



Analisis Metode Forward Chaining dan Certainty Factor untuk Diagnosa Penyakit pada Ibu Hamil

Nabilla Yasmin*, Yuhandri Yuhandri, Gunadi Widi Nurcahyo

Ilmu Komputer, Magister Teknik Informatika, Universitas Putra Indonesia YPTK Padang, Padang, Indonesia

Email: ¹*nbilayasmin2008@gmail.com, ²yuyu@upiyptk.ac.id, ³gwidinurcahyo@gmail.com

Email Penulis Korespondensi: nbilayasmin2008@gmail.com

Abstrak—Tingginya angka komplikasi yang terjadi selama kehamilan dan persalinan berpotensi besar dalam meningkatkan risiko kesakitan dan kematian pada ibu hamil. Angka Kematian Ibu (AKI) menggambarkan persoalan status ibu hamil, ibu bersalin, dan ibu nifas yang masih tergolong tinggi dan menjadi perhatian utama dalam sektor kesehatan. Berdasarkan hal tersebut, maka penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan mengevaluasi Sistem Pakar berbasis metode Forward Chaining dan Certainty Factor guna mendiagnosis penyakit pada ibu hamil secara dini, sehingga dapat memberikan dukungan keputusan medis yang cepat dan akurat serta meminimalisir risiko komplikasi selama kehamilan. Metode Forward Chaining dan Certainty Factor dipilih karena memiliki kemampuan untuk menangani proses inferensi berbasis aturan serta memberikan perhitungan tingkat kepastian pada hasil diagnosa. Forward Chaining digunakan untuk mencari solusi berdasarkan gejala yang dimasukkan oleh pengguna, sedangkan Certainty Factor membantu memberikan bobot kepastian pada diagnosis yang dihasilkan. Dataset penelitian ini menggunakan sebanyak 30 data dengan variabel yaitu 30 jenis gejala yang dialami oleh pasien. Berdasarkan hasil penelitian, metode Forward Chaining dan Certainty Factor telah mampu menghasilkan diagnosis penyakit pada ibu hamil dengan tingkat akurasi mencapai 95%. Kontribusi penelitian ini dapat meningkatkan kualitas layanan kesehatan melalui diagnosis yang cepat dan akurat oleh tenaga medis dan mempermudah ibu hamil dalam mendapatkan diagnosis awal terhadap penyakit yang umum terjadi selama kehamilan.

Kata Kunci: Sistem Pakar; Forward Chaining; Certainty Factor; Diagnosa Penyakit; Ibu Hamil

Abstract—The high number of complications that occur during pregnancy and childbirth has the potential to significantly increase the risk of morbidity and mortality in pregnant women. The Maternal Mortality Rate (MMR) reflects the condition of pregnant, delivering, and postpartum mothers, which remains relatively high and is a major concern in the health sector. Based on this, this study aims to develop and evaluate an Expert System based on the Forward Chaining and Certainty Factor methods to diagnose diseases in pregnant women at an early stage, thereby providing fast and accurate medical decision support and minimizing the risk of complications during pregnancy. The Forward Chaining and Certainty Factor methods were chosen for their ability to handle rule-based inference processes and provide certainty level calculations in the diagnosis results. Forward Chaining is used to find solutions based on the symptoms entered by users, while the Certainty Factor helps assign confidence weights to the generated diagnosis. The dataset in this study consists of 30 data samples with 30 types of symptoms experienced by patients as variables. The results show that the Forward Chaining and Certainty Factor methods are capable of producing disease diagnoses in pregnant women with an accuracy rate of 95%. The contribution of this research is to improve the quality of maternal health services through fast and accurate diagnoses by medical personnel and to assist pregnant women in obtaining an initial diagnosis of common diseases during pregnancy.

Keywords: Expert System; Forward Chaining; Certainty Factor; Disease Diagnosis; Pregnant Women

1. PENDAHULUAN

Kehamilan merupakan fase krusial dalam siklus kehidupan manusia yang memerlukan perhatian khusus terhadap kesehatan ibu dan janin [1]. Pada masa ini, berbagai perubahan fisiologis dan psikologis terjadi, yang dapat memengaruhi kondisi kesehatan ibu secara keseluruhan [2]. Tingginya angka komplikasi yang terjadi selama kehamilan dan persalinan berpotensi besar dalam meningkatkan risiko kesakitan dan kematian pada ibu hamil [3]. Angka Kematian Ibu (AKI) menggambarkan persoalan status ibu hamil, ibu bersalin, dan ibu nifas [4].

Angka kematian ibu masih tergolong tinggi dan menjadi perhatian utama dalam sektor kesehatan [5]. Komplikasi kehamilan masih menjadi masalah kesehatan yang perlu mendapat perhatian [6]. Berdasarkan data Kementerian Kesehatan, AKI di Indonesia masih mencapai lebih dari 200 per 100.000 kelahiran hidup, angka ini jauh di atas target Sustainable Development Goals (SDGs) 2030 yaitu 70 per 100.000 kelahiran hidup. Kondisi ini menunjukkan bahwa upaya deteksi dini dan sistem diagnosis yang cepat serta akurat masih sangat dibutuhkan, khususnya di wilayah dengan keterbatasan akses layanan medis.

