatu sistem dengan melibatkan akuisisi sumber pengetahuan yang didapatkan dari pakar spesialis jantung, merakit basis pengetahuan dan memberi nilai CF pada setiap gejala dengan luaran berupa akurasi diagnosis dan juga solusi pada jenis penyakit jantung yang terdiagnosis. Adapun jenis penyakit jantung yaitu jantung koroner, gangguan pada katub jantung (*heart valve disease*) dan gangguan jantung (*Aritmia*). Pengkodean pada jenis penyakit disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Jenis Penyakit Jantung

Kode	Jenis Penyakit Jantung
PE1	Jantung koroner
PE2	<i>Heart Valve Disease</i>
PE3	<i>Aritmia</i>

penyakit memiliki beberapa kemungkinan gejala sehingga terdapat lebih dari satu *rule* dalam satu jenis penyakit. Jenis penyakit jantung difokuskan hanya pada jenis penyakit yang umum. Pelabelan untuk tiap gejala ke bentuk variabel dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Gejala pada Penyakit Jantung

Kode	Gejala Penyakit jantung
Gejala1	Regurgitasi (gangguan jantung bawaan lahir)
Gejala2	Berat badan menurun
Gejala3	Sesak nafas
Gejala4	Nyeri pada dada sebelah kiri
Gejala5	Dada terasa penuh
Gejala6	Denyut nadi yang lemah dan cepat
Gejala7	Detak jantung cepat (<i>tachycardia</i>)
Gejala8	Merasa pusing
Gejala9	Riwayat pingsan

Gejala10	Bunyi jantung tidak normal
Gejala11	Detak jantung lambat (<i>bradycardia</i>)
Gejala12	Ketidaknyamanan di daerah perut
Gejala13	Kelelahan / lelah yang tidak wajar
Gejala14	Pembengkakan pada kaki
Gejala15	Keringat yang berlebihan
Gejala16	Nyeri di daerah dada
Gejala17	Mual atau muntah
Gejala18	Sakit kepala yang berlebihan
Gejala19	Dada terasa seperti ditusuk
Gejala20	Pernafasan tiba-tiba tidak normal
Gejala21	Rasa nyeri yang menjalar sampai lengan
Gejala22	Rasa sakit sampai rahang / punggung
Gejala23	Dengkuran tidur yang keras / tersendak
Gejala24	Batuk
Gejala25	Tidak enak badan

Setiap jenis penyakit jantung memiliki beberapa gejala yang berpengaruh, tidak sedikit yang memiliki gejala sama dan terdapat juga beberapa gejala yang sangat berpengaruh kuat terhadap jenis penyakit. Bobot pada gejala inilah yang memiliki nilai tertinggi sehingga jika terpilih setidaknya satu saja gejala yang berpengaruh kuat akan mempengaruhi nilai prediksi diagnosa jenis penyakit. Gejala-gejala untuk tiap jenis penyakit lebih jelasnya diuraikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Pengaruh Gejala pada Jenis Penyakit

Jenis penyakit	Gejala
Jantung koroner	Regurgitasi (bawaan lahir)
	Berat badan menurun
	Sesak nafas
	Nyeri pada dada kiri
	Dada terasa penuh
	Rasa nyeri sampai lengan
	sakit di rahang/punggung
	Tidak nyaman di perut
	Kelelahan yang tidak wajar
	Keringat yang berlebihan
	Mual / muntah
	Sakit kepala berlebihan
	Dada seperti ditusuk
	Batuk
	Tidak enak badan
<i>Heart Valve Disease</i>	Denyut nadi lemah & cepat
	Detak jantung cepat/lama
	Regurgitasi (bawaan lahir)
	Sesak nafas
	Merasa pusing
	Riwayat pingsan
	Berat badan menurun
	Bunyi jantung tidak normal
	Detak jantung lambat
	Kelelahan yang tak wajar
	Pembengkakan pada kaki
	Batuk
	Pernafasan tidak normal
	Dengkuran tidur yang keras/sendak
<i>Aritmia</i>	Dada terasa penuh
	Denyut nadi lemah/cepat
	Sesak nafas

