

Penerapan Metode Certainty Factor Pada Diagnosa Penyakit Saraf Tulang Belakang

Adi Sucipto¹, Yusra Fernando², Rohmat Indra Borman³, Nisa Mahmuda⁴

Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer (FTIK), Universitas Teknokrat Indonesia^{1,2,3,4}

Jl. Zainal Abidin Pagar Alam No. 9-11, Bandar Lampung

E-mail : adi.sucipto@teknokrat.ac.id¹, yusra.fernando@teknokrat.ac.id²,

rohmat_indra@teknokrat.ac.id³, nsamahmuda@gmail.com⁴

Abstrak

Dalam menganalisa sebuah informasi dimungkinkan seorang pakar mengungkapkan informasi berupa pernyataan yang tidak pasti seperti mungkin, kemungkinan besar dan hampir pasti. Salah satu metode yang dapat digunakan dalam mengatasi ketidak pastian adalah metode certainty factor. Certainty factor merupakan metode yang mendefinisikan ukuran kepastian terhadap fakta atau aturan untuk menggambarkan keyakinan seorang pakar terhadap masalah yang sedang dihadapi. Untuk membantu dan mempermudah masyarakat dalam mendiagnosa penyakit saraf tulang belakang dapat menerapkan metode certainty factor pada sistem pakar. Saraf bagian tulang belakang merupakan organ yang penting bagi manusia. Terbatas dan tidak meratanya dokter spesialis saraf tulang belakang di Indonesia mengakibatkan masyarakat kesulitan dalam mendiagnosa penyakit tersebut. Sistem pakar dapat membantu untuk diagnosa penyakit, dimana sistem ini untuk merekonstruksi keahlian dan penalaran kemampuan seorang pakar. Pada penelitian ini, certainty factor diimplementasikan pada aplikasi diagnosa penyakit saraf tulang belakang. Sistem diujicobakan pada sejumlah masukan, hasil pengujian didapatkan memberikan hasil sesuai dengan perhitungan manual. Hasil pengujian dengan uji coba pada sejumlah masukan yang dilakukan didapatkan bahwa pengujian memberikan hasil sesuai dengan perhitungan manual. Sedangkan pengujian akurasi kesesuaian dari data testing yang didapatkan oleh pakar dengan output sistempakar didapatkan hasil output yang sesuai sebanyak sebesar 90%.

Kata Kunci: certainty factor, penyakit, saraf, sistem pakar, tulang belakang

I. PENDAHULUAN

Kecerdasan buatan atau *artificial intelligence* merupakan bagian dari ilmu komputer yang membuat agar komputer dapat melakukan pekerjaan seperti yang dilakukan oleh manusia. Sistem pakar merupakan bagian dari kecerdasan buatan (*artificial intelligence*) yang merupakan salah satu bagian ilmu komputer yang membuat agar mesin (komputer) dapat melakukan pekerjaannya seperti dan sebaik yang dilakukan oleh manusia [1]. Sistem pakar (*expert system*) adalah sistem yang berusaha mengadopsi pengetahuan manusia ke komputer agar komputer dapat menyelesaikan masalah seperti yang biasa dilakukan oleh para ahli [2]. Sistem pakar menanyakan fakta-fakta yang akan menunjukkan gejala penyakit tertentu dan dapat memberikan penjelasan atas hasil konsultasi yang telah dilakukan. Dalam diagnosa seorang pakar menghadapi suatu permasalahan diantaranya jawaban yang ditemukan berupa jawaban yang belum pasti.