Perhatian terhadap deteksi dini dan penanganan gangguan kehamilan tidak hanya penting di tingkat individu, tetapi juga menjadi tantangan besar dalam skala sistem pelayanan kesehatan, terutama di wilayah dengan keterbatasan sumber daya. Tantangan dalam hal akses terhadap layanan kesehatan yang memadai masih menjadi masalah serius. Terbatasnya jumlah tenaga medis, fasilitas kesehatan yang belum merata, serta kurangnya penerapan teknologi dalam proses diagnosis, menjadi hambatan dalam memberikan pelayanan kesehatan yang cepat, akurat, dan berkelanjutan. Permasalahan inilah yang menjadi latar belakang perlunya pengembangan sistem berbasis kecerdasan buatan untuk membantu diagnosis penyakit pada ibu hamil.

Penelitian sebelumnya yang berhubungan dengan penelitian ini menghasilkan sebuah Sistem Pakar yang dapat mendiagnosa kesehatan ibu hamil berdasarkan gejala yang dialami dengan nilai akurasi sebesar 90,28% [7]. Penelitian lainnya yang juga melakukan pendiagnosaan penyakit pada ibu hamil menghasilkan tingkat akurasi sebesar 80% [8]. Dalam penelitian lainnya Sistem Pakar mampu mendiagnosa penyakit pada ibu hamil dengan 5 jenis penyakit dan mendapatkan tingkat akurasi sebesar 93% [9]. Namun, penelitian-penelitian tersebut masih memiliki keterbatasan,



seperti hanya menggunakan satu metode inferensi, belum mengombinasikan metode Forward Chaining dan Certainty Factor, atau belum mengintegrasikan sistem diagnosis ke dalam platform berbasis web yang mudah diakses.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini menawarkan solusi dengan mengombinasikan metode Forward Chaining (FC) dan Certainty Factor (CF) dalam pengembangan sistem pakar diagnosis penyakit pada ibu hamil. GAP utama penelitian ini terletak pada penggunaan dua metode sekaligus untuk meningkatkan akurasi diagnosis, pengujian sistem dengan melibatkan pakar langsung, serta penerapan dataset gejala yang lebih lengkap sebanyak 30 gejala dengan lima jenis penyakit umum pada ibu hamil. Dengan demikian, penelitian ini memberikan kontribusi baru dibandingkan penelitian terdahulu.

Tujuan dari penelitian ini adalah: (1) merancang dan mengembangkan sistem pakar diagnosis penyakit pada ibu hamil dengan menggunakan metode Forward Chaining dan Certainty Factor, (2) menguji tingkat akurasi sistem melalui dataset gejala dan validasi pakar, serta (3) mengevaluasi peran sistem dalam memberikan diagnosis dini yang cepat dan akurat untuk mendukung pengambilan keputusan medis.

Implementasi permasalahan diagnosis penyakit pada ibu hamil dapat menggunakan konsep Sistem Pakar yang merupakan cabang dari kecerdasan buatan. Sistem Pakar dirancang untuk meniru cara berpikir dan pengambilan keputusan seorang pakar dalam suatu bidang tertentu. Dalam bidang kesehatan, Sistem Pakar digunakan untuk membantu proses diagnosis, memberikan rekomendasi, atau mendeteksi gejala penyakit secara dini. Oleh karena itu, penerapan Sistem Pakar dalam membantu mengenali penyakit pada ibu hamil menjadi upaya strategis untuk memberikan diagnosis awal yang cepat dan akurat, khususnya di daerah dengan keterbatasan tenaga kesehatan [10]. Salah satu pendekatan yang sering diterapkan dalam Sistem Pakar dalam pendiagnosaan penyakit adalah metode forward chaining. Dalam penelitian lainnya juga menjelaskan bahwa pendiagnosaan penyakit juga dapat dilakukan dengan metode certainty factor.

Forward Chaining (FC) adalah metode inferensi yang memulai proses penalaran dari fakta-fakta yang tersedia menuju kesimpulan yang dicari dengan menerapkan rule logika yang ada dalam sistem. FC bekerja dengan cara mengevaluasi fakta awal, mencocokkan rule yang relevan, dan menghasilkan fakta baru hingga mencapai tujuan [11]. FC merupakan salah satu metode inferensi dalam Sistem Pakar yang bekerja secara progresif dari fakta-fakta awal menuju kesimpulan. Setiap tahapan memainkan peran strategis dalam membentuk alur logika yang berangkat dari fakta-fakta awal menuju kesimpulan yang dihasilkan berdasarkan rule yang telah ditetapkan [12].

Metode untuk mendiagnosa pada Sistem Pakar dapat dilihat juga pada metode Certainty Factor (CF). Metode CF merupakan metode yang digunakan untuk mengukur tingkat keyakinan atau kepercayaan terhadap suatu hipotesis berdasarkan bukti atau data yang ada. Metode ini memungkinkan Sistem Pakar untuk memberikan hasil inferensi yang lebih fleksibel dan realistis, khususnya dalam konteks permasalahan yang kompleks dan bersifat subjektif [13]. CF merupakan metode yang digunakan dalam Sistem Pakar untuk memodelkan tingkat keyakinan terhadap suatu hipotesis melalui pengukuran numerik rentang nilai antara 0 sampai 1. Dengan mengombinasikan FC dan CF, sistem dapat menghasilkan diagnosis yang tidak hanya berbasis aturan logis tetapi juga dilengkapi dengan bobot tingkat keyakinan, sehingga hasil diagnosis lebih akurat dan dapat diandalkan.

