

Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Zika Dengan Menerapkan Metode Case Base Reasoning

Muhammad Syahrizal, Rika Irwanti, Muhammad Sayuthi

Sekolah Tinggi Manajemen Informatika dan Komputer Budi Darma, Medan, Indonesia
Jalan Sisingamangaraja No. 338, Simp Limun, Medan, Indonesia

Abstrak

Penyakit zika ataupun demam zika adalah virus zika, virus zika disebarkan oleh nyamuk aedes yang terinfeksi, nyamuk ini menjadi terinfeksi setelah mengigit penderita yang memiliki virus tersebut. Penyakit zika lebih buruk apabila terkena pada wanita hamil, sebab wanita yang terinfeksi virus ini otomatis akan menularkannya kepada bayi didalam kandungannya, dan bisa menyebabkan kematian, apabila bayi bertahan akan mengalami yakni bayi akan lahir dengan kepala yang lebih kecil daripada semestinya. Untuk membantu permasalahan yang dihadapi oleh pakar atau tenaga medis dalam mendiagnosa penyakit zika pada pasien tersebut, dimana kegiatan tersebut dilihat dari gejala-gejala yang diderita oleh pasien. Dengan menggunakan Metode Case Based Reasoning diharapkan dapat membantu tenaga medis atau pakar dalam menghitung hasil diagnosa yang diderita pasien dan pakar dapat mengetahui apakah pasien tersebut pasti terkena penyakit zika atau sebaliknya.

Kata Kunci: Sistem Pakar, Penyakit Zika, Metode Case Based Reasoning

Abstract

Zika's disease or zika fever is a zika virus, the zika virus is spread by infected Aedes mosquitoes, this mosquito becomes infected after bites the sufferer who has the virus. Zika's disease worse when exposed to pregnant women, because women infected with this virus will automatically pass it to the baby in the womb, and can cause death if the baby survives will experience the baby aka birth with a smaller head than it should be. To help the problems faced by experts or medical personnel in diagnosing Zika's disease in these patients, where the activity is seen from the symptoms suffered by the patient. By using Case-Based Reasoning Method is expected to assist medical personnel or experts in calculating the diagnosis of the patient and the expert can know whether the patient must have zika disease or vice versa.

Keywords: Expert System, Zika Disease, Case-Based Reasoning Method

1. PENDAHULUAN

Sistem pakar merupakan salah satu bagian dari Kecerdasan Buatan yang mengandung pengetahuan dan pengalaman yang dimasukkan oleh banyak pakar kedalam suatu area tertentu, sehingga semua orang dapat menggunakannya untuk memecahkan berbagai masalah yang berifat spesifik. Sistem Pakar (SP) atau *Expert System* (ES) juga sebagai sistem informasi yang berisi dengan pengetahuan dari pakar sehingga dapat digunakan untuk konsultasi. Sistem pakar ini dapat berisi dengan pengetahuan (*knowledge*) dari satu atau lebih pakar. Pengetahuan dari pakar di dalam sistem ini digunakan sebagai dasar oleh sistem pakar untuk menjawab pertanyaan (konsultasi). Sistem pakar sangat berguna karena beberapa hal. Yang pertama adalah sistem pakar selalu tersedia di organisasi, sedang pakar belum tentu berada ditempat. Misalnya suatu keputusan harus diambil oleh manajer yang pakar dalam suatu bidang, karena manajer ini pergi dan tidak berada di kantor, maka keputusan yang harus diambil tertunda [1].

Kedua, sistem pakar dapat menyimpan dan mengingat pengetahuan yang sangat tidak terbatas dan tidak kenal lelah. Oleh sebab itu dimasa mendatang, pekerjaan dokter akan sangat terbantu sekali dengan sistem pakar yang diisi dengan sejumlah pengetahuan (semua jenis obat dan efeknya) yang pakar nya sendiri belum tentu mengingatnya. Sistem pakar dapat menambahkan pengetahuan kepada tenaga medis sebagai bahan referensi untuk menentukan kemungkinan penyakit-penyakit yang biasa diderita seseorang beserta solusinya. Sedangkan bagi masyarakat umum digunakan sebagai penuntun untuk melakukan tindakan yang harus diambil jika mengetahui seberapa besar kemungkinan menderita sakit, contoh penyakit yang digunakan ialah penyakit ZIKA [1].