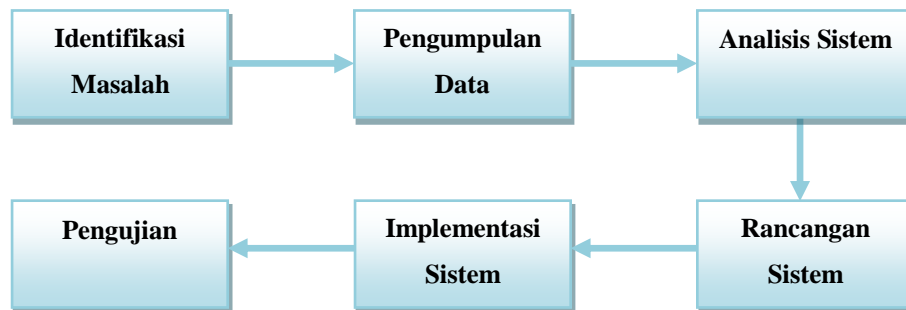
Dalam analisa informasi yang ada dokter dimungkinkn mengungkapkan informasi berupa pernyataan yang tidak pasti seperti misalnya mungkin, kemungkinan besar dan hampir pasti. Salah satu metode yang dapat digunakan dalam mengatasi ketidak pastian adalah metode *certainty factor* (CF). CF merupakan metode yang mendefinisikan ukuran kepastian terhadap fakta atau aturan untuk menggambarkan keyakinan seorang pakar terhadap masalah yang sedang dihadapi. Certainty Factor (CF) menunjukkan ukuran kepastian terhadap suatu fakta atau aturan [3]. Pada penelitian terdahulu, metode *certainty factor* banyak digunakan untuk mendiagnosa berbagai penyakit dan mendapatkan hasil yang akurat. Diantaranya penelitian yang menggunakan CF dalam mendeteksi kanker mulut rahim dengan menghasilkan tingkat keakurasian 85,71% yang didapatkan dari tingkat keberhasilan sistem pakar jika dibandingkan dengan seorang pakar [4]. Penelitian lain, menerapkan metode CF untuk mendiagnosa penyakit dalam dengan menghasilkan tingkat keakuratan sebesar 85,34% [5].

Sakit pada bagian tulang belakang merupakan sakit yang banyak diderita oleh masyarakat umum, dikarenakan pengetahuan masyarakat tentang penyakit ini masih rendah. Faktanya banyak penyakit yang terlambat didiagnosis sehingga pada akhirnya mencapai tahap kronis seperti kelumpuhan hingga kematian. Jumlah dokter spesialis tulang belakang di Indonesia 500 dokter untuk 250 juta penduduk Indonesia [6]. Rasio ideal dokter spesialis saraf tulang belakang adalah satu dokter berbanding 20.000 penduduk [7]. Sangat terbatas dan tidak meratanya dokter spesialis saraf tulang belakang di Indonesia mengakibatkan masyarakat kesulitan

dalam mendiagnosa penyakit tersebut. Untuk membantu dan mempermudah masyarakat dalam mendiagnosa penyakit saraf tulang belakang dapat menerapkan metode CF pada system pakar diagnosa penyakit saraf tulang belakang. Dengan menerapkan metode CF dalam diagnosa penyakit saraf tulang belakang dapat diketahui tingkat keakuratan metode CF dalam mengatasi ketidakpastian diagnosa suatu penyakit khususnya dalam kasus penyakit saraf tulang belakang.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini terdiri dari beberapa tahap yaitu pengumpulan data, identifikasi masalah, rancangan sistem, analisis sistem, implementasi sistem dan pengujian. Setelah semua tahapan telah selesai selanjutnya dilakukan dokumentasi, pelaporan, dan publikasi. Tahapan penelitian dapat dilihat pada bagan penelitian gambar 1.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

1. Identifikasi Masalah

Pada tahap ini dilakukan identifikasi terhadap tindakan yang diperlukan untuk mengetahui permasalahan-permasalahan yang dialami pada saat diagnosa penyakit saraf tulang belakang sekaligus solusi yang tepat untuk menyelesaikan permasalahan tersebut. Berdasarkan observasi yang dilakukan, maka permasalahan yang berkaitan dengan penelitian ini adalah belum adanya penelitian mengenai metode *certainty factor* untuk mendiagnosa penyakit saraf tulang belakang. Oleh karena itu dibutuhkan suatu pengujian apakah metode *certainty factor* dapat digunakan untuk mendiagnosa penyakit saraf tulang belakang.

2. Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan yaitu melalui wawancara, observasi dan mengumpulkan dokumen terkait penyakit saraf tulang belakang yang dilakukan di Poli Saraf RSUD Abdoel Moeloek Lampung. Wawancara dilakukan terhadap pakar dalam hal ini adalah dokter spesialis saraf tulang belakang untuk mengakuisisi pengetahuan dari seorang pakar yang akan di gunakan sebagai *knowledge base* (basis pengetahuan). Data-data yang dibutuhkan diantaranya jenis penyakit saraf tulang belakang, gejala-gejala dan solusi serta penanganan terhadap penyakit saraf tulang belakang. Observasi dilakukan secara langsung dengan mengamati gejala-gejala yang dialami pasien yang menderita sakit saraf tulang belakang dan tindakan-tindakan yang dilakukan oleh pasien ketika merasakan keluhan pada saraf tulang belakang. Selain itu dilakukan pengumpulan terhadap dokumen-dokumen terkait data penderita penyakit saraf tulang belakang beserta hasil diagnosa dan solusinya.