Penelitian terdahulu yang menggunakan metode Forward Chaining dan Certainty Factor dalam menyelesaikan masalah diagnosa pada penyakit gangguan kesehatan mental berdasarkan gejala yang dimasukkan pengguna dan dapat memberikan solusi untuk gangguan kesehatan mental tersebut. Hasil dari pengujian *blackbox* testing yang berhasil dan pengujian pakar dengan tingkat akurasi mencapai 91,67% menunjukkan efektivitas operasional sistem ini [14]. Metode Forward Chaining dan Certainty Factor juga digunakan dalam mendiagnosa penyakit sinusitis, dimana berdasarkan hasil pengujian *blackbox* sistem yang dibangun telah berfungsi dengan baik sesuai dengan yang diharapkan. Sistem Pakar dalam melakukan diagnosa memiliki akurasi sebesar 70% [15].

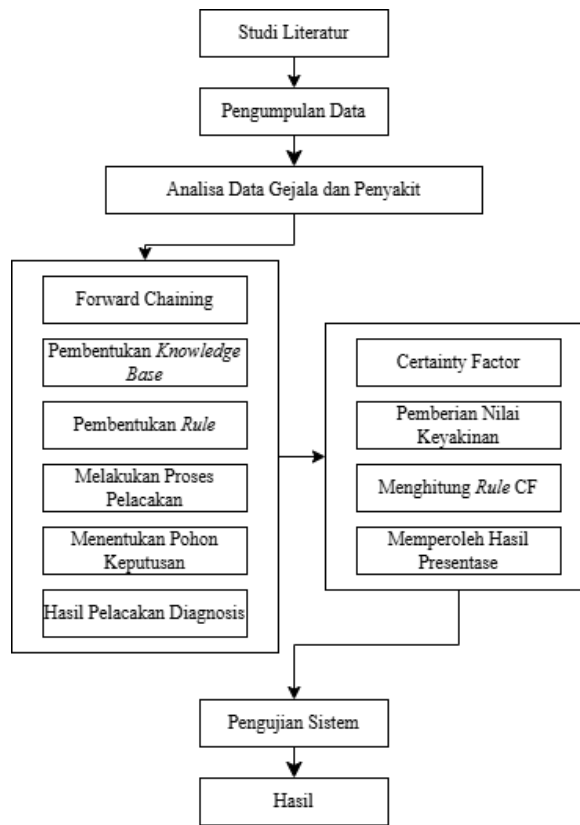
Penelitian lainnya yang menggunakan metode Forward Chaining dan Certainty Factor untuk mendiagnosis penyakit berdasarkan keluhan kehamilan, dimana hasil pengujian menunjukkan sistem berjalan baik dan sesuai dengan pengetahuan pakar. Uji *blackbox*, *whitebox*, dan uji pakar membuktikan fungsionalitas sistem. Kuesioner dari 30 pengguna menunjukkan penilaian 87,67% untuk tampilan dan 87,5% untuk manfaat.

Berdasarkan penjelasan sebelumnya, maka penelitian ini akan melakukan proses diagnosa penyakit pada ibu hamil. Proses diagnosa dilakukan dengan menggunakan metode FC dan CF. Kerja dari FC digunakan untuk mencari solusi berdasarkan gejala yang dimasukkan oleh pengguna, sedangkan CF membantu memberikan bobot kepastian pada diagnosis yang dihasilkan. Kinerja dari kombinasi kedua metode ini diharapkan dapat menentukan penyakit yang dialami oleh ibu hamil dan dapat meningkatkan akurasi dalam proses diagnosa. Kontribusi penelitian ini juga dapat meningkatkan mutu layanan kesehatan dengan menyediakan diagnosis yang cepat dan tepat bagi ibu hamil, serta memudahkan mereka dalam memperoleh deteksi dini terhadap penyakit yang sering muncul selama masa kehamilan.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode pengembangan Sistem Pakar berbasis aturan (*rule-based expert system*) untuk mendiagnosis penyakit pada ibu hamil. Sistem ini dirancang menggunakan kombinasi metode FC dan CF sebagai teknik inferensi dan perhitungan tingkat kepastian diagnosis. Seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya bahwa pembahasan penelitian ini akan membahas tentang Sistem Pakar yang digunakan untuk mendiagnosa penyakit pada ibu hamil dengan menggunakan metode FC dan CF yang akan digambarkan dalam bentuk kerangka penelitian. Kerangka ini bertujuan

untuk mengatur aktifitas yang akan dilakukan dalam penelitian dan juga menjadi aliran proses dari setiap kagiatan. Kerangka penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka Penelitian

Gambar 1 menjelaskan bahwa kegiatan dalam penelitian ini dapat dilakukan dengan beberapa tahapan yang saling berkaitan. Tahap awal dimulai dengan melakukan studi literatur, yaitu mengumpulkan dan mengkaji berbagai referensi yang relevan untuk mendukung pemahaman teori dan pendekatan yang akan digunakan dalam penyelesaian masalah. Referensi ini mencakup konsep dasar Sistem Pakar, metode inferensi seperti FC, serta metode penilaian tingkat keyakinan seperti CF.

2.1 Sistem Pakar

Sistem Pakar adalah bagian dari kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*) yang dirancang untuk meniru kemampuan pengambilan keputusan seorang pakar dalam bidang tertentu [16]. Dalam pernyataan lain juga menjelaskan bahwa Sistem Pakar dirancang untuk meniru pola pikir dan proses pengambilan keputusan seorang ahli melalui representasi pengetahuan serta mekanisme penalaran yang sistematis [17]. Sistem Pakar memungkinkan transfer pengetahuan seorang ahli ke dalam sistem yang dapat digunakan oleh pengguna yang bukan ahli untuk menyelesaikan masalah kompleks [18].

