



# Sistem Pakar Kombinasi Metode Certainty Factor dan Dempster Shafer

Nelly Astuti Hasibuan, Alwin Fau\*

Prodi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi, Universitas Budi Darma, Medan  
Jl. Sisingamangaraja No.338, Siti Rejo I, Kec. Medan Kota, Kota Medan 20219, Sumatera Utara, Indonesia

Email: <sup>1</sup>Nelly.ahsb@gmail.com, <sup>2,\*</sup>alwinfau@gmail.com

Email Penulis Korespondensi: alwinfau@gmail.com

Submitted: 19/01/2022; Accepted: 31/01/2022; Published: 31/01/2022

**Abstrak**—Sistem pakar merupakan satu dari teknik kecerdasan buatan yang menggunakan teknik kepastian untuk menyelesaikan permasalahannya. Terdapat beberapa teknik yang dapat digunakan untuk penyelesaian masalah ketidakpastian antara lain metode certainty factor dan teori matematis Dempster Shafer. Kedua metode dan teknik tersebut dapat diterapkan untuk menyelesaikan masalah sistem pakar. Namun masing-masing metode memiliki kelemahan dan kelebihan dalam menentukan hasil diagnosa. Dalam sistem pakar ada 2 nilai yang digunakan untuk proses diagnosa antara lain nilai pakar yang diambil dari hipotesa pakar dan nilai user atau evidence yang merupakan nilai yang didapatkan berdasarkan fakta dari suatu peristiwa. Teori Dempster Shafer hanya dapat menggunakan nilai evidence saja dalam menentukan nilai densitas sedangkan metode certainty factor dapat menggunakan nilai evidence dan hipotesa. Dengan demikian kombinasi yang dilakukan untuk mengatasi kelemahan salah satu metode dengan menggunakan kelebihan metode lainnya diharapkan dapat menghasilkan nilai kepastian yang lebih baik.

**Kata Kunci:** Kombinasi; Certainty Factor; Dempster Shafer

**Abstract**—An expert system is a technique of artificial intelligence that uses certainty techniques to solve problems. There are several techniques that can be used to solve the problem of uncertainty, including the certainty factor method and the mathematical theory of Dempster Shafer. Both methods and techniques can be applied to solve expert system problems. However, each method has advantages and disadvantages in determining the diagnosis. In the expert system, there are 2 values used for the diagnosis process, including the expert value taken from the expert hypothesis and the user value or evidence which is the value obtained based on the facts of an event. Dempster Shafer theory can only use the evidence value in determining the density value, while the certainty factor method can use evidence and hypothesis values. Thus, the combination made to overcome the weakness of one method by using the advantages of the other method is expected to produce a better certainty value.

**Keywords:** Combine; Certainty Factor; Dempster Shafer

## 1. PENDAHULUAN

Kecerdasan Buatan saat ini menjadi bidang dari ilmu komputer yang pengembangannya sangat tinggi. Hal ini dapat dilihat dari semakin banyak pengembangan *software* dan *hardware* yang mengimplementasikan teknik kecerdasan buatan[1]. Teknik kecerdasan buatan bertujuan membantu mempermudah menyelesaikan pekerjaan manusia dengan membangun basis pengetahuan di dalam komputer agar komputer dapat bekerja menggantikan manusia. Salah satu teknik kecerdasan buatan yang saat ini sering diangkat menjadi judul penelitian adalah sistem pakar[2]. Sistem pakar atau *expert system* sering diangkat menjadi judul penelitian dalam bidang informatika karena masih banyak permasalahan kepakaran yang sangat bergantung dengan manusia meskipun saat ini sistem pakar sudah banyak dikembangkan untuk berbagai bidang antara lain; bidang kesehatan, elektronik, otomotif dan banyak bidang lainnya. Sistem pakar bertujuan agar komputer dapat digunakan untuk membantu menyelesaikan pekerjaan seorang pakar atau dengan kata lain komputer dapat menyelesaikan masalah kepakaran[3].

Penyelesaian masalah sistem pakar sangat berkaitan erat dengan nilai kepastian atau probabilitas, sehingga penyelesaian masalah sistem pakar dilakukan dengan menggunakan metode ataupun teknik yang berkaitan dengan masalah kepastian ataupun probabilitas. Ada banyak metode atau teknik penyelesaian masalah kepastian atau probabilitas yang dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah sistem pakar antara lain; Certainty Factor, Teorema Bayes, Dempster Shafer, Genetic Probability dan lain sebagainya[4].