3. Analisis Sistem

Pada tahap ini dilakukan analisa terhadap penalaran yang akan digunakan dalam mesin inferensi. Dalam penelitian ini, menggunakan teknik penalaran *forward chaining* (penalaran maju) yang diawali dengan proses pengumpulan data dan fakta diagnosa. *Forward chaining* ini dijalankan dengan mengumpulkan fakta-fakta yang ada untuk menarik kesimpulan [8] Tiap fakta akan menghasilkan kesimpulan berupa hasil diagnosa dan proses penanganan. Setelah itu dilakukan analisa dengan menggunakan metode *Certainty factor* (CF) untuk menunjukkan ukuran kepastian terhadap suatu fakta atau aturan. Berikut definisi notasi *certainty factor* yang digunakan untuk melakukan perhitungan :

$$CF[h,e] = MB[h,e] - MD[h,e]$$

Dengan:

$$CF[h,e] = \text{faktor kepastian}$$

$$MB[h,e] = \text{Ukuran kepercayaan terhadap hipotesis } h, \text{ jika diberikan } \textit{evidence} e \text{ (0 dan 1)}$$

$$MD[h,e] = \text{Ukuran ketidakpercayaan terhadap } \textit{evidence} h, \text{ jika diberikan } \textit{evidence} e \text{ (0 dan 1)}$$

Kaidah 2 untuk aturan premis tunggal.

$$CF [H,E] = CF[H] * CF [E]$$

Dimana

CF[H] = ukuran kepercayaan pengguna

CF[E] = ukuran kepercayaan pakar

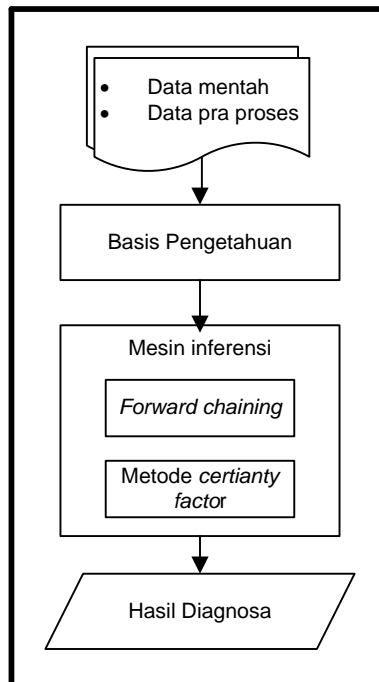
Dan kaidah untuk kesimpulan yang sama yaitu:

$$CF_{\text{kombinasi}} CF[H,E]_1 = CF [H,E_1] + CF [H,E_2] * (1 - CF [H,E_1])$$

$$CF_{\text{kombinasi}} CF [H,E]_{\text{old}3} = CF[H,E]_{\text{old}} + CF[H,E]_3 * (1 - CF [H,E]_{\text{old}})$$

4. Perancangan Sistem

Perancangan sistem melibatkan identifikasi dan deskripsi abstraksi sistem perangkat lunak yang mendasar dan hubungan-hubungannya [9]. Untuk mempermudah dalam menerapkan metode CF pada sistem pakar diagnosa penyakit saraf tulang belakang dibutuhkan bagan aturan penyakit saraf tulang belakang yang membantu dalam mengimplementasikan aturan-aturan kedalam *inference engine*. Untuk memberikan gambaran yang jelas terhadap alur sistem yang akan dibuat maka digambarkan melalui *flowchart* system untuk menjelaskan bagaimana alur dari sistem yang akan dibuat. *Flowchart* atau bagan alur sistem adalah penggambaran secara grafik dari langkah langkah dan urutan prosedur dari suatu program [10]. Bagan alur sistem penerapan metode CF pada sistem pakar diagnosa penyakit saraf tulang belakang dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2 Bagan Alur Sistem Diagnosa Penyakit Saraf Tulang Belakang

5. Implementasi Sistem

Implementasi merupakan tahap dimana desain rancangan yang telah dibuat sebelumnya dikodekan dengan bahasa pemrograman tertentu untuk menjadi sebuah aplikasi [11]. Pada tahap ini dilakukan *coding* berdasarkan dari perancangan dan analisa yang telah dilakukan sebelumnya. *Coding* atau pengkodean merupakan penerjemahan desain dalam bahasa yang bisa dikenali oleh komputer [12]. Pada tahap ini melakukan mengimplementasikan aturan-aturan kedalam *inference engine* menggunakan penalaran *forward chaining* dan menerapkan metode *certainty factor* kedalam bahasa pemrograman Java dengan *compiler* Net Beans.