Aritmia	Merasa pusing
	Rasa nyeri sampai lengan
	sakit di rahang/punggung
	Nyeri di daerah dada
	Batuk
	Pernafasan tidak normal
	Dengkur tidur keras/sendak

Pada rancangan sistem ini aturan produksi ditulis dalam bentuk pernyataan IF [asumsikan] THEN [kesimpulan]. Perancangan basis sistem pakar ini berdasarkan gejala dan kesimpulan berpengaruh pada jenis penyakit jantung, maka pola pernyataannya yaitu IF (gejala) kemudian dilanjutkan THEN (jenis penyakit jantung). Dalam sistem pakar ini, sebuah aturan dapat mempunyai banyak gejala. Untuk tiap gejala yang berhubungan digabungkan dengan operator logika dan (AND). Adapun pola pernyataannya akan diperjelas dalam Tabel 4.

Tabel 4. Logika Aturan Tiap Jenis Penyakit

Penyakit	Logika aturan (Rule)
Penyakit jantung koroner [PE1]	IF Gejala1 AND Gejala2 AND Gejala3 AND Gejala4 AND Gejala5 AND Gejala12 AND Gejala13 AND Gejala15 AND Gejala17 AND Gejala18 AND Gejala19 AND Gejala21 AND Gejala22 AND Gejala24 AND Gejala25 THEN Penyakit Jantung Koroner [PE1]
Heart valve disease [PE2]	IF Gejala1 AND Gejala2 AND Gejala3 AND Gejala6 AND Gejala7 AND Gejala8 AND Gejala9 AND Gejala10 AND Gejala11 AND Gejala13 AND Gejala14 AND Gejala20 AND Gejala23 AND Gejala24 THEN Heart valve disease [PE2]
Aritmia [PE3]	IF Gejala3 AND Gejala5 AND Gejala6 AND Gejala8 AND Gejala16 AND Gejala21 AND Gejala20 AND Gejala22 AND Gejala23 AND Gejala24 THEN Aritmia [PE3]

Dengan metode *Certainty Factor* perlu adanya pembobotan pada jenis penyakit terhadap gejala penyakit, dan juga tingkat keyakinan pengguna terhadap gejala penyakit. Pembobotan pada gejala dan tingkat keyakinan dimulai dari 0 sampai dengan 1. bobot penyakit diuraikan dalam Tabel 5.

Tabel 5. Bobot Jenis Penyakit Jantung

Tingkat Keyakinan terhadap Gejala	Bobot
Tidak benar	0
belum yakin	0.2
Kemungkinan kecil	0.5
Kemungkinan besar	0.6
Sangat yakin	0.8

Dilakukan pendefinisian untuk tiap gejala pada tiap penyakit dengan menentukan bobot gejala melalui tingkat pengaruh gejala pada jenis penyakit. Bobot yang ada mengarah pada tingkat keyakinan pengguna sistem pada tiap gejala yang ditampilkan sehingga pemilihan jenis penyakit terdiagnosis dipengaruhi oleh bobot gejala yang dipilih

pengguna sistem. Bobot gejala pada tiap penyakit lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Bobot Gejala pada Penyakit Jantung