2.2 Forward Chaining (FC)

Forward Chaining merupakan metode penalaran dalam Sistem Pakar yang dimulai dari fakta atau data awal menuju kesimpulan berdasarkan rule yang berlaku. Proses ini diawali dengan pembentukan *knowledge base*, yaitu kumpulan pengetahuan pakar yang disusun dalam bentuk aturan *IF-THEN*. Selanjutnya dilakukan pembentukan rule berdasarkan hubungan antara gejala dan penyakit. Sistem kemudian menjalankan proses pelacakan, yaitu mencocokkan gejala yang diinput dengan rule yang ada. Dari pelacakan ini, sistem menyusun pohon keputusan untuk menentukan kemungkinan diagnosa. Hasil akhir dari proses ini adalah hasil pelacakan diagnosis yang digunakan sebagai dasar penghitungan nilai keyakinan dengan metode Certainty Factor.

2.3 Certainty Factor (CF)

Certainty factor digunakan dalam Sistem Pakar untuk merepresentasikan tingkat keyakinan dan ketidakpastian terhadap suatu hipotesis. Penelitian lain juga menjelaskan bahwa metode CF digunakan dapat melakukan identifikasi dengan memberikan keluaran hasil dalam bentuk persentase kepastian [19]. Metode ini memungkinkan Sistem Pakar untuk memberikan hasil inferensi yang lebih fleksibel dan realistis, khususnya dalam konteks permasalahan yang kompleks dan bersifat subjektif [13]. Dalam pembahasannya, metode CF dapat dilihat pada Persamaan 1.

$$CF(h, e) = MB(h, e) - MD(h, e) \quad (1)$$



Persamaan 1 digunakan untuk menghitung nilai CF, yaitu tingkat keyakinan terhadap suatu hipotesis (h) berdasarkan adanya suatu evidensi atau gejala (e). Dalam rumus ini, MB (*Measure of Belief*) merupakan ukuran kepercayaan terhadap hipotesis ketika gejala muncul, sedangkan MD (*Measure of Disbelief*) adalah ukuran ketidakpercayaan terhadap hipotesis tersebut. Adapun persamaan dalam menentukan nilai CF gejala tersaji pada Persamaan 2.

$$CF_{gejala} = CF_{Pakar} * CF_{User} \quad (2)$$

Persamaan 2 merupakan persamaan dalam menentukan nilai CF gejala. Nilai CF gejala didapatkan berdasarkan data input yang diberikan [20]. Nilai CF gejala diperoleh berdasarkan data input yang diberikan oleh pengguna, yang mencerminkan tingkat keyakinan terhadap kemunculan suatu gejala. Adapun persamaan penggabungan CF disajikan pada Persamaan 3 [21].

$$CF_{combine} = CF1 + CF2 * (1 - CF1) \quad (3)$$

Persamaan 3 merupakan persamaan penggabungan nilai kombinasi CF. Aturan nilai CF yang digunakan dalam Sistem Pakar untuk memodelkan tingkat keyakinan terhadap suatu hipotesis melalui pengukuran numerik rentang nilai antara 0 sampai 1. Nilai CF 0 menunjukkan tingkat kepercayaan bahwa hipotesis tersebut salah. Nilai CF 1 menunjukkan tingkat kepercayaan bahwa hipotesis tersebut benar. Adapun tabel CF yang akan digunakan dalam memberikan tingkat keyakinan diagnosa dapat dilihat pada Tabel 1 [22].

Tabel 1. Tabel Tingkat Keyakinan

Ketidakpastian	CF
Sangat Tidak Yakin	0
Tidak Yakin	0.2
Kurang Yakin	0.4
Cukup Yakin	0.6
Yakin	0.8
Sangat Yakin	1

Tabel 1 menyajikan nilai CF yang ditunjukkan dengan bobot tingkat keyakinan pakar terhadap penyakit yang umum terjadi pada ibu hamil. Semakin tinggi nilai CF, semakin besar keyakinan bahwa gejala tersebut merupakan indikator dari penyakit tertentu.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini, pembahasan dimulai dengan proses analisis data yang diperlukan untuk membangun sebuah Sistem Pakar. Data yang digunakan dalam proses diagnosis penyakit pada ibu hamil meliputi informasi mengenai gejala data gejala penyakit pada ibu hamil serta jenis-jenis penyakit pada ibu hamil, yang diperoleh langsung dari pakar, yaitu Bdn. Deri Eleski yang bertugas di Klinik Mandiri Bidan Deri Eleski Di Pasaman Barat. Adapun dataset gejala penyakit pada ibu hamil disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Data Gejala Penyakit pada Ibu Hamil

Kode Gejala	Gejala
G01	Lemas/letih/lesu
G02	Pucat pada wajah/tangan
G03	Gangguan penglihatan (kabur, kilatan cahaya)
G04	Sakit kepala ringan secara terus-menerus
G05	Nyeri atau rasa terbakar saat BAK
G06	Lingkar lengan atas (LiLA) < 23,5 cm
G07	Sering haus berlebihan (polidipsia)
G08	Hb < 11 gr/dL
G09	Janin besar (makrosomia)
G10	Mual dan muntah (di luar trimester I)
G11	Sulit konsentrasi
G12	Sering ingin BAK
G13	Mudah mengantuk
G14	Denyut jantung lemah
G15	Mudah lapar (polifagia)
G16	Demam ringan hingga tinggi
G17	Nyeri perut bawah
G18	Tekanan darah $\geq$ 140/90 mmHg
G19	Bibir/kuku pucat kebiruan