Dempster Shafer merupakan salah satu teknik penyelesaian kepastian atau probabilitas yang dapat digunakan untuk penyelesaian sistem pakar. Dempster Shafer pada awalnya digunakan untuk model probabilitas atau ketidakpastian dimana range atau nilai probabilitas sebagai probabilitas tunggal sehingga dapat dikatakan teori Dempster-Shafer adalah teori matematika dengan konsep evidence. Teori Dempster Shafer menunjukkan cara untuk mengkombinasikan evidence dari beberapa sumber dan menghasilkan tingkat kepercayaan dari semua evidence yang tersedia[5]. Namun dalam pengimplementasian dalam sistem pakar, teori ini tidak melihat pengaruh dari nilai pakar atau nilai yang dihasilkan dari pengetahuan pakar yang seharusnya sangat berpengaruh untuk menentukan hasil diagnosa. Untuk itu perlu adanya modifikasi khusus untuk menentukan nilai densitas dengan melihat keterkaitan antara nilai evidence dan nilai pakar. Oleh karena itu untuk memberikan pengaruh nilai pakar terhadap nilai densitas maka akan digunakan metode Certainty Factor

Certainty Factor merupakan salah satu metode penyelesaian yang sering digunakan dalam sistem pakar. Certainty factor memiliki penyelesaian dengan tiga jenis premis yaitu; premis tunggal, premis majemuk dan premis

kombinasi[3]. Premis tersebut dihasilkan dengan memberikan pengaruh nilai pakar terhadap nilai user. Dengan demikian penelitian ini akan melakukan kombinasi metode certainty factor dan Dempster Shafer untuk mempermudah penyelesaian masalah sistem pakar.

Uraian Permasalahan diatas dapat dirumuskan masalah sebagai berikut :Bagaimana pengaruh nilai evidence terhadap hasil diagnosa dengan probabilitas tunggal dan bagaimana melakukan kombinasi metode certainty factor dengan metode Dempster Shafer. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan kombinasi metode Certainty Factor dan Metode Dempster Shafer untuk penyelesaian masalah sistem pakar. Kombinasi dilakukan dengan tujuan menyempurnakan hasil diagnosa dengan metode tersebut dengan mengatasi kelemahan dari salah satu metode dengan menggunakan kelebihan dari metode lainnya. Dengan demikian diharapkan nilai diagnosa yang dihasilkan dapat lebih tepat.