Penyakit Zika (*Zika disease*) ataupun demam Zika (*Zika fever*) adalah virus Zika, virus Zika pertama ditemukan pada seekor monyet resus di hutan Zika, Uganda, pada tahun 1947. Virus Zika kemudian ditemukan kembali pada nyamuk *Aedes Africanus* di hutan yang sama pada tahun 1948. Dan terakhir ditemukan virus Zika pada tahun 2015 di Indonesia sendiri yaitu kota Jambi. Virus Zika disebarkan oleh nyamuk *Aedes* yang terinfeksi. Nyamuk tersebut menjadi terinfeksi setelah menggigit penderita yang telah memiliki virus tersebut. Nyamuk ini sering aktif pada siang hari dan hidup serta berkembang biak didalam maupun luar ruangan yang dekat dengan manusia. Seseorang yang terdiagnosa virus zika tidak dapat mengetahui langsung jika pasien terkena virus tersebut, dan yang pasien alami hanya merupakan gejala-gejala dari virus zika. apabila pasien hanya berkonsultasi dengan dokter biasa maka penyakit yang pasien derita tidak dapat diketahui, dan tenaga medis tersebut hanya

dapat memberikan pertolongan seperti obat-obat biasa. Maka dari itu pasien harus berkonsultasi dengan pakar atau dengan dokter khusus penyakit zika agar penyakit yang diderita pasien dapat terdiagnosa [2].

Untuk memecahkan masalah tersebut metode yang digunakan untuk menyelesaikan masalah ini ialah metode CBR (*Case Based Reasoning*). CBR (*Case Based Reasoning*) adalah salah satu metode untuk membangun sistem pakar dengan berdasarkan solusi dari kasus yang baru dengan solusi dari kasus – kasus sebelumnya. Konsep dari metode *Case Based Reasoning* ditemukan dari ide untuk menggunakan pengalaman yang terdokumentasi untuk menyelesaikan masalah yang baru [3].

CBR (*Case Based Reasoning*) juga untuk menghasilkan solusi atau masalah, harus melakukan beberapa tahap dimana proses CBR harus mencari kemiripan kasus baru dengan kasus yang tersimpan, atau ketika ada perubahan terhadap solusi suatu kasus, menggunakan kembali masalah atau kasus untuk mencoba memecahkan masalah dan kasus tersebut, serta mempertahankan dan menyimpan solusi baru sebagai bagian masalah atau kasus baru. Keseluruhan proses CBR dijalankan tanpa intervensi manusia atau dengan kata lain secara otomatis [3].

2. TEORITIS

2.1 Sistem Pakar

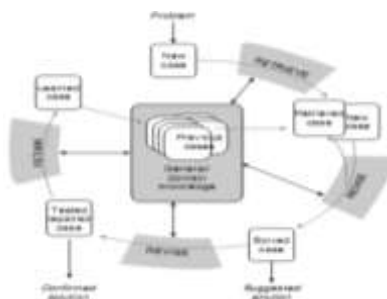
Sistem Pakar (*Expert System*) adalah salah satu cabang dari AI yang membuat pengguna secara luas *knowledge* yang khusus untuk menyelesaikan masalah tingkat manusia yang pakar. Seorang pakar adalah orang yang mempunyai keahlian dalam bidang tertentu yaitu pakar yang mempunyai *knowledge* atau kemampuan khusus yang orang lain tidak mengetahui atau mampu dalam yang di miliki.

2.2 Virus Zika

Penyakit zika atau virus zika adalah sejenis virus yang berasal dari keluarga *Flaviviridae* dari genus *Flavivirus*. Keluarga *Flaviviridae* merupakan keluarga virus yang menyebar melalui vector *arthropoda*, yang paling utama adalah nyamuk. Virus zika dapat dikatakan cukup berbahaya meskipun belum ada kasus yang menunjukkan bahwa virus ini dapat berujung kematian, tetapi banyak kasus serius yang dialami oleh orang yang terinfeksi virus. Salah satu bahaya virus zika apabila terinfeksi adalah timbulnya penyakit zika atau demam zika. Bisa dibilang, ini merupakan jenis penyakit yang umum diderita oleh semua orang baik anak-anak maupun dewasa, yang terinfeksi virus zika [3].