Jenis penyakit	Gejala	Bobot
Jantung koroner	Regurgitasi (bawaan lahir)	0.6
Jantung koroner	Berat badan menurun	0.2
Jantung koroner	Sesak nafas	0.8
Jantung koroner	Nyeri pada dada kiri	0.6
Jantung koroner	Dada terasa penuh	0.5
Jantung koroner	Rasa nyeri sampai lengan	0.2
Jantung koroner	sakit di rahang/punggung	0.2
Jantung koroner	Tidak nyaman di perut	0.1
Jantung koroner	Kelelahan yang tidak wajar	0.2
Jantung koroner	Keringat yang berlebihan	0.3
Jantung koroner	Mual / muntah	0.1
Jantung koroner	Sakit kepala berlebihan	0.2
Jantung koroner	Dada seperti ditusuk	0.4
Jantung koroner	Batuk	0.3
Jantung koroner	Tidak enak badan	0.2
Heart valve disease	Denyut nadi lemah & cepat	0.6
Heart valve disease	Detak jantung cepat/lama	0.8
Heart valve disease	Regurgitasi (bawaan lahir)	0.8
Heart valve disease	Sesak nafas	0.6
Heart valve disease	Merasa pusing	0.2
Heart valve disease	Riwayat pingsan	0.2
Heart valve disease	Berat badan menurun	0.2
Heart valve disease	Bunyi jantung tidak normal	0.6
Heart valve disease	Detak jantung lambat	0.8
Heart valve disease	Kelelahan yang tak wajar	0.2
Heart valve disease	Pembengkakan pada kaki	0.4
Heart valve disease	Batuk	0.3
Heart valve disease	Pernafasan tidak normal	0.5
Heart valve disease	Dengkur tidur yang keras/sendak	0.3
Aritmia	Dada terasa penuh	0.5
Aritmia	Denyut nadi lemah/cepat	0.5
Aritmia	Sesak nafas	0.6
Aritmia	Merasa pusing	0.2
Aritmia	Rasa nyeri sampai lengan	0.2
Aritmia	sakit di rahang/punggung	0.2
Aritmia	Nyeri di daerah dada	0.4
Aritmia	Batuk	0.2
Aritmia	Pernafasan tidak normal	0.6
Aritmia	Dengkur tidur keras/sendak	0.3

E. Penempatan Pengetahuan

Penempatan pengetahuan dilakukan secara teratur dengan perancangan antarmuka pada setiap proses dengan tujuan membantu agar tidak mempersulit pengguna sistem dalam menggunakan sistem pakar. Dalam penggunaan sistem pakar, pengguna akan menginputkan variabel masukan, mengidentifikasi setiap gejala penyakit yang ditampilkan. Sistem akan memberikan variabel diagnosa berupa akurasi ketepatan untuk jenis penyakit yang terdiagnosis. persentase

akurasi tertinggi untuk tiap penyakit akan menjadi hasil diagnosa ditambah penjelasan mengenai solusi yang dapat dilakukan pengguna jika terdiagnosis penyakit jantung terpilih.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian sistem pakar yang telah dirancang menggunakan metode *certainty factor* ini melibatkan tahap persiapan lima data uji yang didapatkan dari penderita beberapa jenis penyakit dengan menyertakan semua gejala yang dirasakan oleh pasien dimana gejala tersebut akan diuji pada sistem pakar untuk melihat akurasi dari sistem apakah sesuai dengan jenis penyakit yang diderita oleh pasien. Setelah dilakukannya tahap persiapan data uji, kemudian data tersebut akan masuk pada tahap *testing*. Pasien akan dianggap sebagai pengguna sistem pakar dengan menginputkan gejala yang dirasakan sebagai variabel masukan pada sistem. Setelah dilakukan tahap *testing*, untuk mengetahui akurasi prediksi sistem maka perlu dilakukan validasi hasil. Pada tahap validasi hasil, luaran dari sistem pakar berupa jenis penyakit terdiagnosis beserta persentase akurasi akan dibandingkan dengan fakta jenis penyakit yang dialami oleh pengguna. Terdapat lima data uji yang telah diuraikan pada Tabel 6.