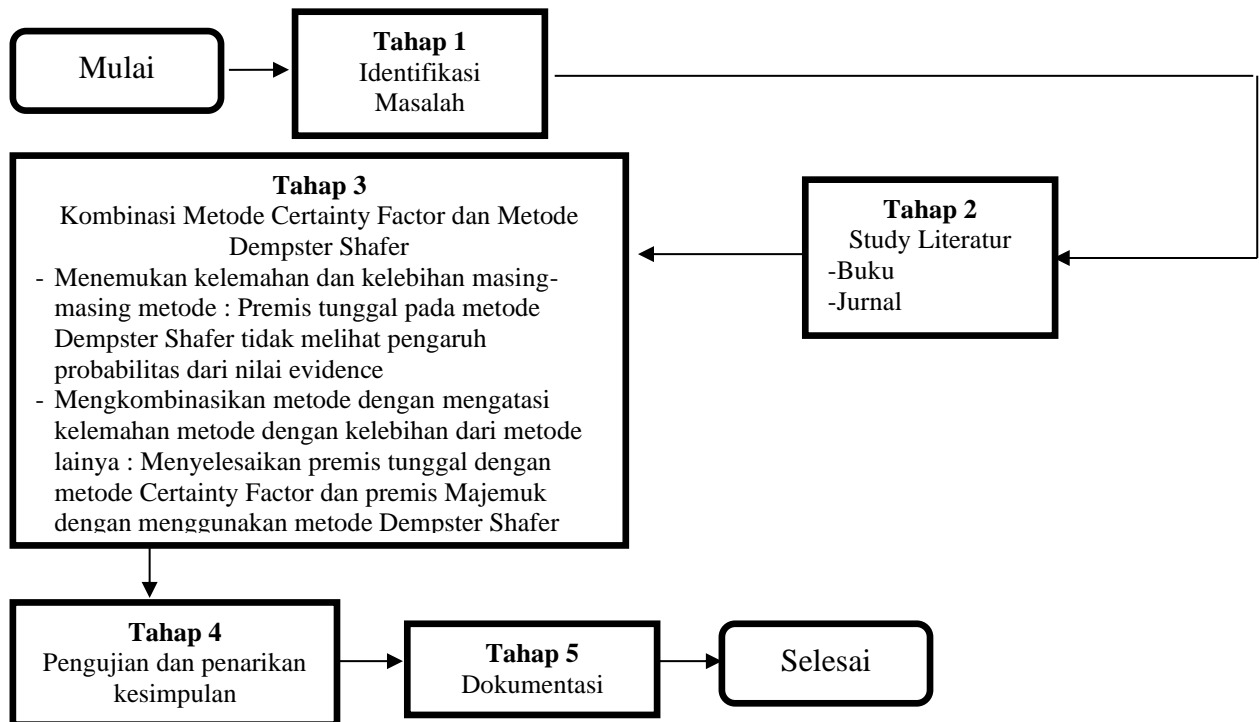
Mafaat yang diharapkan akan dapat dihasilkan dari penelitian ini antara lain: Hasil kombinasi metode dapat diimplementasikan dalam menyelesaikan masalah sistem pakar dengan hasil diagnosa yang lebih baik. Teknik pengkombinasian yang terdapat dalam penelitian ini dapat di kembangkan untuk melakukan kombinasi antara metode lainnya dengan tujuan agar menemukan suatu teknik baru untuk menyelesaikan masalah ketidak pastian dalam sistem pakar dengan hasil yang lebih baik.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

### 2.1 Tahapan Penelitian

Pada metodologi penelitian dijabarkan tahapan-tahapan yang dilakukan dalam penelitian. Metodologi penelitian terdiri dari beberapa tahapan yang terkait secara sistematis. Tahapan ini diperlukan untuk mempermudah dalam melakukan penelitian. Sebelum membuat kerangka penelitian, penulis terlebih dahulu menganalisa topik yang akan diteliti.

Tahapan penelitian diawali dengan penentuan tempat dan waktu pelaksanaan dan tahap persiapan yang meliputi analisa masalah, pengumpulan data, perancangan sistem, pembangunan sistem dan pengujian sistem serta tahapan penulisan laporan.



**Gambar 1.** Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian diawali dengan penentuan tempat dan waktu pelaksanaan dan tahap persiapan yang meliputi analisa masalah, pengumpulan data, perancangan sistem, pembangunan sistem dan pengujian sistem serta tahapan penulisan laporan.

- a. Identifikasi Masalah, tahap ini merupakan tahap awal yang umumnya dilakukan oleh peneliti untuk melakukan pengidentifikasian masalah yang menjadi topik penelitian. Dalam tahap ini masalah akan dikenali yang kemudian akan menghasilkan dalam perumusan masalah dan juga ruang lingkup masalah dari penelitian ini. Permasalahan yang telah dirumuskan akan diselesaikan pada tahap berikutnya.



- b. Pengumpulan data yang dilakukan dalam pelaksanaan penelitian ini dilakukan dengan mengumpulkan sumber teori atau pustaka berupa artikel ilmiah dari penelitian terkait serta buku dengan judul yang berkaitan dengan penelitian ini.
- c. Analisa yang dilakukan pada tahap ini adalah dengan menemukan kelemahan ataupun kelebihan dari masing-masing metode untuk berikutnya akan menjadi pembahasan bagaimana melakukan kombinasi kedua metode dimana kombinasi dilakukan untuk mengatasi kelemahan metode Dempster Shafer dengan menggunakan kelebihan yang dimiliki metode certainty factor.
- d. Tahap pengujian dilakukan dengan melakukan perhitungan lanjut dengan menerapkan solusi terhadap contoh kasus yang berbeda dengan tujuan agar penulis dapat melaukan penarikan kesimpulan dari hasil kombinasi
- e. Dokumentasi perlu dilakukan agar hasil penelitian dapat terangkum dengan baik dalam bentuk laporan penelitian yang berikutnya dapat dipublikasikan