Kode Gejala	Gejala
G20	Nafas pendek saat aktivitas ringan
G21	Riwayat keluarga dengan diabetes
G22	Berat badan naik drastis
G23	Gula Darah Puasa > 92 mg/dL
G24	Gula Darah Sewaktu (GDS) > 200 mg/dL
G25	Kurang nafsu makan
G26	Mata Cekung
G27	Nyeri Ulu Hati (Epigastrium)
G28	Nyeri pinggang atau punggung bawah
G29	Urin bercampur darah (hematuria)
G30	Berat badan rendah (<45 kg)

Setelah data gejala dikumpulkan dan dikelompokkan, langkah selanjutnya adalah mendefinisikan jenis penyakit yang umum dialami oleh ibu hamil. Jenis-jenis penyakit pada ibu hamil tersebut berfungsi sebagai dasar dalam membangun rule sistem pakar diagnosis, yang ditampilkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Data Jenis Penyakit pada Ibu Hamil

Kode Penyakit	Nama Penyakit
P1	Anemia
P2	Kekurangan Energi Kronis (KEK)
P3	Preeklampsia
P4	Diabetes Gestasional
P5	Infeksi Saluran Kemih (ISK)

Tabel 2 dan Tabel 3 merupakan data gejala pada ibu hamil dan jenis penyakit pada ibu hamil, langkah selanjutnya adalah membentuk *knowledge based system* atau basis pengetahuan, yang dalam Sistem Pakar dikenal sebagai *rule* menggunakan metode FC untuk mendiagnosis penyakit pada ibu hamil. Adapun rule Sistem Pakar dengan metode FC yang telah dirumuskan dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Rule Metode Forward Chaining

No	Rule
Rule 1	IF G01 AND G02 AND G04 AND G08 AND G11 AND G13 AND G19 AND G20 THEN Anemia
Rule 2	IF G01 AND G06 AND G14 AND G25 AND G26 AND G30 THEN Kekurangan Energi Kronis (KEK)
Rule 3	IF G03 AND G04 AND G10 AND G18 AND G22 AND G27 THEN Preeklampsia
Rule 4	IF G07 AND G09 AND G15 AND G12 AND G21 AND G22 AND G23 AND G24 THEN Diabetes Gestasional
Rule 5	IF G01 AND G05 AND G12 AND G16 AND G17 AND G28 AND G29 THEN Infeksi Saluran Kemih (ISK)

Setelah terbentuk rule, selanjutnya proses penalaran ini dapat dimulai dengan mengambil fakta yang berasal dari user serta tingkat keyakinan gejala yang dialami untuk digunakan dalam pembuktian kerja dari rule yang sudah dibangun sebelumnya dan akan mendapatkan hasil diagnosa sesuai dengan rule yang bekerja. Berdasarkan hasil yang sudah dilakukan, maka fakta yang digunakan dalam proses penalaran ini dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Konsultasi User

Kode Gejala	Gejala	Jawaban	CF User
G01	Lemas/letih/lesu	Cukup Yakin	0.6
G02	Pucat pada wajah/tangan	Yakin	0.8
G04	Sakit kepala ringan terus-menerus	Cukup Yakin	0.6
G08	Hb < 11 gr/dL	Yakin	0.8
G11	Sulit konsentrasi	Kurang Yakin	0.4
G13	Mudah mengantuk	Cukup Yakin	0.6
G19	Bibir/kuku pucat kebiruan	Cukup Yakin	0.6
G20	Nafas pendek saat aktivitas ringan	Kurang Yakin	0.4

Tabel 5 merupakan hasil percobaan proses diagnosa yang didasari dari jawaban user saat konsultasi pada Sistem Pakar. Berdasarkan rule dari tabel 4, user tersebut di diagnosa mengalami penyakit Anemia (P1)

Hasil diagnosa penyakit berdasarkan rule FC yang telah ditentukan, maka proses akan dilanjutkan pada tahap perhitungan dengan menggunakan CF yang dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Perhitungan Nilai CF

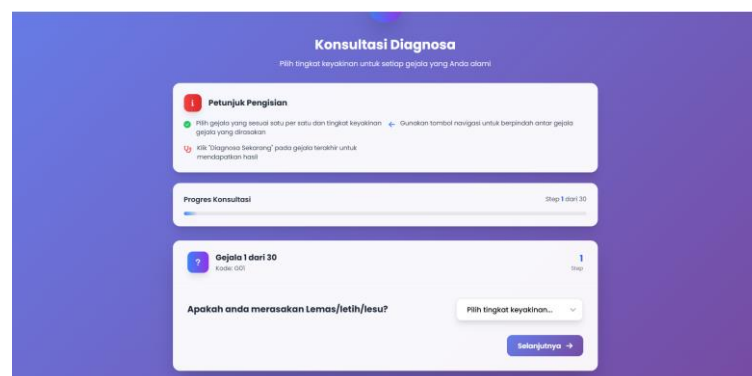
Kode Gejala	CF User	CF Pakar	Nilai Akhir
G01	0.6	0.8	0.48
G02	0.8	0.8	0.64
G04	0.6	0.8	0.48
G08	0.8	1	0.8
G11	0.4	0.6	0.24
G13	0.6	0.6	0.36
G19	0.6	0.8	0.48
G20	0.4	0.8	0.32