6. Pengujian (Testing)

Pengujian terhadap sistem yang telah dibangun dengan cara melakukan uji coba dengan beberapa parameter. Sistem yang telah dibangun harus diuji terlebih dahulu agar dapat menemukan kesalahan – kesalahan [13]. Pada tahap pengujian dilakukan pengujian terhadap keakuratan metode CF pada system pakar diagnosa penyakit saraf tulang belakang. Untuk menguji keakuratan penerapan metode CF maka dilakukan beberapa proses pengujian diantaranya :

- 1) Berdasarkan pengujian dengan uji coba pada sejumlah masukan yang dilakukan diantaranya pengujian satu gejala satu jenis penyakit, satu gejala beberapa jenis penyakit, beberapa gejala satu jenis penyakit dan beberapa gejala dengan beberapa penyakit.
- 2) Menguji tingkat keakuratan atau kesesuaian dari data testing yang didapatkan oleh pakar dengan hasil output dari sistem.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil pengumpulan data penyakit, gejala dan *rule base* (dapat dilihat pada tabel 1, tabel 2 dan tabel 3) yang didapatkan dari seorang pakar, dapat dibuat bagan aturan penyakit saraf tulang belakang yang dapat dilihat pada gambar 3.

Tabel 1. Gejala Penyakit Saraf Tulang Belakang

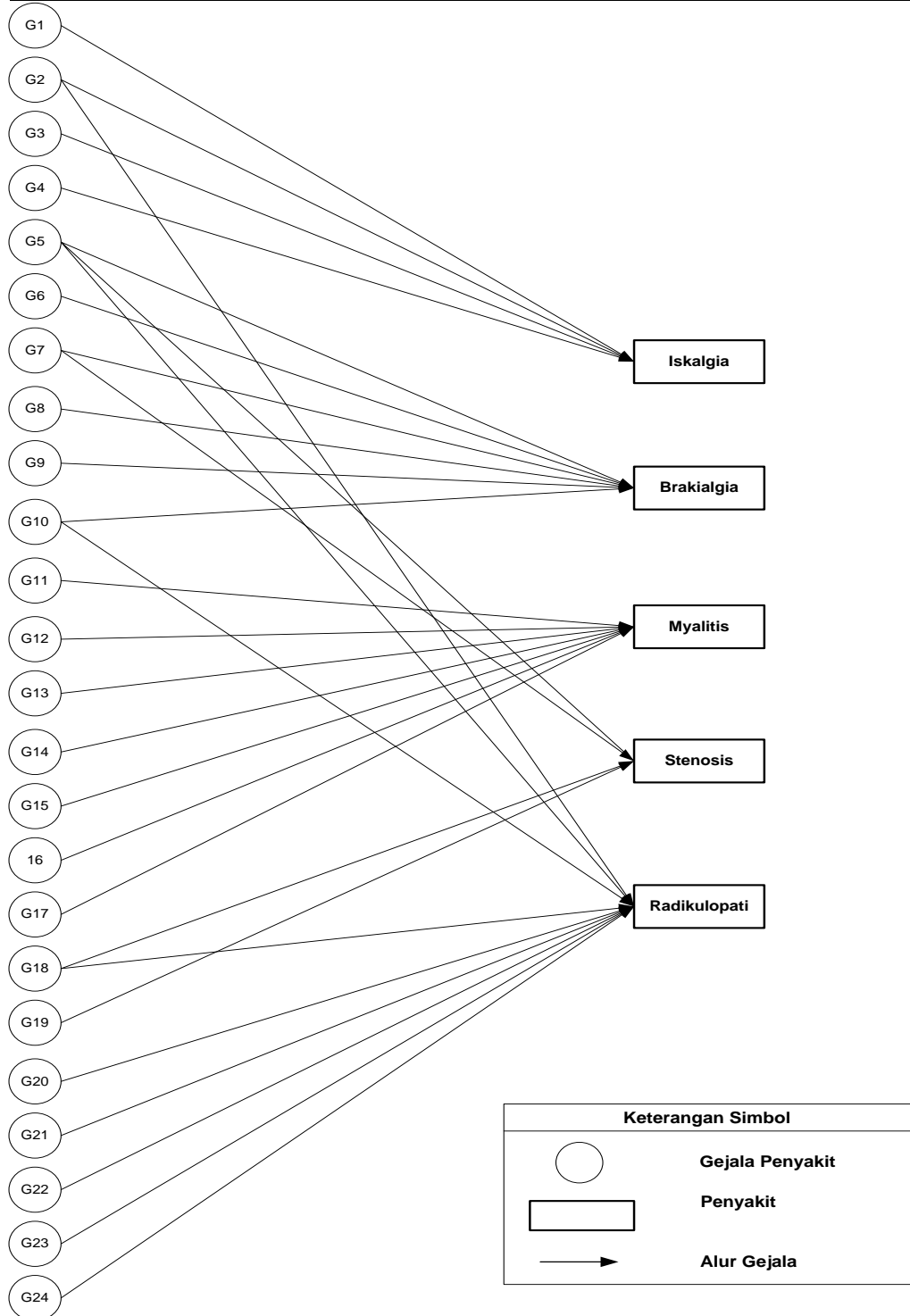
Tabel Gejala	
Kode	Keterangan
G1	Setelah mengalami flu maka leher akan terasa sakit dan kaku
G2	Nyeri tekan dan nyeri gerak pada bagian leher
G3	Ngilu-linu saat kepala diputar
G4	Nyeri menjalar sampai bahu dan lengan
G5	Nyeri punggung bawah
G6	Nyeri pada daerah bokong
G7	Rasa kesemutan dan tebal di daerah nyeri
G8	Rasa kaku pada punggung bawah
G9	Nyeri yang menjalar atau seperti rasa kesetrum sampai betis dan kaki
G10	Nyeri tekan
G11	Muncul rasa menggigil yang luar biasa
G12	Demam tinggi
G13	Tubuh lemas dan lunglai
G14	Pegal linu
G15	Tingkat kepekaan menjadi berkurang
G16	Mengalami kelumpuhan
G17	nyeri pada punggung dan pinggang ketika digerakkan
G18	kelemahan pada kaki
G19	Nyeri dan kram
G20	Nyeri yang bertambah ketika batuk, kejang, atau tertawa
G21	Mati rasa pada betis atau kaki
G22	Sakit pada tulang belikat
G23	Sakit yang menyebar ke bahu, lengan, telapak tangan, dada, atau jari ketika batuk atau tertawa
G24	Kelemahan otot tangan