### 2.2 Sistem Pakar

Sistem pakar merupakan teknik kecerdasan buatan, dimana sistem pakar menyimpan pengetahuan atau kepakaran dari pakar yang merupakan manusia ke dalam komputer hingga memungkinkan *pengguna* berkonsultasi seperti dengan pakar manusia[6]. Program yang digunakan untuk konsultasi tersebut mencoba menirukan cara atau proses penalaran dari seorang pakar dalam menyelesaikan masalah yang rumit. Sistem pakar saat ini dapat dikatakan sebagai aplikasi atau sistem kecerdasan buatan yang cukup banyak dikembangkan dan banyak digunakan. Kecerdasan buatan memiliki dua (2) bagian utama yang dibutuhkan antara lain basis pengetahuan (*Knowledge Base*) dan mesin inferensi (*Inference Engine*). Salah satu lingkup utama dari kecerdasan buatan adalah sistem pakar, dimana dalam sistem pakar terdapat tiga bagian utama antara lain; basis pengetahuan (*Knowledge Base*) dan memori kerja (*Working Memory*) yang diolah dalam mesin inferensi (*Inference Engine*) sehingga dapat menghasilkan penyelesaian masalah[7].

#### a. Metode Dempster Shafer

Teori Dempster-Shafer untuk pertama kali dikenalkan oleh Arthur P. Dempster, dengan melakukan percobaan model *uncertainty* (ketidakpastian) dengan range probabilitas daripada sebagai probabilitas tunggal. selanjutnya pada tahun 1976 Glenn Shafer melakukan publikasi teori Dempster pada sebuah buku dengan berjudul *Mathematical Theory Of Evident*[5]. Dempster- Shafer merupakan teori matematika untuk pembuktian dengan dasar belief functions (fungsi kepercayaan) dan plausible reasoning (pemikiran yang masuk akal), yang digunakan untuk melakukan kombinasi potongan informasi yang terpisah (fakta/bukti) untuk mengkalkulasikan setiap kemungkinan dari suatu peristiwa. Teori ini dapat menunjukkan bagaimana cara pemberian bobot keyakinan sesuai fakta yang dikumpulkan. Teori ini juga dapat memberikan perbedaan ketidakpastian dengan ketidaktahuan. Teori Dempster Shafer memiliki karakteristik yang secara intuitif dapat dikatakan sesuai dengan cara berpikir seorang pakar, tentunya dengan dasar matematika yang kuat . Untuk mengatasi evidence dengan jumlah yang lebih dari satu maka digunakan aturan yang lebih dikenal dengan Dempster’s Rule of Combination sebagai berikut[6]:

$$m3(Z) = \frac{\sum_{X \cap Y = Z} m1(X)m2(Y)}{1 - \sum_{X \cap Y = \emptyset} m1(X)m2(Y)} \tag{1}$$

Dimana :

- m : densitas
- X,Y : himpunan densitas
- Z : kombinasi densitas

- b. Certainty Factor (CF) adalah metode yang diusulkan oleh Shortliffe dan Buchanan pada 1975 untuk mengakomodasi masalah ketidakpastian pemikiran (inexact reasoning) seorang pakar. Seorang pakar misalkan seorang dokter sering menganalisis informasi dengan kata “mungkin“, “kemungkinan besar“, “hampir pasti“. Oleh sebab itu metode Certainty Factor dapat mendefenisikan tingkat keyakinan seorang pakar terhadap suatu permasalahan[8].

Certainty factor memiliki aturan premis yang terbagi dalam 3 jenis antara lain[9] :

- 1. Certainty Factor dengan premis tunggal (satu premis)

$$CF[h,e] = CF[e] * CF[h] = CF[user] * CF[pakar] \tag{2}$$

Dimana :

- CF[e] : nilai evidence / fakta dari suatu peristiwa
- CF[h]: nilai hipotesa / pengetahuan Pakar

- 2. Certainty Factor dengan premis majemuk (lebih dari satu premis).

$$CF[A^B] = Min(CF[a], CF[b]) * CF[h] \tag{3}$$

$$CF[A \vee B] = Max(CF[a], CF[b]) * CF[h] \tag{4}$$



Dimana :

