

SISTEM PAKAR MENDIAGNOSA PENYAKIT VAS, KULITIS MENGGUNAKAN METODE VARIABLE CENTERED INTELLIGENT RULE SYSTEM (VCIRS)

Pipi Susanti, Nelly Astuti Hasibuan, Kurnia Ulfa

Program Studi Teknik Informatika STMIK Budi Darma, Medan, Indonesia
Email : Pipisusanti95@gmail.com

Abstrak

Pada saat ini penggunaan teknologi perangkat komputer telah berkembang pesat dan masyarakat. Sebagian besar masyarakat menggunakannya tidak hanya untuk kepentingan secara komersial saja, tetapi juga untuk mendapatkan informasi pendeteksian penyakit secara cepat dan efisien dengan aplikasi berbasis komputer yang dapat membantu masyarakat umum untuk mengetahui penyebab dan gejala dari penyakit tersebut. Untuk itu, diperlukan sesuatu sistem yang dirancang untuk menirukan keahlian seorang pakar dalam menjawab pertanyaan dan memecahkan masalah sesuai dengan pengetahuan seorang pakar yang dimasukkan kedalam sesuatu sistem komputer. Perkembangan teknologi kecerdasan buatan yang terjadi telah memungkinkan sistem pakar untuk diaplikasikan penggunaannya mendeteksi penyakit dengan menggunakan bahasa pemrograman. Salah satunya dalam pemberian informasi mengenai berbagai masalah, terutama penyakit Vaskulitis. Metode sistem pakar yang digunakan adalah Variable Centered Intelligent Rule System (VCIRS) digunakan untuk menangani dalam mendiagnosa penyakit vaskulitis. Dengan fasilitas yang diberikan untuk user dan administrator, memungkinkan baik user maupun administrator untuk menggunakan sistem ini sesuai kebutuhan masing-masing. User diberi kemudahan dalam mengetahui informasi penyakit Vaskulitis, penyebab dan pencegahannya. Sistem pakar ini dibuat dengan menggunakan Bahasa Pemrograman *Microsoft Visual Basic 2008*.

Kata Kunci : Sistem Pakar, *Variable Centered Intelligent Rule System (VCIRS)*, Vaskulitis

Abstract

At this time the use of computer device technology has developed rapidly and the community. Most people use it not only for commercial purposes, but also to get information on disease detection quickly and efficiently with a computer-based application that can help the general public to find out the causes and symptoms of the disease. For that, a system is needed to imitate the expertise of an expert in answering questions and solving problems in accordance with the knowledge of an expert who is entered into a computer system. The development of artificial intelligence technology that has occurred has made it possible for expert systems to be applied to detect disease using programming languages. One of them is in providing information about various problems, especially Vasculitis. The expert system method used is a Variable Centered Intelligent Rule System (VCIRS) used to handle diagnosing vasculitis. With the facilities provided for users and administrators, allowing both users and administrators to use this system according to their individual needs. Users are given ease in knowing information about Vasculitis disease, its causes and deterrents. This expert system is created by using Microsoft Visual Basic 2008 Programming Language.

Keywords: Expert System, *Variable Centered Intelligent Rule System (VCIRS)*, Vasculitis

1. PENDAHULUAN

Pentingnya kesehatan untuk setiap orang agar dapat memberdayakan segala sesuatu baik yang dimilikinya maupun lingkungannya secara maksimal, kesehatan sangat berhubungan erat dengan hidup sehat, sehingga bisa dijabarkan pengertian hidup sehat adalah memiliki kesehatan dalam hidup dengan tanpa ada masalah gangguan pada kehidupannya baik bersifat fisik yang berupa penyakit pada tubuh maupun non fisik yang berhubungan dengan kondisi jiwa, hati dan pikiran seseorang dalam hidup baik secara individual maupun sosial. Vaskulitis adalah peradangan pada pembuluh darah yang menyebabkan perubahan pada dinding pembuluh. Perubahan juga dapat terjadi pada dinding pembuluh darah yaitu seperti penebalan, pelemahan, penyempitan dan munculnya bekas luka. Vaskulitis juga bisa terjadi karena sistem kekebalan tubuh lemah dan sel yang rusak akan menghasilkan zat kimia yang menyebabkan pembuluh darah membocorkan cairan ke jaringan dan menimbulkan pembengkakan. Selain itu vaskulitis juga dapat disebabkan karena alergi, infeksi, peradangan sendi, dan kanker, oleh karena itu terdapat berbagai masalah dalam mendiagnosa penyakit tersebut.

Permasalahan dalam Penyakit vaskulitis belum dapat diketahui secara pasti penyebabnya, akan tetapi terdapat beberapa tipe vaskulitis yang berhubungan dengan faktor keturunan. Vaskulitis juga dapat disebabkan reaksi dari alergi obat-obatan, walaupun penyebab pastinya belum dapat diidentifikasi, namun perkembangan teknologi kedokteran sudah dapat meningkatkan metode diagnosis dan perawatannya. Adapun gejala dari vaskulitis yaitu sakit kepala, demam, kelelahan, penurunan berat badan, munculnya bercak merah, kebas dan disertai rasa sakit.