2.3 Metode Case Based Reasoning

Case Based Reasoning terdiri dari 4 siklus dalam pemecahan masalah adalah *retrieve*, *reuse*, *revise* dan *retain*. Penelitian ini hanya fokus pada dua siklus yaitu *retrieve*, merupakan proses untuk mencari kesamaan antara kasus yang baru dengan kasus-kasus lama dan *reuse*, proses untuk memilih solusi yang tepat bagi pengguna. Tahap *retrieve* merupakan tahap yang sangat berpengaruh terhadap hasil solusi dari *Case Based Reasoning* karena pada tahap ini hasil kemiripan kasus ditentukan.



Gambar 1. Siklus Case Based Reasoning (CBR)

Sumber: Adriana S.A, 2007, 18 [6].

Secara detail *Case Based Reasoning* terbagi dalam empat tahap, yaitu:

1. *Retrieve*
Menemukan kembali kasus yang sama atau yang paling mirip dengan kasus baru
2. *Reus*
Menggunakan kembali informasi dan pengetahuan dari basis kasus untuk memecahkan masalah kasus baru
3. *Revise*
Memperbaiki solusi yang diusulkan
4. *Retain*

Menyimpan pengalaman untuk memecahkan masalah yang akan datang kedalam basis kasus [2].

Cara kerja metode *Case Based Reasoning* Untuk dapat menghasilkan sebuah solusi, maka terdapat beberapa proses yang harus dilalui di mana *Case Based Reasoning* akan mencari kesamaan atau *similarity* yang paling mirip dan perhitungan *Certainty Factor* antara kasus lama dan baru untuk menentukan nilai kepastian dari kasus-kasus tersebut.

Kemiripan (*similarity*) adalah langkah yang digunakan untuk mengenali kesamaan atau kemiripan antara kasus – kasus yang tersimpan dalam basis kasus dengan kasus yang baru [2]. Nilai *similarity* berkisar antara 0 sampai 1. Berikut ini merupakan rumus untuk mencari nilai kemiripan (*similarity*) yaitu :

$$Ti = \frac{nX1 + nX2 + nX3}{N} \tag{1}$$

Keterangan:

- Ti = Nilai kesamaan kasus
- nX1 + nX2 + nX3 = Banyaknya kesamaan sub objek X1,X2,X3...Xn
- N = banyak elemen pada basis kasus

3. ANALISA DAN PEMBAHASAN

Metode CBR melakukan empat tahapan proses di dalam sistem penalaran basis kasus, pertama melakukan proses *retrieve* yaitu penelusuran kasus yang paling mirip dengan kasus baru yang akan dievaluasi, kemudian melakukan proses yang kedua *reuse* yaitu menggunakan kembali informasi atau pengetahuan yang telah tersimpan pada basis kasus untuk memecahkan masalah baru, ketiga melakukan proses *revise* yaitu memperbaiki solusi yang diusulkan, dan terakhir melakukan proses *retain*, yaitu menyimpan pengetahuan yang nantinya akan digunakan untuk memecahkan masalah kedalam basis kasus yang ada.

Case-Based Reasoning (CBR) merupakan sistem yang bertujuan untuk menyelesaikan suatu kasus baru dengan cara mengadaptasi solusi-solusi yang terdapat pada kasus-kasus sebelumnya yang mirip dengan kasus-kasus sebelumnya. Kemiripan (*Similarity*) merupakan langkah yang digunakan untuk mengenali kesamaan atau kemiripan antara kasus-kasus yang tersimpan dalam basis kasus dengan kasus yang baru. Kasus dengan nilai *Similarity* paling besar dianggap sebagai kasus yang paling mirip. Sedangkan metode CF digunakan untuk menyelesaikan masalah ketidakpastian data.