Min(CF[a], CF[b]) : nilai evidence terendah antara premis a dan premis b

Max(CF[a], CF[b]) : nilai evidence tertinggi antara premis a dan premis b

3. Certainty Factor dengan premis kombinasi.

$$CF_{combine}[CF1, CF2] = CF1 + CF2 * (1 - CF1) \tag{5}$$

Dimana :

CF1 : hasil kali nilai evidence 1 dengan nilai hipotesa 1 atau CF[h,e]1

CF2 : hasil kali nilai evidence 2 dengan nilai hipotesa 2 atau CF[h,e]2

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Analisa

Penyelesaian sistem pakar menggunakan metode Dempster Shafer memiliki langkah yang berbeda dengan penyelesaian menggunakan metode Certainty Factor. Penyelesaian sistem pakar dengan menggunakan Dempster Shafer tidak memperhatikan nilai evidence sedangkan penyelesaian sistem pakar dengan metode certainty factor memakai nilai evidence pada tahap premis tunggal dan juga premis kombinasi.

Pada penelitian ini penerapan kombinasi dilakukan terhadap data yang diambil dari penelitian yang sudah ada. Kombinasi yang akan dilakukan adalah membentuk premis tunggal dengan memberikan pengaruh nilai evidence terhadap nilai densitas sebelum dilakukan pengkombinasian. Premis tunggal akan dibentuk dengan menggunakan metode Certainty Factor dan untuk premis kombinasi akan diselesaikan dengan metode Dempster Shafer.

Pada contoh berikut ini, diasumsikan bahwa gejala yang diambil merupakan gejala dari seorang *user* yang diinputkan kedalam sistem pakar. Berikut adalah gejala yang sudah dipilih serta kode- kode penyakit yang berhubungan dengan gejala yang dipilih. Penyakit disimbolkan dengan P diikuti dengan urutan penyakitnya.

- a. Gejala 1: Sudah disiplin, mendukung penyakit P1, P2, P3
- b. Gejala 2: Pemalu dan sulit bersosialisasi P1, P3
- c. Gejala 3: Suka merebut mainan orang lain, mendukung penyakit P3
- d. Gejala 4: Suka menantang dan Pembangkang, mendukung \ penyakit P3

##### 3.1.1 Pembentukan Premis Tunggal

Nilai *densitas* (m) awal terdiri dari *belief* dan *plausibility* dari metode Dempster Shafer akan diberikan pengaruh dengan nilai evidence dengan menggunakan metode Certainty Factor. Berdasarkan relasi antara gejala dengan penyakit serta nilai densitas gejala untuk mendeteksi perilaku ADHD maka diperoleh:

$G_1 \{ P1, P2, P3 \} = 0,30$  selanjutnya akan disebut dengan nilai Pakar, untuk nilai user densitas 1 diasumsikan = 0,4 maka premis tunggal dapat dirumuskan dengan:

$$CF[h,e] = CF[e] * CF[h] = CF[user] * CF[pakar]$$

$$CF [h,e] = 0,30 * 0,4$$

$$CF [h,e] = 0,12$$

$G_2 \{ P1, P3 \} = 0,60$  selanjutnya akan disebut dengan nilai Pakar, untuk nilai user densitas 1 diasumsikan = 0,4 maka premis tunggal dapat dirumuskan dengan:

$$CF[h,e] = CF[e] * CF[h]$$

$$CF [h,e] = 0,60 * 0,4$$

$$CF [h,e] = 0,24$$

$G_3 \{ P3 \} = 0,40$  selanjutnya akan disebut dengan nilai Pakar, untuk nilai user densitas 1 diasumsikan = 0,8 maka premis tunggal dapat dirumuskan dengan:

$$CF[h,e] = CF[e] * CF[h]$$

$$CF [h,e] = 0,40 * 0,8$$

$$CF [h,e] = 0,32$$

$G_4 \{ P3 \} = 0,90$  selanjutnya akan disebut dengan nilai Pakar, untuk nilai user densitas 1 diasumsikan = 0,4 maka premis tunggal dapat dirumuskan dengan:

$$CF[h,e] = CF[e] * CF[h]$$

$$CF [h,e] = 0,90 * 0,4$$

$$CF [h,e] = 0,36$$

Selanjutnya merujuk pada rumus 1 sehingga diperoleh nilai *plausibility*  $m_2 \{ \theta \}$ , Sesuai penentuan nilai densitas awal yaitu gejala 1 dan 2, maka akan diperoleh *densitas* awal yang sudah menjadi premis tunggal sesuai dengan gejala- gejala yang dipilih dan nilai dari evidence berikutnya yang dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Penentuan densitas (m) awal