Tabel 7. Data Uji dari Pasien Penyakit Jantung

Pasien 1	Nyeri di perut	Batuk
	Nyeri dada kiri	Tidak enak badan
	nafas tidak normal	Sakit kepala
	Merasa pusing	Berat badan menurun
	Susah bernafas	Sering kelelahan
Pasien 2	Tidak enak badan	Pusing
	Batuk	Berat badan menurun
	Nyeri di daerah dada	Nafas tidak normal
	Denyut nadi lemah	Sakit di daerah lengan
Pasien 3	Denyut jantung lemah	Bunyi jantung tidak normal
	Sesak nafas	regurgitasi
	Berat badan turun	Tidak enak badan
Pasien 4	Regurgitasi	Sesak nafas
	Pusing	Tidak enak badan
	Sakit perih di dada	Keringat berlebihan
	Dada terasa penuh	Mudah kelelahan
	Batuk	Mual/perut tidak enak
	Sakit punggung	Nyeri pada lengan
Pasien 5	Dengkur tersendak	Nafas tidak normal
	Detak jantung cepat	Berat badan menurun
	Pernah pingsan	Bengkak pada kaki
	Merasa pusing	Detak jantung tidak seperti biasanya
	Denyut nadi lemah	Sering batuk

Terdapat lima data uji yang diambil dari lima pasien dimana pasien pertama merupakan penderita penyakit jantung koroner, pasien kedua merupakan penderita penyakit gangguan detak jantung (*aritmia*), pasien ketiga merupakan

penderita penyakit *heart valve disease*, pasien keempat merupakan penderita penyakit jantung koroner dan pasien kelima merupakan penderita penyakit gangguan pada katub jantung (*heart valve disease*). Penyakit yang diderita pasien akan menjadi *truth point* pada tahap validasi dimana hasil dari sistem pakar akan dibandingkan dengan *truth point* untuk melihat akurasi prediksi yang diberikan oleh sistem pakar. Gejala yang ada pada tabel merupakan beberapa gejala yang pernah dirasakan oleh setiap pasien. Pada tahap ini pasien akan menjadi pengguna sistem dengan menginput variabel masukan yaitu gejala yang pernah dialami dan juga memilih tingkat keyakinan untuk tiap gejala yang ditampilkan sistem.

Berdasarkan data uji yang sudah ada, sistem akan menghitung dengan melibatkan bobot gejala yang dimasukkan pengguna, nilai tingkat keyakinan yang dipilih pengguna, dan bobot pengaruh gejala terhadap beberapa jenis penyakit jantung. Tingkat keyakinan pengguna diinisialisasikan sebagai nilai CF pengguna pada tahap perhitungan. Langkah pertama yaitu menghitung bobot gejala dengan nilai CF pengguna. Hasil perhitungan diuraikan untuk setiap pasien dengan melibatkan gejala yang dipilih pengguna beserta nilai tingkat keyakinan pengguna pada gejala yang ditampilkan pada Tabel 8, Tabel 9, Tabel 10, Tabel 11, dan Tabel 12.

Tabel 8. Perhitungan Nilai CF Penyakit Pasien 1

PASIE 1							
Gejala	Bobot pada jenis Penyakit			Nilai CF	Hasil		
	P1	P2	P3		P1	P2	P3
G12	0.1	0.0	0.0	0.2	0.02	0.0	0.0
G24	0.3	0.3	0.2	0.8	0.24	0.24	0.16
G4	0.6	0.0	0.0	0.8	0.48	0.0	0.0
G25	0.2	0.0	0.0	0.5	0.10	0.0	0.0
G20	0.0	0.5	0.6	0.6	0.0	0.30	0.16
G18	0.2	0.0	0.0	0.5	0.10	0.0	0.0
G8	0.0	0.2	0.2	0.6	0.0	0.12	0.12
G2	0.2	0.2	0.0	0.2	0.04	0.04	0.04
G3	0.8	0.0	0.6	0.8	0.64	0.0	0.48
G13	0.2	0.0	0.0	0.6	0.12	0.0	0.0