Tahapan analisis terhadap suatu sistem yang harus dilakukan sebelum tahapan perancangan. Tujuan diterapkannya analisis terhadap suatu sistem adalah untuk mengetahui alasan mengapa sistem tersebut diperlukan, sehingga fungsi yang terdapat di dalam sistem tersebut bekerja secara optimal. Salah satu unsur pokok yang harus dipertimbangkan dalam tahapan analisis sistem ini yaitu masalah perangkat lunak, karena perangkat lunak yang digunakan haruslah sesuai dengan masalah yang akan diselesaikan.

Dalam tahapan ini dilakukan pencarian dan pengumpulan data serta pengetahuan yang diperoleh oleh sistem pakar. Sehingga pada akhirnya analisa didapat harus berupa sebuah sistem terstruktur yang dapat didefinisikan dengan baik dan jelas. Sistem yang dibangun untuk mengetahui gejala-gejala penyakit jika yaitu dengan cara melakukan konsultasi kepada seseorang yang ahli atau dokter. Adapun proses analisa yang dilakukan seorang dokter atau pakar adalah sebagai berikut:

1. Menentukan gejala dan nilai bobot.

Tabel 1 Menghitung Nilai Kemiripan Kasus terdahulu dan Kasus Baru

Kode Gejala Kasus Lama	Kode Gejala Kasus Baru	Bobot Kepastian	Penentuan Bobot
A01	A01	0.5	1
A02	A02	0.2	1
A03	-	0.4	0
A04	A04	0.6	1
A05	-	0.1	0
A06	A06	0.7	1
A07	A07	0.8	1

Dalam menghitung nilai kemiripan kasus terdahulu dengan kasus baru di formulasikan dengan rumus (2.1) yaitu sebagai berikut:

$$=(1*0.5) + (1*0.2) + (1*0.6) + (1*0.7) + (1*0.8)$$

$$0.5 + 0.2 + 0.4 + 0.6 + 0.1 + 0.7 + 0.8$$

$$= 0.85 * 100$$

$$= 85\%$$

Kemudian dilanjutkan dengan penentuan bobot user, misal user memilih jawaban (terlihat pada table 3.1), yaitu sebagai berikut:

CFuser A01 (Ya=1)	CFuser A05 (Tidak=0)
CFuser A03 (Ya=1)	CFuser A06 (Tidak=0)
CFuser A04 (Ya=1)	CFuser A07 (Ya=1)

Kemudian menghitung nilai CF, dengan menggunakan rumus (2.2) yaitu sebagai berikut:

$$CF[H,E]1 = CF[H]1 * CF[E]1$$

$$= 1 * 0.5$$

$$= 0.5$$

$$CF[H,E]2 = CF[H]2 * CF[E]2$$

$$= 1 * 0.2$$

$$= 0.2$$

$$CF[H,E]3 = CF[H]3 * CF[E]3$$

$$= 0 * 0.4$$

$$= 0$$

$$CF[H,E]4 = CF[H]4 * CF[E]4$$

$$= 1 * 0.6$$

$$= 0.6$$

$$CF[H,E]5 = CF[H]5 * CF[E]5$$

$$= 0 * 0$$

$$= 0$$

$$CF[H,E]6 = CF[H]6 * CF[E]6$$

$$= 1 * 0.7$$

$$= 0.7$$

$$CF[H,E]7 = CF[H]7 * CF[E]7$$

$$= 1 * 0.8$$

$$= 0.8$$

Langkah selanjutnya adalah mengkombinasikan nilai CF dari kaidah dengan menggunakan rumus (6) dan (7), yaitu sebagai berikut:

$$Cfcombine\ CF[H,E]1,2 = CF[H,E]1 + CF[H,E]2 * (1 - CF[H,E]1)$$

$$= 0.5 + 0.2 * (1 - 0.5)$$

$$= 0.5 + 0.2 * 0.5$$

$$= 0.5 + 0.1$$

$$= 0.6\ old$$

$$Cfcombine\ CF[H,E]old, = CF[H,E]old + CF[H,E]3 * (1 - CF[H,E]old)$$

$$= 0.6 + 0 * (1 - 0.6)$$

$$= 0.6 + 0 * 0.4$$

$$= 0.6 + 0$$

$$= 0.6\ old2$$

$$Cfcombine\ CF[H,E]old2,4 = CF[H,E]old2 + CF[H,E]4 * (1 - CF[H,E]old2)$$

$$= 0.6 + 0.6 * (1 - 0.6)$$

$$= 0.6 + 0.6 * 0.4$$

$$= 0.6 + 0.24$$

$$= 0.84\ old3$$

$$Cfcombine\ CF[H,E]old3,5 = CF[H,E]old3 + CF[H,E]5 * (1 - CF[H,E]old3)$$

$$= 0.84 + 0 * (1 - 0.84)$$

$$\begin{aligned}
 &= 0.84 + 0 * 0.16 \\
 &= 0.84 + 0 \\
 &= 0.84 \text{ old4}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Cfcombine CF[H,E]old6,7} &= \text{CF[H,E]old6} + \text{CF[H,E]7} * (1 - \text{CF[H,E]old6}) \\
 &= 0.84 + 0.8 * (1 - 0.84) \\
 &= 0.84 + 0.8 * 0.16 \\
 &= 0.84 + 0.13 \\
 &= 0.97 \text{ old5} \\
 \text{CF[H,E]old5} * 100 &= 0.97 * 100 = 97\%
 \end{aligned}$$

2. Penyelesaian Metode Case Based Reasoning

a. Mengetahui Gejala-Gejala Penyakit Zika

Dari uraian tersebut dapat disimpulkan bahwa sistem pakar mendiagnosa penyakit zika. Dengan adanya program perancangan perangkat lunak ini diharapkan dapat membantu para pengguna agar dapat mencegah atau penanganan dini terjadinya penyakit zika. Dari sumber-sumber yang dapat dipercaya maka diperoleh beberapa gejala-gejala yang terdapat pada penyakit zika, sebagai berikut:

Tabel 2. Gejala-Gejala Penyakit zika

Kode Gejala	Gejala Penyakit	Nilai Pakar
A01	Mata Kemerahan	0.5
A02	Sakit Kepala	0.2
A03	Muntah	0.4
A04	Ruam	0.6
A05	Sakit Perut	0.1
A06	Demam	0.7
A07	Nyeri sendi dan otot	0.8

Tabel 3. Jenis Kasus Penyakit Zika

Kode Penyakit	Kode Gejala	Keterangan
C001	A01, A02, A04,A06,A07	Pasien 1
C002	A01, A03, A04,A02	Pasien 2
C003	A02, A03, A04,A07	Pasien 3
C004	A04, A05, A06, A07	Pasien 4

Sumber: Hasil konsultasi dengan Ibu Dra Eka Sari

Dari tabel diatas maka dipresentasikan seperti *rule* dibawah ini. *Refresentasi* ini digunakan untuk memperoleh pencarian dan menentukan kesimpulan diagnosa, berikut ini adalah pembahasannya:
 Kaidah:

Rule1 : If A01 AND A02 AND A03 AND A05 AND A07 AND A06 THEN C001

Rule2 : If A01 AND A03 AND A04 AND A02 THEN C002

Rule3 : If A02 AND A03 AND A04 AND A07 THEN C001

Rule4 : If A04 AND A06 AND A05 AND A07 THEN C002

Tabel 4. Input Gejala Kasus Baru

Input	Gejala Yang Di inputkan
1	C01, C02, C04, C06, C07

Tabel 5. Menentukan Kemiripan Kasus Baru dengan Kasus Lama

Kode Gejala	Gejala Penyakit	Gejala Baru	Pasien 1	Pasien 2	Pasien 3	Pasien 4
A01	Mata Kemerahan	1	1	1	0	0
A02	Sakit Kepala	1	1	1	1	0
A03	Muntah	0	1	1	1	0
A04	Ruam	1		1	1	1
A05	Sakit Perut	0	1	0	0	1
A06	Demam	1	1	0	0	1
A07	Mata Kemerahan	1	1	0	1	1

Adapun analisa terhadap sistem pakar yang dibangun merupakan *rule* yang menerapkan metode CBR dan CF. Di dalam logika metode CF pada sesi penginputan sistem, pengguna diberi pilihan untuk memilih bobot keyakinan yang masing-masing memiliki bobot sebagai berikut:

Tabel 6. Terdapat Kasus Baru Yang Mirip dengan Terdahulu

Keterangan	Gejala
Ana Nurhasanah	A01, A02, A03, A05, A06, A07
Kasus Baru	A01, A02, A04, A06, A07

Pada sesi penginputan sistem, user diberi jawaban yang masing-masing memiliki bobot sebagai berikut:

Pilihan jawaban “Ya” = 1

Pilihan jawaban “Tidak” = 0

Pilihan jawaban “Mungkin” = 0.5

b. Analisa Metode *Case Based Reasoning* (CBR)

Adapun analisa terhadap sistem pakar yang dibangun merupakan *rule* yang menerapkan metode CBR dan CF. Di dalam logika metode CF pada sesi penginputan sistem, pengguna diberi pilihan untuk memilih bobot keyakinan yang masing-masing memiliki bobot sebagai berikut:

Tabel 7. Bobot Keyakinan

No	Keterangan	Bobot Kepastian
1	Pasti	1
2	Hampir Pasti	0.8
3	Cukup Pasti	0.6
4	Kurang Pasti	0.4
5	Ragu	0.2
6	Tidak Pasti	0

Proses pemberian bobot pada setiap gejala (*premis*) hingga memperoleh persentase keyakinan untuk mengidentifikasi gejala penyakit zika.

Tabel 8. Persentase Kesimpulan

Tingkat persentase	Nilai Keyakinan
0%-30%	Tidak Mungkin
31%-70%	Kemungkinan
71%-100%	Pasti

Implementasi sistem penalaran CBR dan metode CF dalam mendiagnosa penyakit zika. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa Pasien 1 pasti terkena penyakit zika yang terdapat kemiripan pada kasus terdahulu dengan nilai 85% dan perhitungan nilai CF mendiagnosa penyakit zika memiliki persentase tingkat keyakinan 97%, Pasien 1 dinyatakan pasti terkena penyakit zika. Maka solusi nya, karena pasien 1 pasti terkena penyakit zika maka akan di berikan pertolongan pertama kepada pasien 1 . yaitu vaksin rubella.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan-pembahasan sebelumnya, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Metode *Case Based Reasoning* dapat digunakan hanya sebagai mencari nilai kemiripan untuk mencari nilai kepastian bahwa pasien tersebut terdiagnosa atau tidak maka digunakan metode *Certainly Factor*.
2. Penggunaan metode *Case Based Reasoning* dan *Certainly Factor* maka perhitungan nilai CF mendiagnosa penyakit zika memiliki persentase tingkat keyakinan 97%, pasien tersebut dinyatakan pasti terkena penyakit zika.
3. Penggunaan aplikasi *Microsoft Visual Basic Net* pakar lebih mudah untuk mendiagnosa pasien yang terkena penyakit zika.

REFERENCES

- [1] Kusriani, Aplikasi Sistem Pakar. Yogyakarta: CV. ANDI OFFSET (Penerbit Andi), 2015.
- [2] Faza Akmal and Sri Winiarti, "SISTEM PAKAR UNTUK MENDIAGNOSA PENYAKIT LAMBUNG DENGAN IMPLEMENTASI METODE CBR (CASE-BASED REASONING) BERBASIS WEB," Sarjana Teknik Informatika, vol. 2, no. 1, 2014.