No.	Gejala	Penyakit	Densitas (m) / Premis Tunggal	
			Belief	Plausibility
1	Sudah disiplin	P1,P2,P3	0,12	0,88
2	pemalu dan sulit bersosialisasi	P1,P3	0,24	0,76
3	Suka merebut mainan orang lain	P3	0,32	0,68
4	Suka menantang dan Pembangkang	P3	0,36	0,64

**3.1.2 Menentukan Nilai Densitas (m) Baru**

Berdasarkan tabel 1 dan merujuk pada rumus 1 sehingga nilai densitas (m) baru dapat dihitung dengan membentuk tabel aturan kombinasi. Berikutnya kombinasi yang akan dihasilkan dapat digunakan pada saat menunjukkan adanya gejala baru.

**Tabel 2.** kombinasi densitas (m) awal

Densitas 1	{P1,P2,P3}	θ
Densitas 2	{0,12}	{0,88}
{P1,P3}	{P1,P3}	{P1,P3}
{0,24}	{0,028}	{0,21}
θ	{P1,P2,P3}	θ
{0,76}	{0,09}	{0,66}

Merujuk pada rumus  $m = \theta m_1 \times m_2(Y)$  belum ada maka nilainya adalah 0, sehingga dapat dihitung:

- a.  $m_3 \{ P1, P3 \} = (0,028 + 0,21) / 1 - 0 = 0,238$
- b.  $m_3 \{ P1, P2, P3 \} = 0,09 / 1 - 0 = 0,09$
- c.  $m_3 \{ \theta \} = 0,66 / 1 - 0 = 0,66$

Gejala3: Suka merebut mainan orang lain

Berdasarkan tabel 1 relasi antara gejala dengan penyakit serta nilai densitas gejala terhadap penyakit maka diperoleh:

$m_4 \{ P3 \} = 0,32$

Selanjutnya merujuk pada rumus 1 sehingga diperoleh nilai *plausibility*  $m_4 \{ \theta \}$

**Tabel 3.** kombinasi densitas 3 dan densitas 4

Densitas 4	{P3}	θ
Densitas 3	0,32	0,68
{P1,P3}	{P3}	{P1,P3}
0,238	0,076	0,16
{P1,P2,P3}	{P3}	{P1,P2,P3}
0,09	0,028	0,06

Merujuk pada rumus 1,  $\theta m_1 \times m_2(Y)$  belum ada maka nilainya adalah 0, sehingga dapat dihitung:

- a.  $m_5 \{ P3 \} = (0,076 + 0,028 + 0,21) / 1 - 0 = 0,314$
- b.  $m_5 \{ P1, P3 \} = 0,16 / 1 - 0 = 0,16$
- c.  $m_5 \{ P1, P2, P3 \} = 0,06 / 1 - 0 = 0,06$
- d.  $m_5 \{ \theta \} = 0,44 / 1 - 0 = 0,44$

Gejala 4: Suka menantang dan Pembangkang

Berdasarkan tabel 1 relasi antara gejala dengan penyakit serta nilai densitas gejala terhadap penyakit maka diperoleh:  $m_6 \{ P3 \} = 0,36$

Selanjutnya merujuk pada rumus 1 sehingga diperoleh nilai *plausibility*  $m_6 \{ \theta \}$

**Tabel 4.** kombinasi densitas 5 dan densitas 6

Densitas 6	{P3}	θ
Densitas 5	0,36	0,64
{P3}	{P3}	{P3}
0,314	0,113	0,20
{P1,P3}	{P3}	{P1,P3}
0,16	0,057	0,102
{P1,P2,P3}	{P3}	{P1,P2,P3}
0,06	0,021	0,038

	Densitas 6 {P3}	$\theta$
Densitas 5	0,36	0,64
$\theta$	{P3}	$\theta$
0,44	0,15	0,28

Merujuk pada rumus 2.2,  $\theta m_1 X .m_2(Y)$  belum ada maka nilainya adalah 0, sehingga dapat dihitung:

- $m_7 \{P3\} = (0,113 + 0,057 + 0,021 + 0,15) / 1 - 0 = 0,341$
- $m_5 \{P1, P3\} = 0,102 / 1 - 0 = 0,102$
- $m_5 \{P1, P2, P3\} = 0,038 / 1 - 0 = 0,06$
- $m_5 \{ \theta \} = 0,28 / 1 - 0 = 0,28$

Selanjutnya merujuk pada rumus 1 sehingga diperoleh nilai *plausibility*  $m_6 \{ \theta \}$

Berdasarkan langkah- langkah diatas untuk menentukan densitas (m) baru berdasarkan gejala baru maka dapat disimpulkan pada Tabel 5 kesimpulan dalam menentukan densitas (m).