Tabel 9. Perhitungan Nilai CF Penyakit Pasien 2

PASIE 2							
Gejala	Bobot pada jenis Penyakit			Nilai CF	Hasil		
	P1	P2	P3		P1	P2	P3
G25	0.2	0.0	0.0	0.2	0.02	0.0	0.0
G8	0.0	0.2	0.2	0.5	0.05	0.10	0.10
G24	0.3	0.3	0.2	0.5	0.15	0.15	0.10

Gejala	Bobot pada Jenis Penyakit			Nilai CF	Hasil		
	P1	P2	P3		P1	P2	P3
G2	0.2	0.2	0.2	0.5	0.10	0.10	0.10
G16	0.0	0.0	0.4	0.6	0.0	0.0	0.24
G3	0.8	0.0	0.6	0.6	0.48	0.0	0.36
G6	0.0	0.6	0.5	0.8	0.0	0.48	0.40
G21	0.2	0.0	0.2	0.2	0.04	0.0	0.04

Tabel 10. Perhitungan Nilai CF Penyakit Pasien 3

PASIE 3							
Gejala	Bobot pada jenis Penyakit			Nilai CF	Hasil		
	P1	P2	P3		P1	P2	P3
G11	0.0	0.8	0.0	0.6	0.0	0.48	0.0
G10	0.0	0.6	0.0	0.8	0.0	0.48	0.0
G3	0.8	0.0	0.6	0.2	0.16	0.0	0.12
G1	0.6	0.8	0.0	0.6	0.36	0.48	0.0
G2	0.2	0.2	0.2	0.5	0.10	0.10	0.10
G25	0.2	0.0	0.0	0.2	0.04	0.0	0.0

Tabel 11. Perhitungan Nilai CF Penyakit Pasien 4

PASIE 4							
Gejala	Bobot pada jenis Penyakit			Nilai CF	Hasil		
	P1	P2	P3		P1	P2	P3
G1	0.6	0.8	0.0	0.5	0.30	0.40	0.0
G3	0.8	0.0	0.6	0.8	0.68	0.0	0.48
G8	0.0	0.2	0.2	0.2	0.0	0.04	0.04
G25	0.2	0.0	0.0	0.8	0.16	0.0	0.0
G16	0.0	0.0	0.4	0.2	0.0	0.0	0.08
G15	0.3	0.0	0.0	0.8	0.24	0.0	0.0
G5	0.5	0.0	0.5	0.6	0.30	0.0	0.30
G13	0.2	0.0	0.0	0.5	0.10	0.0	0.0
G24	0.3	0.3	0.2	0.2	0.06	0.06	0.04
G17	0.1	0.0	0.0	0.6	0.06	0.0	0.0
G22	0.2	0.0	0.2	0.5	0.10	0.0	0.10
G21	0.2	0.0	0.2	0.2	0.04	0.0	0.04

Tabel 12. Perhitungan Nilai CF Penyakit Pasien 5

PASIE 5							
Gejala	Bobot pada jenis Penyakit			Nilai CF	Hasil		
	P1	P2	P3		P1	P2	P3
G23	0.0	0.3	0.3	0.2	0.0	0.06	0.06
G20	0.0	0.5	0.6	0.6	0.0	0.30	0.36
G7	0.0	0.8	0.0	0.8	0.0	0.64	0.0
G2	0.2	0.2	0.2	0.5	0.10	0.10	0.10
G9	0.0	0.2	0.0	0.6	0.0	0.12	0.0
G14	0.0	0.4	0.0	0.6	0.10	0.24	0.0
G8	0.0	0.2	0.2	0.5	0.0	0.10	0.10
G10	0.0	0.6	0.0	0.5	0.0	0.30	0.0
G6	0.0	0.6	0.5	0.5	0.0	0.30	0.25
G24	0.3	0.2	0.2	0.2	0.06	0.04	0.04