Tabel 6 merupakan tabel hasil perhitungan CF dalam diagnosis penyakit pada ibu hamil. Hasil tersebut mendapati beberapa nilai akhir berdasarkan gejala yang dipilih sebelumnya. Berdasarkan hasil perhitungan CF maka kombinasi CF dihitung dengan perhitungan sebagai berikut:

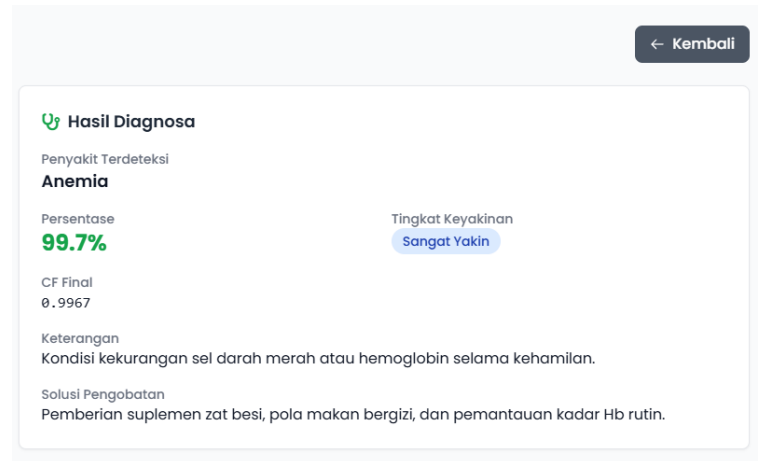
$$\begin{aligned}
 CF_{Combine01} \quad (CF_{G01}, CF_{G02}) &= CF_{G01} + CF_{G02} \times (1 - CF_{G01}) \\
 &= 0.48 + 0.64 \times (1 - 0.48) \\
 &= 0.8128 \\
 CF_{Combine02} \quad (CF_{Combine01}, CF_{G04}) &= CF_{Combine01} + CF_{G04} \times (1 - CF_{Combine01}) \\
 &= 0.8128 + 0.48 \times (1 - 0.8128) \\
 &= 0.9026 \\
 CF_{Combine03} \quad (CF_{Combine02}, CF_{G08}) &= CF_{Combine02} + CF_{G08} \times (1 - CF_{Combine02}) \\
 &= 0.9026 + 0.8 \times (1 - 0.9026) \\
 &= 0.9820 \\
 CF_{Combine04} \quad (CF_{Combine03}, CF_{G11}) &= CF_{Combine03} + CF_{G11} \times (1 - CF_{Combine03}) \\
 &= 0.9820 + 0.24 \times (1 - 0.9820) \\
 &= 0.9866 \\
 CF_{Combine05} \quad (CF_{Combine04}, CF_{G13}) &= CF_{Combine04} + CF_{G13} \times (1 - CF_{Combine04}) \\
 &= 0.9866 + 0.36 \times (1 - 0.9866) \\
 &= 0.9910 \\
 CF_{Combine06} \quad (CF_{Combine05}, CF_{G19}) &= CF_{Combine05} + CF_{G19} \times (1 - CF_{Combine05}) \\
 &= 0.9910 + 0.48 \times (1 - 0.9910) \\
 &= 0.9956 \\
 CF_{Combine07} \quad (CF_{Combine06}, CF_{G20}) &= CF_{Combine06} + CF_{G20} \times (1 - CF_{Combine06}) \\
 &= 0.9956 + 0.32 \times (1 - 0.9956) \\
 &= 0.9967
 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan, maka diagnosis penyakit yang dialami oleh user terdapat pada P1 (Anemia) dengan nilai keyakinan sebesar 99,687%.

Proses analisis Forward Chaining dan Certainty Factor dilanjutkan dalam proses perancangan sistem diagnosis dengan bahasa pemrograman PHP dan SQL. Adapun hasil implementasi rancangan Sistem Pakar dapat dilihat pada Gambar 2 dan Gambar 3.

**Gambar 2.** Proses Diagnosa Sistem Pakar Fc dan CF Penyakit pada Ibu Hamil

Gambar 2 dapat dilihat bahwa proses diagnosa dimulai dari interaksi pengguna (*user*) dengan sistem, di mana pengguna diminta untuk menjawab pertanyaan berdasarkan gejala yang dirasakan. Setiap gejala disajikan satu per satu, lengkap dengan kode identifikasi, dan pengguna harus memilih tingkat keyakinan terhadap gejala tersebut, misalnya apakah gejala tersebut dirasakan dengan sangat yakin, cukup yakin, atau tidak yakin sama sekali. Tingkat keyakinan ini menjadi dasar perhitungan nilai CF yang akan digunakan sistem dalam proses inferensi.



Gambar 3. Hasil Diagnosa Sistem Pakar FC dan CF pada Ibu Hamil

Pada Gambar 3 dapat dilihat bahwa user akan dapat melihat hasil diagnosis yang diberikan oleh sistem beserta tingkat keyakinannya. Hasil ini diperoleh dari proses penalaran menggunakan metode FC dan perhitungan nilai CF berdasarkan input gejala dan tingkat keyakinan yang telah dipilih sebelumnya oleh pengguna. Sistem menampilkan informasi penyakit yang terdeteksi, persentase keyakinan diagnosa, nilai akhir CF (CF Final), serta keterangan singkat mengenai kondisi penyakit tersebut.