Tabel 2. Data penyakit

Nama Penyakit	Kode Penyakit
Brakialgia	P1
Iskalgia	P2
Myelitis	P3
Stenosis	P4
Radikulopati	P5

Tabel 3. Tabel *Rule Base* Penyakit Saraf Tulang Belakang

Rule Base	
Consequent	Antecedant
P1	G1 and G2 and G3 and G4
P2	G5 and G6 and G7 and G8 and G9 and G10
P3	G17 and G11 and G12 and G13 and G14 and G15 and G16
P4	G5 and G7 and G18 and G19
P5	G2 and G5 and G21 and G20 and G10 and G23 and G24 and G18 and G22



Gambar 4. Bagan Aturan Penyakit Saraf Tulang Belakang

Setelah dilakukan pengumpulan data terhadap gejala, penyakit dan *rule* atau aturan hasil dari akuisi pengetahuan yang telah didapatkan dari pakar, maka selanjutnya mengimplementasikan kedalam algoritma *certainty factor*. *Certainty factor* menggunakan suatu nilai untuk mengasumsikan derajat keyakinan seorang pakar terhadap data [14]. Pada *certainty factor* setiap *rule* memiliki nilai keyakinannya sendiri tidak hanya premis-premisnya saja yang memiliki nilai keyakinan [15]. Pada penelitian ini simulasi perhitungan *certainty factor* diberikan pilihan jawaban yang masing- masing memiliki bobot sebagai berikut:

Tabel 4. Tabel Nilai *User*

No	Keterangan	Nilai User
1	Sangat yakin	1
2	Yakin	0.8
3	Cukup yakin	0.6
4	Sedikit yakin	0.4
5	Tidak tahu	0.2
6	Tidak	0

Nilai 0 menunjukkan bahwa pengguna tidak mengalami gejala seperti yang ditanyakan oleh sistem. Apabila pengguna yakin mengalami suatu gejala maka nilai *user* semakin tinggi pula. Biasanya suatu penyakit memiliki gejala lebih dari satu, sehingga kaidah yang digunakan adalah yang berkaitan dengan penyakit. Pada bagian ini dibuat contoh kasus dimana pengguna mengalami gejala-gejala sebagai berikut:

Nyeri punggung bawah (0,8)

Kesemutan dan tebal didaerah nyeri (0,4)

Nyeri yang menjalar (0,4)

Nyeri dan kram(0,2)

Rasa kaku pada punggung bawah(0,6)

Dengan menggunakan metode *certainty factor* nantinya dapat diketahui penyakit yang diderita oleh pengguna. Dengan merujuk pada tabel bobot CF maka akan dihitung diagnosa yang cocok dengan gejala yang diinputkan user.

1. Radikulopati

Hasil pencocokan yang dimiliki penyakit radikulopati didapat 2 data gejala yang sama yaitu:

G5 = nyeri punggung bawah (0,8)

$$\begin{aligned} CF [H,E]_1 &= CF[H]_1 * CF[E]_1 \\ &= 0,8 * 0,8 \\ &= 0,64 \end{aligned}$$

G10= nyeri yang menjalar sampai betis (0,4)

$$\begin{aligned} CF [H,E]_2 &= CF[H]_2 * CF[E]_2 \\ &= 0,2 * 0,4 \\ &= 0,08 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} CFk1 &= CF[H,e]1 + CF[H,E]2 * (1 - CF[H,e]1) \\ &= 0.64 + 0.08 * (1 - 0.64) \\ &= 0.669 \end{aligned}$$

Maka CF dari gejala yang diinputkan pengguna untuk penyakit Radikulopati kemungkinannya sebesar 0.669 atau 67%

2. Iskalgia

Hasil pencocokan yang dimiliki penyakit radikulopati didapat 4 data gejala yang sama yaitu:

G5 = nyeri punggung bawah (0,8)

$$\begin{aligned} CF [H,E]_1 &= CF[H]_1 * CF[E]_1 \\ &= 0,8 * 0,8 \\ &= 0,64 \end{aligned}$$

G7 = kesemutan dan tebal pada daerah nyeri(0,4)

$$\begin{aligned} CF [H,E]_2 &= CF[H]_2 * CF[E]_2 \\ &= 0,6 * 0,4 \\ &= 0,24 \end{aligned}$$

G8 = kaku pada punggung(0,4)

$$\begin{aligned} CF [H,E]_3 &= CF[H]_3 * CF[E]_3 \\ &= 0,6 * 0,4 \\ &= 0,24 \end{aligned}$$

G10= nyeri yang menjalar sampai betis (0,4)

$$CF [H,E]_4 = CF[H]_4 * CF[E]_4$$

$$= 0,2 * 0,4$$

$$= 0,08$$

$$CF_{k1} = CF[H,e]_1 + CF[H,E]_2 * (1 - CF[H,e]_1)$$

$$= 0.64 + 0.24 * (1 - 0.64)$$

$$= 0.726$$

$$CF_{k2} = CF_{k1} + CF[H,E]_3 * (1 - CF_{k1})$$

$$= 0.726 + 0.24 * (1 - 0.741)$$

$$= 0.792$$

$$CF_{k3} = CF_{k2} + CF[H,E]_4 * (1 - CF_{k2})$$

$$= 0.803 + 0.08 * (1 - 0.803)$$

$$= 0.809$$

Maka CF dari gejala yang diinputkan pengguna untuk penyakit Iskalgia kemungkinan sebesar 0.809 atau 80,9%.

3. Stenosis

Hasil pencocokan gejala inputan pengguna dengan gejala yang dimiliki penyakit Stenosis didapat 3 data gejala yang sama yaitu:

G5 = nyeri punggung bawah(0,8)

$$CF [H,E]_1 = CF[H]_1 * CF[E]_1$$

$$= 0,8 * 0,8$$

$$= 0,64$$

G20= nyeri dan kram(0,2)

$$CF [H,E]_2 = CF[H]_2 * CF[E]_2$$

$$= 0,4 * 0,2$$

$$= 0,08$$

G7 = kesemutan dan tebal pada daerah nyeri(0,4)

$$CF [H,E]_3 = CF[H]_3 * CF[E]_3$$

$$= 0,6 * 0,4$$

$$= 0,24$$

$$CFk1 = CF[H,e]1 + CF[H,E]2 * (1 - CF[H,e]1)$$

$$= 0.64 + 0.08 * (1 - 0.64)$$

$$= 0.669$$

$$CFk2 = CFk1 + CF[H,E]3 * (1 - CFk1)$$

$$= 0.669 + 0.24 * (1 - 0.676)$$

$$= 0.748$$

Maka CF dari gejala yang diinputkan pengguna untuk penyakit Stenosis kemungkinan sebesar 0.748 atau 75%.