Nilai CF penyakit untuk setiap pasien sudah diketahui. Tahap selanjutnya yaitu dengan menghitung nilai CF kombinasi untuk tiap gejala yang menjadi variabel masukan dengan jenis penyakit. Perhitungan akan dilakukan serupa untuk tiap jenis penyakit. Setelah dilakukan perhitungan CF kombinasi, hasil dari CF kombinasi dikalikan dengan 100% untuk menghasilkan skor persentase sebagai tingkat akurasi sistem pakar. Hasil perhitungan data uji kelima pasien terhadap tiga jenis penyakit jantung yaitu penyakit jantung koroner, penyakit gangguan katub jantung (*heart valve disease*) dan penyakit gangguan detak jantung (*aritmia*) lebih jelas diuraikan pada Tabel 13.

Tabel 13. CF kombinasi dan Akurasi

Pasien	Jenis Penyakit	Hasil CF Kombinasi	Akurasi (CFx100%)
Pasien 1	Jantung Koroner	0.9046	90.46%
	Heart valve disease	0.5506	55.06%
	<i>Aritmia</i>	0.6900	69%
Pasien 2	Jantung Koroner	0.6444	64.44%
	Heart valve disease	0.6419	64.19%
	<i>Aritmia</i>	0.8076	80.76%
Pasien 3	Jantung Koroner	0.5355	53.55%
	Heart valve disease	0.8734	87.34%
	<i>Aritmia</i>	0.2080	20.8%

Pasien	Jenis Penyakit	Hasil CF Kombinasi	Akurasi (CFx100%)
Pasien 4	Jantung Koroner	0.9312	93.12%
	Heart valve disease	0.4585	45.85%
	Aritmia	0.7333	73.33%
Pasien 5	Jantung Koroner	0.2386	23.86%
	Heart valve disease	0.9396	93.96%
	Aritmia	0.6491	64.91%

Hasil akurasi untuk masing-masing jenis penyakit terhadap kelima pasien dinyatakan dalam bentuk persentase, dimana akurasi yang akan menjadi variabel diagnosa atau luaran sistem pakar ialah akurasi yang memiliki persentase tertinggi. Tingginya nilai persentase menjelaskan bahwa dari gejala-gejala serta tingkat keyakinan terhadap gejala yang dimasukkan pengguna sistem lebih dominan mengarah pada jenis penyakit yang terdiagnosis. Hasil diagnosa pasien pertama menunjukkan bahwa pasien pertama terdiagnosis penyakit jantung koroner dengan persentase keyakinan sebesar 90.46%, hasil diagnosa pasien kedua menunjukkan bahwa pasien terdiagnosis penyakit gangguan detak jantung (*aritmia*) dengan persentase keyakinan sebesar 80.76%, hasil diagnosa pasien ketiga menunjukkan bahwa pasien terdiagnosis penyakit gangguan katub jantung (*heart valve disease*) dengan persentase keyakinan sebesar 87.34%, hasil diagnosa pasien keempat menunjukkan bahwa pasien terdiagnosis penyakit jantung koroner dengan persentase keyakinan sebesar 93.12%, dan hasil diagnosa pasien kelima menunjukkan bahwa pasien terdiagnosis penyakit gangguan katub jantung (*heart valve disease*) dengan persentase keyakinan sebesar 93.96%.

Setelah melakukan diagnosa menggunakan sistem pakar sehingga mendapatkan hasil diagnosa penyakit jantung dengan akurasi keyakinan, selanjutnya perlu dilakukan validasi terhadap hasil sistem dengan *truth point*. *Truth point* merupakan jenis penyakit yang faktanya telah atau sedang dialami oleh setiap pasien yang dijadikan data uji. Adanya validasi dapat menunjukkan seberapa akurat sistem pakar yang sudah dirancang menggunakan metode *certainty factor*. Validasi data uji dengan *truth point* diuraikan lebih jelas pada Tabel 14.