**Tabel 5.** Densitas Akhir

No	Nilai Densitas (m)	
	Densitas (m)	Nilai
7	$m_7 \{P3\}$	0,341
	$m_7 \{P1, P3\}$	0,102
	$m_7 \{P1, P2, P3\}$	0,06
	$m_7 \{ \theta \}$	0,028

Pada tabel 5 menampilkan bagaimana proses aturan kombinasi awal sampai aturan kombinasi terakhir berdasarkan gejala yang dipilih, maka dapat disimpulkan bahwa nilai densitas yang paling kuat adalah P3 (*Impulsif*) dengan nilai densitasnya yaitu 0,341 ( $0,341 \times 100\% = 34, \%$ )

#### 4. KESIMPULAN

Setelah penyelesaian bab analisa maka kesimpulan yang dapat ditarik dari penelitian ini antara lain adalah Metode Certainty Factor dan Metode Dempster Shafer memiliki kesamaan langkah untuk menentukan hasil diagnosa yaitu menentukan premis tunggal atau densitas awal dan selanjutnya melakukan kombinasi premis atau kombinasi densitas. Kombinasi metode Certainty Factor dan Dempster Shafer dapat dilakukan dengan memberikan pengaruh nilai evidence untuk membentuk premis tunggal dengan pembentukan densitas awal . Kombinasi metode Certainty Factor dan Dempster Shafer menghasilkan nilai diagnosa yang diambil dari premis kombinasi terakhir

#### REFERENCES

- [1] D. T. Yuwono, A. Fadlil, M. T. Informatika, U. Ahmad, and D. Yogyakarta, “PENERAPAN METODE FORWARD CHAINING DAN CERTAINTY FACTOR PADA SISTEM PAKAR,” vol. 04, no. 02, pp. 136–145, 2017.
- [2] D. Saputra, D. Purwaningtias, and W. Irmayani, “Sistem Pakar Diagnosa Kerusakan Mesin Sepeda Motor Matic Berbasis Web Menggunakan Certainty Factor,” *Indones. J. Netw. Secur.*, 2018.
- [3] N. A. Hasibuan, K. Yusmiarti, F. T. Waruwu, and R. Rahim, “Expert systems with genetics probability,” *Int. J. Res. Sci. Eng.*, vol. 3, no. 2, pp. 112–116, 2017.
- [4] S. D. Taksiah, N. A. Hasibuan, I. Saputra, and Fadlina, “Sistem pakar diagnosa bayi terlahir cacat dengan menggunakan teorema bayes,” *Media Inform. Budidarma*, vol. 1, no. 2, pp. 38–41, 2017.
- [5] G. Shafer, “A Mathematical Theory of Evidence turns 40,” *Int. J. Approx. Reason.*, 2016, doi: 10.1016/j.ijar.2016.07.009.
- [6] R. Hamidi, H. Anra, and H. S. Pratiwi, “Analisis Perbandingan Sistem Pakar Dengan Metode Certainty Factor dan Metode Dempster-Shafer Pada Penyakit Kelinci,” *J. Sist. dan Teknol. Inf.*, 2017.
- [7] M. ko. Kusriani, “Sistem Pakar Teori dan Aplikasi,” *Andi*, 2006.
- [8] A. H. Aji, M. T. Furqon, and A. W. Widodo, “Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Ibu Hamil Menggunakan Metode Certainty Factor ( CF ),” *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, 2018.
- [9] R. R. Fanny, N. A. Hasibuan, and E. Buulolo, “Perancangan Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Asidosis Tubulus Renalis Menggunakan Metode Certainty Factor Dengan Penelusuran Forward Chaining,” *Media Inform. Budidarma*, vol. 1, no. 1, pp. 13–16, 2017.