Berdasarkan uraian sebelumnya, penelitian ini akan melaksanakan proses diagnosis penyakit yang dialami oleh ibu hamil. Proses diagnosis tersebut dilakukan dengan menerapkan metode FC dan CF. Kerja dari FC digunakan untuk mencari solusi berdasarkan gejala yang dimasukkan oleh pengguna, sedangkan CF membantu memberikan bobot kepastian pada diagnosis yang dihasilkan. Kinerja dari kombinasi kedua metode ini diharapkan dapat menentukan penyakit yang dialami oleh ibu hamil dan dapat meningkatkan akurasi dalam proses diagnosa. Kontribusi penelitian ini juga dapat meningkatkan mutu layanan kesehatan dengan menyediakan diagnosis yang cepat dan tepat bagi ibu hamil, serta memudahkan mereka dalam memperoleh deteksi dini terhadap penyakit yang sering muncul selama masa kehamilan.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa Sistem Pakar yang dibangun dengan menggunakan metode Forward Chaining dan Certainty Factor mampu memberikan hasil diagnosis penyakit pada ibu hamil secara cepat, tepat, dan akurat. Metode Forward Chaining berperan dalam melakukan proses penalaran berdasarkan fakta atau gejala yang diinput oleh pengguna, kemudian mencocokkannya dengan aturan yang telah disusun dalam basis pengetahuan (knowledge base). Proses ini memungkinkan sistem menelusuri gejala secara logis dan sistematis hingga menghasilkan kesimpulan akhir berupa jenis penyakit. Selanjutnya, metode Certainty Factor digunakan untuk menghitung tingkat kepastian terhadap hasil diagnosa berdasarkan tingkat keyakinan pengguna terhadap gejala yang dirasakan. Nilai CF yang diperoleh menggambarkan seberapa besar kepercayaan sistem terhadap kebenaran diagnosa tersebut, yang ditampilkan dalam bentuk persentase. Dalam penelitian ini, sistem mampu mendiagnosa lima jenis penyakit yang umum terjadi pada ibu hamil, yaitu Anemia, Kekurangan Energi Kronis (KEK), Preeklampsia, Diabetes Gestasional, dan Infeksi Saluran Kemih (ISK), dengan menggunakan 30 jenis gejala sebagai variabel. Sistem ini menghasilkan tingkat akurasi sebesar 95%, yang menunjukkan bahwa kombinasi kedua metode tersebut efektif dalam mendukung proses diagnosis dini. Dengan adanya sistem ini, diharapkan dapat membantu tenaga kesehatan maupun ibu hamil dalam memperoleh diagnosis awal secara mandiri, terutama di daerah dengan keterbatasan akses layanan medis, serta meningkatkan mutu layanan kesehatan ibu.

REFERENCES

- [1] L. Khusnul Dwihestie, H. Widyaning Pertiwi, and H. Al Hasbi, "GENITRI: JURNAL PENGABDIAN MASYARAKAT BIDANG KESEHATAN Inovasi Pemberdayaan 'Kader Siaga' Menuju Kehamilan Sehat Di Desa Kenteng, Nogosari," vol. 4, no. 1, p. 2025, 2025, [Online]. Available: <https://ejournal.pkkb.ac.id/index.php/pkm>
- [2] S. Agave and M. B. Ulum, "Diagnosa Penyakit Ibu Hamil Menggunakan Metode Forward Chaining Berbasis Website," vol. 11, no. 1, pp. 1–10, 2023.
- [3] A. Pinandito, S. A. Wicaksono, and S. H. Wijoyo, "Implementasi Machine Learning dalam Deteksi Risiko Tinggi Diabetes Melitus pada Kehamilan," *J. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 10, no. 4, pp. 739–746, 2023, doi: 10.25126/jtiik.20241047005.
- [4] E. R. Astuti and J. G. Claudia, "Tinjauan Literatur: Penatalaksanaan Hipertensi Pada Ibu Hamil," *Jambura J. Heal. Sci. Res.*, vol. 6, no. 2, pp. 186–200, 2024, doi: 10.35971/jjhsr.v6i2.24067.
- [5] B. Setiawan and H. Nurcahyanto, "Analisis Peran Stakeholders dalam Implementasi Kebijakan Penanggulangan Angka Kematian Ibu Studi Kasus Kecamatan Pedurungan Kota Semarang," *J. Public Policy Manag. Rev.*, vol. 9, no. 2, pp. 127–144, 2020, [Online]. Available: <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jppmr/article/view/27351>