- [3] Nadia Putri, *Buku Pintar Virus Zika*, 1st ed. Yogyakarta, 2016.
- [4] Muhammad Arhami, *Konsep Dasar Sistem Pakar*, 1st ed. Yogyakarta: ANDI, 2005.
- [5] Husni Iskandar Pohan, *Pengantar Perancangan Sistem*. Jakarta: Penerbit Erlangga, 2015.
- [6] Adriana S A, Indarto, and Abdiansah, *Sistem Penalaran Komputer Berbasis Kasus (Case Based Reasoning- CBR)*. Yogyakarta: Penerbit Ardana Media, 2007.
- [7] T Sutojo, Edy Mulyanto, and Vincent Suhartono, *Kecerdasan Buatan*. Yogyakarta: CV. ANDI OFFSET (Penerbit Andi), 2011.
- [8] Jogiyanto H M, *Pengenalan Komputer*. Yogyakarta: ANDI, 2005.
- [9] Prabowo Pudjo Widodo and Herlawati, *Analisa Dan Perancangan*. Bandung: Penerbit Informatika, 2011.
- [10] Rossa A S and Shalahuddin M, *Rekayasa Perangkat Lunak*. Bandung: Penerbit Informatika, 2013.
- [11] Primanda Arif Aditya, *Dasar-Dasar Pemrograman Database Desktop Dengan Visual Basic.NET 2008*. Jakarta: Penerbit PT. Alex Media Komputindo, 2013.
- [12] I. Sumatarno, D. Arisandi, A. P. U. Siahaan, and M. Mesran, "Expert System of Catfish Disease Determinants Using Certainty Factor Method," *Int. J. Recent Trends Eng. Res.*, vol. 3, no. 8, pp. 202–209, 2017.
- [13] 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.
- [14] M. Mesran *et al.*, "Expert System for Disease Risk Based on Lifestyle with Fuzzy Mamdani," *Int. J. Eng. Technol.*, vol. 7, no. 2.3, pp. 88–91, 2018.
- [15] Yeni Lestari Nasution, M. Mesran, S. Suginam, and F. Fadlina, "SISTEM PAKAR UNTUK MENDIAGNOSIS PENYAKIT TUMOR OTAK MENGGUNAKAN METODE CERTAINTY FACTOR (CF)," *J. INFOTEK*, vol. 2, no. 1, Feb. 2017.
- [16] R. R. Fanny, N. A. Hasibuan, and E. Buulolo, "PERANCANGAN SISTEM PAKAR DIAGNOSA PENYAKIT ASIDOSIS TUBULUS RENALIS MENGGUNAKAN METODE CERTAINTY FACTOR DENGAN PENULUSURAN FORWARD CHAINING," *MEDIA Inform. BUDIDARMA*, vol. 1, no. 1, Feb. 2017.
- [17] N. A. Hasibuan, H. Sunandar, S. Alas, and Suginam, "Sistem Pakar Mendiagnosa Penyakit Kaki Gajah Menggunakan Metode Certainty Factor," *J. Ris. Sist. Inf. dan Tek. Inform.*, vol. 2, no. 1, pp. 29–39, 2017.
- [18] Verawaty Monica Barus, M. Mesran, S. Suginam, and A. Karim, "SISTEM PAKAR UNTUK MENDIAGNOSIS HAMA PADA TANAMAN JAMBU BIJI MENGGUNAKAN METODE BAYES," *J. INFOTEK*, vol. 2, no. 1, Feb. 2017.
- [19] H. Nurdiyanto and P. H. Kuncoro, "Expert System for Measuring the Sugar-Content in Sugarcane Using Forward Chaining Method," in *4th Asian Academic Society International Conference (AASIC)*, 2016, pp. 527–533.
- [20] M. Syahrizal, "SISTEM PAKAR UNTUK MENGIDENTIFIKASI KERUSAKAN PADA MOBIL TOYOTA DENGAN BEST FIRST SEARCH BERBASIS WAP," *Maj. Ilm. INTI*, vol. 1, no. 1, pp. 53–57, 2013.
- [21] A. A. H. S. Gulo and M. Syahrizal, "PERANCANGAN APLIKASI SISTEM PAKAR MENDIAGNOSA PENYAKIT HEMOFILIA PADA MANUSIA MENERAPKAN METODE CASE BASED REASONING," *J. Pelita Inform.*, vol. 17, no. 1, pp. 24–29, 2018.
- [22] R. P. Tanjung and M. Mesran, "SISTEM PAKAR MENDETEKSI KERUSAKAN MESIN LAS INVERTER DENGAN METODE CERTAINTYFACTOR," *Maj. Ilm. INFOTEK*, vol. 2, no. 1, pp. 62–64, 2017.
- [23] J. Simarmata, *Rekayasa Perangkat Lunak*. Bandung: Andi Offset, 2015.
- [24] J. Simarmata, *Pengenalan Teknologi Komputer dan Informasi*. Yogyakarta: Andi, 2006.