Tabel 14. Validasi Hasil sistem dengan *Truth Point*

Data Uji	Hasil Sistem Pakar	<i>Truth point</i>
Data Uji 1 (Pasien 1)	Jantung koroner 90.46%	Jantung Koroner
Data Uji 2 (Pasien 2)	Gangguan Detak Jantung (<i>Aritmia</i>) 80.76%	Gangguan Detak Jantung (<i>Aritmia</i>)

Data Uji 3 (Pasien 3)	Gangguan Katub Jantung (<i>heart valve disease</i>) 87.34%	Gangguan Katub Jantung (<i>heart valve disease</i>)
Data Uji 4 (Pasien 4)	Jantung Koroner 93.12%	Jantung Koroner
Data Uji 5 (Pasien 5)	Gangguan Katub Jantung (<i>heart valve disease</i>) 93.96%	Gangguan Katub Jantung (<i>heart valve disease</i>)

Pada tabel validasi, data uji 1 (pasien 1) menjelaskan hasil sistem pakar yang relevan dan sesuai dengan *truth point* dengan persentase keyakinan sistem yang tinggi, begitu juga pada data uji 2 (pasien 2), data uji 3 (pasien 3), data uji 4 (pasien 4), dan data uji 5 (pasien 5) yang menampilkan kesamaan antara hasil sistem pakar dengan *truth point*. Kesesuaian antara hasil tahap *testing* dengan *truth point* yang dipaparkan pada tahap validasi menunjukkan bahwa sistem pakar yang dirancang menggunakan metode *certainty factor* bekerja dengan baik dan cukup akurat.

IV. KESIMPULAN

Seorang pakar haruslah memiliki pengetahuan, dimana setiap jawaban atas pertanyaan muncul haruslah bisa diartikan seorang pakar. Sama seperti sistem pakar penyakit jantung. Dimana setiap kondisi jawaban gejala yang kita masukan, maka sistem akan mengeluarkan kemungkinan-kemungkinan yang muncul terhadap hasil diagnosa. Dengan menggunakan metode *certainty factor*, kita dipermudah dengan pemberian bobot pada gejala serta pada kemungkinan jawaban. Dengan metode tersebut, kita bisa memberikan nilai kepastian atau kemungkinan terhadap hasil yang akan dikeluarkan. Mekanisme dalam pemodelan sistem pakar ini akan diminta untuk menjawab setiap kemungkinan gejala dan kita akan mendapatkan hasil berupa diagnosa yang paling mungkin dan persentase kemungkinan dari diagnosa penyakit. Persentase terbesar dari akurasi jenis penyakit yang ada akan menjadi luaran pada sistem pakar melalui pemberian pencerdasan dan juga solusi terhadap jenis penyakit yang terdiagnosis. Analisis yang didapat pada pengakomodasian *inexact reasoning* terhadap gejala dan skala interval tingkat keyakinan pengguna sistem menunjukkan akurasi prediksi pada setiap jenis penyakit jantung yaitu 90.46% penyakit jantung koroner pada data uji pertama, 80.76% *aritmia* pada data uji kedua, 87.43% *heart valve disease* pada data uji ketiga, 93.12% jantung koroner pada data uji keempat, dan 93.96% penyakit *heart valve disease* pada data uji kelima. Hasil diagnosa yang dihasilkan oleh sistem pakar sesuai dengan *truth point* berdasarkan nilai fakta penyakit yang sudah atau sedang dialami oleh pengguna sistem. Penerapan metode *certainty factor* pada sistem pakar efektif diaplikasikan pada sistem untuk mengukur kepastian dalam diagnosis sehingga dapat menjadi alternatif deteksi dini untuk menanggulangi keraguan pada jenis penyakit jantung secara dini. Sistem pakar tidak selamanya benar, namun jika hanya sebagai antisipasi terhadap suatu hal maka sistem pakar ini sangatlah berguna.