- [6] Julia Fitrianingsih and Ayu Lestari, "Pengaruh Efikasi Diri Terhadap Penurunan Komplikasi Kehamilan Dan Persalinan Di Wilayah Kota Makassar," *J. Rumpun Ilmu Kesehat.*, vol. 2, no. 2, pp. 75–82, 2022, doi: 10.55606/jrik.v2i2.559.
- [7] A. Nurul Fitriyani Az-zahra, A. Suharso, and A. Solehudin, "Sistem Pakar Untuk Mendiagnosis Penyakit Ibu Hamil Menggunakan Metode Forward Chaining Berbasis Website," *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.*, vol. 7, no. 4, pp. 2864–2869, 2024, doi: 10.36040/jati.v7i4.7190.
- [8] H. Amnur, I. Rahmayuni, and Y. Aldi, "Perbandingan Metode Certainty Factor Dengan Forward Chaining Pada Sistem Pakar Skrining Kehamilan Resiko Tinggi," *JITSI J. Ilm. Teknol. Sist. Inf.*, vol. 4, no. 1, pp. 23–27, 2023, doi: 10.62527/jitsi.4.1.108.
- [9] M. A. Mokoagow and A. S. Purnomo, "Penerapan Metode Naïve Bayes Pada Sistem Pakar Untuk Mendiagnosis Penyakit Ibu Hamil," *JEKIN - J. Tek. Inform.*, vol. 4, no. 2, pp. 309–323, 2024, doi: 10.58794/jekin.v4i2.803.
- [10] Shipu Debnath, "Integrating Information Technology in Healthcare: Recent Developments, Challenges, and Future Prospects for Urban and Regional Health," *World J. Adv. Res. Rev.*, vol. 19, no. 1, pp. 455–463, 2023, doi: 10.30574/wjarr.2023.19.1.1335.
- [11] M. T. Hafizal *et al.*, "Implementation of expert systems in potassium deficiency in cocoa plants using forward chaining method," *Procedia Comput. Sci.*, vol. 216, no. 2022, pp. 136–143, 2022, doi: 10.1016/j.procs.2022.12.120.
- [12] D. Yuza Mahendra and H. Hermanto, "Sistem Pakar dengan Menggunakan Metode Fordward Chaining dalam Menganalisis Penyakit pada Kucing," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Komun.*, vol. 2, no. 1, pp. 17–23, 2024, doi: 10.52060/juptik.v2i1.2196.
- [13] H. Hayadi, "Certainty Factor Method Analysis for Identification of Covid-19 Virus Accuracy," *IJIIS Int. J. Informatics Inf. Syst.*, vol. 6, no. 1, pp. 38–46, 2023, doi: 10.47738/ijiis.v6i1.156.
- [14] N. F. Putri, D. Anggraeni, and P. Putri, "Teknik Forward Chaining Dalam Sistem Pakar Mendeteksi Penyakit Gangguan Kesehatan Mental," *Decod. J. Pendidik. Teknol. Inf.*, vol. 4, no. 2, pp. 700–712, 2024, doi: 10.51454/decode.v4i2.493.
- [15] M. A. Nurerwan, I. R. Wulandari, Y. Astuti, and W. Widayani, "Implementasi Metode Forward Chaining dan Certainty Factor Pada Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Sinusitis," *Build. Informatics, Technol. Sci.*, vol. 4, no. 3, pp. 1520–1529, 2022, doi: 10.47065/bits.v4i3.2630.
- [16] H. Amnur, I. Rahmayuni, and Y. Aldi, "Perbandingan Metode Certainty Factor Dengan Forward Chaining Pada Sistem Pakar Skrining Kehamilan Resiko Tinggi," *JITSI J. Ilm. Teknol. Sist. Inf.*, vol. 4, no. 1, pp. 23–27, 2023, doi: 10.30630/jitsi.4.1.108.
- [17] M. Febriansyah, I. Nurtanio, and M. Yusuf, "Sistem Pakar Berbasis Pohon Keputusan untuk Diagnosa Awal Penyakit Bergejala Demam," *J. Minfo Polgan*, vol. 13, no. 1, pp. 629–636, 2024, doi: 10.33395/jmp.v13i1.13762.
- [18] S. Rifky, "Dampak penggunaan artificial intelligence bagi pendidikan Tinggi," *Indones. J. Multidiscip. Soc. Technol.*, vol. 2, no. 1, pp. 37–42, 2024.
- [19] Tripathy, R. K., & Acharya, U. R. (2023). Artificial intelligence-based decision support systems in healthcare: A comprehensive review. *Computers in Biology and Medicine*, 152, 106391.
- [20] S. Pratama and A. A. Muin, "Penerapan metode certainty factor pada diagnosa penyakit pada ayam," *Technol. J. Ilm.*, vol. 15, no. 4, p. 822, 2024, doi: 10.31602/tji.v15i4.16345.
- [21] Abdar, M., Zomorodi-Moghadam, M., Zhou, X., Gururajan, R., Tao, X., & Arandjelović, O. (2021). A new machine learning technique for an accurate diagnosis of coronary artery disease. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, 198, 105352.
- [22] Irwan, Gustientiedina, A. Hajjah, Y. Desnelita, and W. Susanti, "Software Konsultasi Seleksi Karir Siswa Menggunakan Metode Career Selection Consultation Software of the Students Using," *J. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 8, no. 1, pp. 27–34, 2021, doi: 10.25126/jtiik.202181093.
- [23] U. Salamah and Richi Ramadhan, "Analisis Perbandingan Metode Dempster Shafer Dan Certainty Factor Dalam Mendeteksi Penyakit Anemia," *JSAI (Journal Sci. Appl. Informatics)*, vol. 6, no. 2, pp. 138–146, 2023, doi: 10.36085/jsai.v6i2.5177.
- [24] S. Rapita, G. W. Nurcahyo, Yahundri, R. Kurniawan, P. Yunita, and R. Hidayatullah, "Implementasi Metode Forward Chaining an Certainty Factor Untuk Mengidentifikasi Penyakit Sapi," *J. Inform. Manaj. dan Komputer*, vol. 16, no. 01, pp. 1–9, 2024, [Online]. Available: <http://ejournal.stmikdumai.ac.id/index.php/path/article/view/700>