Untuk penyakit Brakialgia dan Myelitis tidak dilakukan perhitungan karena tidak ada data yang sama. Dari perhitungan CF masing-masing penyakit, diperoleh nilai CF terbesar yaitu 0,809 atau 81 % dimiliki oleh penyakit Iskalgia (P2). Sehingga dapat disimpulkan bahwa diagnosa dari inputan pengguna adalah Iskalgia. Algoritma *certainty factor* diimplementasi pada bahasa pemrograman Java dengan menggunakan *compiler* NetBeans IDE 7.1.



Gambar 5. Uji Coba Sistem Terhadap Sejumlah Data Masukan

Berdasarkan pengujian dengan uji coba pada sejumlah masukan yang dilakukan diantaranya pengujian satu gejala satu jenis penyakit, satu gejala beberapa jenis penyakit, beberapa gejala satu jenis penyakit dan beberapa gejala dengan beberapa penyakit didapatkan kesimpulan yaitu:

1. Pada pengujian satu gejala satu jenis penyakit, sistem tetap menampilkan hasil penyakit berdasarkan gejala yang telah dipilih.
2. Pengujian satu gejala dengan beberapa jenis penyakit, sistem menampilkan jenis penyakit karena dengan satu gejala telah ditemukan beberapa penyakit yang memiliki gejala yang sama.
3. Pengujian beberapa gejala dengan satu jenis penyakit didapatkan hasil yaitu penyakit Iskalgia dengan presentase 91,16% yang sesuai dengan perhitungan secara manual.
4. Pada pengujian terakhir yaitu pengujian beberapa gejala dengan beberapa jenis penyakit, sistem menampilkan jenis penyakit dengan presentase nilai tertinggi dari beberapa penyakit. Presentase nilai yang didapat dari pengujian beberapa gejala dengan beberapa penyakit yaitu penyakit Iskalgia 32%, penyakit Stenosis 76% dan penyakit Radikulopati 32 %.

Menguji tingkat keakuratan atau kesesuaian dari data testing yang didapatkan oleh pakar dengan hasil output dari sistem. Kemudian akan dilakukan percobaan sebanyak 50 kali dengan masukan sesuai data testing. Dari percobaan yang telah dilakukan sebanyak 50 kali didapatkan hasil output yang sesuai sebanyak 45, sehingga didapatkan nilai akurasi : $(45 / 50) * 100 = 90$. Maka akurasi kesesuaian dari data testing yang didapatkan oleh pakar dengan hasil output dari sistem adalah 90%.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Penerapan metode *certainty factor* untuk menghasilkan diagnosa penyakit dilakukan dengan membuat *rulebase* alur maju (*forward chaining*) dan menentukan nilai keyakinan dari seorang pakar. Gejala-gejala dari penyakit dipilih oleh user berdasarkan keyakinannya lalu akan dilakukan perhitungan untuk mendapatkan presentase penyakit yang diderita.
2. Hasil pengujian dengan uji coba pada sejumlah masukan yang dilakukan didapatkan bahwa pengujian pertama sesuai dengan yang diharapkan yaitu jika gejala yang dipilih hanya satu maka sistem tidak dapat memproses dan hasilnya adalah tidak berpenyakit. Pengujian kedua didapatkan hasil sistem tidak menampilkan jenis penyakit karena gejala yang diinputkan hanya satu. Pada pengujian ketiga sistem memberikan hasil sesuai dengan perhitungan manual. Pada pengujian yang terakhir didapatkan sistem tidak memunculkan hasil dari pengujian atau hasilnya adalah tidak berpenyakit karena sistem hanya menampilkan satu jenis penyakit. Sedangkan pengujian akurasi kesesuaian dari data testing yang didapatkan oleh pakar dibandingkan dengan hasil output melalui percobaan sebanyak 50 kali didapatkan hasil output yang sesuai sebanyak 45 atau sebesar 90%.