REFERENSI

- [1] M. Lestari, "Penerapan Algoritma Klasifikasi Nearest Neighbor (K-NN) untuk Mendeteksi

- Penyakit Jantung,” *Fakt. Exacta*, vol. 7, no. September 2010, pp. 366–371, 2014.
- [2] T. Tajudin, I. D. W. Nugroho, and V. Faradiba, “ANALISIS KOMBINASI PENGGUNAAN OBAT PADA PASIEN JANTUNG KORONER (Coronary Heart Disease) DENGAN PENYAKIT PENYERTA DI RUMAH SAKIT X CILACAP TAHUN 2019,” *Pharmaqueous J. Ilm. Kefarmasian*, vol. 1, no. 2, pp. 6–13, 2020, doi: 10.36760/jp.v1i2.111.
- [3] Z. Yarmaliza, “encegahan dini terhadap penyakit tidak menular,” *P*, vol. 3, no. 2, pp. 93–100, 2019.
- [4] E. Wahyudi and S. Hartati, “Case-Based Reasoning untuk Diagnosis Penyakit Jantung,” *IJCCS (Indonesian J. Comput. Cybern. Syst.*, vol. 11, no. 1, p. 1, 2017, doi: 10.22146/ijccs.15523.
- [5] dkk 2018) richard oliver (dalam Zeithml., “Prevalensi dan Faktor Determinan Penyakit Jantung,” *Angew. Chemie Int. Ed.* 6(11), 951–952., vol. 06, pp. 2013–2015, 2021.
- [6] A. D. Puspitaningrum and A. S. Purnama, “Sistem Deteksi Tingkat Resiko Penyakit Jantung Dengan Inferensi Fuzzy (Sugeno),” *Pros. Semin. Nas. Multimed. Artif. Intell.* 2018, no. November, pp. 1–11, 2018.
- [7] Santoso M and Setiawan T, “Artikel Penyakit Jantung Koroner,” *Cermin Dunia Kedokt.*, no. 147, pp. 5–9, 2005.
- [8] A. Yonata, E. Febria Sari, and I. Prasetya, “Heart Valve Disease in Hyperthyroidism,” *JuKe Unila*, vol. 4, no. 8, pp. 225–232, 2014.
- [9] D. Dona, H. Maradona, and M. Masdewi, “Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Jantung Dengan Metode Case Based Reasoning (Cbr),” *Zo. J. Sist. Inf.*, vol. 3, no. 1, pp. 1–12, 2021, doi: 10.31849/zn.v3i1.6442.
- [10] Kusumadewi, “Rtifificial Ntelligence,” *Artif. Intell. (Teknik dan Apl.*, 2003.
- [11] A.Fadli, “Sistem Pakar Dasar,” in *Sistem Pakar Dasar*, 2010, p. 7.
- [12] A. Sulistyohati, T. Hidayat, K. Kunci: Ginjal, S. Pakar, and M. Dempster-Shafer, “Aplikasi Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Ginjal Dengan Metode Dempster-Shafer,” *Semin. Nas. Apl. Teknol. Inf.*, vol. 2008, no. Snati, pp. 1907–5022, 2008.
- [13] P. Informatika, B. Darma, M. Program, and S. Teknik, “Certainty Factor,” *Encycl. Oper. Res. Manag. Sci.*, pp. 160–160, 2013, doi: 10.1007/978-1-4419-1153-7_200031.
- [14] R. R. Fanny, N. A. Hasibuan, and E. Buulolo, “Renalis Menggunakan Metode Certainty Factor Dengan Penulusuran Forward Chaining,” *Median Inform. Darma*, vol. 1, no. 1, pp. 13–16, 2017.
- [15] M. F. Ghozali and A. Eviyanti, “Sistem Pakar Diagnosa Dini Penyakit Leukimia Dengan Metode ‘Certainty Factor,’” *Kinetik*, vol. 1, no. 3, p. 135, 2016, doi: 10.22219/kinetik.v1i3.122.