Berdasarkan simpulan di atas maka saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya adalah:

1. Untuk penelitian selanjutnya diharapkan dapat mengimplementasikan metode *certainty factor* untuk aplikasi sistem pakar mendiagnosa penyakit saraf tulang belakang yang dapat berguna di bidang kesehatan.
2. Pengembangan disarankan dapat dilakukan dengan menggunakan metode lainnya seperti *dempster shaffer* dan dapat diimplementasikan berbasis web agar sistem pakar dapat digunakan untuk umum.
3. Pengujian terhadap algoritma *certainty factor* belum menguji efektifitas dan efisiensi dari algoritma.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. Ikorasaki, "Sistem Pakar Mendiagnosa Penyakit Pada Tulang Dengan Menggunakan Metode Certainty Factor," in *Seminar Nasional Informatika*, 2015.
- [2] S. Kusumadewi, *Artificial Intelligence (Teknik dan Aplikasinya)*. Yogyakarta: Graha Ilmu, 2003.
- [3] J. Parhusip, V. H. Pranatawijaya, and D. Putrisetiani, "Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Jantung Menggunakan Metode Certainty Factor Berbasis Web," in *Seminar Nasional Informatika (SemnasIF)*, Yogyakarta, 2012.
- [4] N. Mariana, R. Gernowo, and B. Noranita, "Penerapan Model Certainty Factor Untuk Mendeteksi Gejala Kanker Mulut Rahim," *Jurnal Sistem Informasi Bisnis*, vol. 3, 2012.
- [5] A. P. Nugaraha, B. Dirgantoro, and B. Novianty, "Aplikasi Sistem Pakar Untuk Mendiagnosa Penyakit Dalam Menggunakan Metode Forward Chaining Dan Certainty Factor Berbasis Web (Studi Kasus: Poliklinik PT Pos Indonesia Bandung)," *E-Proceeding of Engineering*, vol. 2, no. 2, p. 2015.

- [6] Tempo.co. (2012) Jumlah Dokter Orthopedhi Indonesia Kalah dengan Thailand. [Online]. <https://nasional.tempo.co/read/385164/jumlah-dokter-orthopedhi-indonesia-kalah-dengan-thailand>
- [7] Kompas. (2016) Jumlah Spesialis Tulang Belakang Kurang. [Online]. <https://www.pressreader.com/indonesia/kompas/20161219/281818578478018>
- [8] W. Supartini and Hindarto, "Sistem Pakar Berbasis Web Dengan Metode Forward Chaining Dalam Mendiagnosis Dini Penyakit Tuberkulosis di JawaTimur," *KINETIK*, vol. 1, no. 3, 2016.
- [9] R. I. Borman and F. Helmi, "Penerapan Metode Perbandingan Eksponensial (MPE) Dalam Sistem Pendukung Keputusan Penerima Beasiswa Siswa Berprestasi Pada SMK XYZ," *CESS (Journal of Computer Engineering System and Science)*, vol. 3, no. 1, 2018.
- [10] Adelia and J. Setiawan, "Implementasi Customer Relationship Management (CRM) pada Sistem Reservasi Hotel berbasisi Website dan Desktop," *Jurnal Sistem Informasi*, vol. 6, no. 2, 2011.
- [11] T. Monica and R. I. Borman, "Implementasi Konsep Media Sosial Dalam Sistem Informasi Kegiatan Kesiswaan (Studi Kasus : SMK XYZ)," *Jurnal TEKNO KOMPAK*, vol. 11, no. 2, 2017.
- [12] D. Rulyana and R. I. Borman, "Aplikasi Simulasi Tes Potensi Akademik Berbasis Mobile Platform Android," in *Seminar Nasional FMIPA-Universitas Terbuka*, DKI Jakarta, 2014.
- [13] A. E. Kumala, R. I. Borman, and P. Prasetyawan, "Sistem Informasi Monitoring Perkembangan Sapi Di Lokasi Uji Performance (Studi Kasus : Dinas Peternakan Dan Kesehatan Hewan Provinsi Lampung)," *Jurnal TEKNOKOMPAK*, vol. 12, no. 1, 2018.
- [14] Daniel and G. Virginia, "Implementasi Sistem Pakar Untuk Mendiagnosis Penyakit Dengan Gejala Demam Menggunakan Metode Certainty Factor," *Jurnal Informatika*, vol. 6, no. 1, 2010.
- [15] A. Supiandi and D. B. Candradimuka, "Sistem Pakar Diagnosa Depresi Mahasiswa Akhir Dengan Metode Certainty Factor Berbasis Mobile," *JURNAL INFORMATIKA*, vol. 5, no. 1, 2018.