Tanda-tanda dan gejala vaskulitis dapat terjadi pada semua organ tubuh seseorang yaitu seperti pada sistem pernafasan, telinga, hidung, tenggorokan dan kulit. Dalam hal ini masyarakat selaku orang yang menggunakan jasa lebih membutuhkan seorang pakar yang bisa memudahkan dalam mendignosa penyakit vaskulitis sebagai pencegahan awal. Sistem pakar adalah aplikasi berbasis komputer yang digunakan untuk menyelesaikan masalah sebagaimana yang dipikirkan oleh pakar. Pakar yang dimaksud disini adalah orang yang mempunyai keahlian khusus yang dapat menyelesaikan masalah yang tidak dapat diselesaikan oleh kaum awam. Sistem pakar mencoba memecahkan masalah yang biasanya hanya bisa dipecahkan oleh seorang pakar yang dipandang berhasil ketika mampu mengambil keputusan seperti yang dilakukan oleh pakar aslinya baik dari sisi proses pengambilan keputusannya maupun hasil keputusan yang diperoleh, ada beberapa metode yang dapat digunakan dalam sistem pakar salah satunya yaitu metode vcirs (Variabel Centered Intelegent rule system).

Variable Centered Rule System digunakan untuk KB (Knowledge Base) dan mendukung *Refinement Module* untuk mengelola KB yang *up to date*. *Variable Centered Rule System* juga mencatat kasus-kasus dan kejadiannya. Elemen fundamental dari *Variable Centered Rule System* adalah variabel, yang ditempatkan atau dipasang oleh pengguna. VCIRS mengelola secara cermat variabel ini mengenai nilainya, struktur dan kejadiannya. Rangkaian dari variabel membentuk *node* menyusun *rule*. Sedangkan rangkaian dari *node* menyusun *rule*. Maka *Variable Centered Rule System* mengandung struktur *rule* dan struktur *node* yang berpusat pada variabel-variabel. Metode *vcirs* yang merupakan salah satu metode sistem pakar yang memiliki keunggulan dalam perbaikan data. Jika terdapat kesalahan atau terjadi pengembangan data, dapat dilakukan pembaruan data tanpa harus membuat sistem dari awal[1].

2. TEORITIS

2.1 *Variable Centered Intelligent Rule System* (VCIRS)

Variable-Centered Intelligent Rule System (VCIRS) merupakan perkawinan dari SBA dan RDR. Arsitektur sistem diadaptasi dari SBA dan ia mengambil keuntungan-keuntungan *Variable-Centered Intelligent Rule System* yang ada dari RDR. Sistem ini mengorganisasi RB dalam struktur spesial sehingga pembangunan pengetahuan, inferensia pengetahuan yang berdayaguna dan peningkatan evolusional dari kinerja sistem dapat didapatkan pada waktu yang sama. Istilah “*Intelligent*” dalam VCIRS menekankan pada keadaan sistem ini yang dapat “belajar” untuk meningkatkan kinerja sistem dari pengguna sistem selama pembangunan pengetahuan (melalui analisis nilai) dan penghalusan pengetahuan (dengan pembangkitan *rule*) [6].

VCIRS adalah sistem yang melakukan modifikasi terhadap sistem yang sudah ada (yakni SBA dan RDR) sebagai berikut:

1. SBA - Pembangunan pengetahuan (mudah)
2. RDR - Inferensia (kemampuan inferensia ala SBA)
3. Kinerja Sistem - Cakupan pengetahuan (ditingkatkan oleh pembangkitan *rule*)

Persamaan (1) menghitung VUR untuk variabel ke-*i*, (2) menghasilkan NUR untuk node ke-*j*, sedangkan (3) mendefinisikan RUR untuk rule ke-*k*.

$$VUR_i = Credit \times Weight_i \dots\dots\dots (1)$$

$$NUR_j = \frac{\sum_1^N VUR_{ij}}{N} \quad VUR_{ij} \text{ untuk variabel ke-} i \text{ dalam node } j \dots\dots\dots (2)$$

$$RUR_k = \frac{\sum_1^N NUR_{jk}}{N} \quad NUR_{jk} \text{ untuk variabel ke-} j \text{ dalam rule } k \dots\dots\dots (3)$$

Dimana:

$$a) \text{ Credit}_i = \text{kejadian dari variable } i \text{ dalam Node Structure} \dots\dots\dots (4)$$

Credit didapatkan dari node structure. Nilainya akan meningkat saat pengguna membuat node yang menyetujui nilai dari case lama.

$$b) \text{ Weight}_i = NS_i \times CD_i \dots\dots\dots (5)$$

Weight menghitung bobot (*weight*) dari variabel ke node yang memilikinya. Ada 2 faktor yang berkontribusi kebobot dari sebuah variabel. Pertama adalah jumlah node yang berbagi (*sharing*) sebuah variabel dan kedua adalah CD (*Closeness Degree*), yaitu derajat kedekatan sebuah variabel pada sebuah node.

$$NS_i = \text{jumlah node yang berbagi (sharing) varabel } i \dots\dots\dots (6)$$

$$CD_i = \frac{VO_i}{TV} \dots\dots\dots (7)$$

CD adalah singkatan dari *Closeness Degree*, yaitu derajat kedekatan sebuah variabel pada sebuah node. CD_i dalam node *j*, menghitung derajat kedekatan dari variable *i* dalam node *j*. Makin dekat sebuah variable pada

konklusi yang dipunya suatu node (catatan: node adalah rangkaian dari variable-variable). CD dihitung dengan urutan variabel VO, dibagi dengan total variabel TV, yang dimiliki oleh sebuah node.

$$VO_i = \text{urutan dari variabel } i \text{ dalam suatu node} \dots\dots\dots (8)$$

$$TV = \text{total variabel yang dimiliki oleh suatu node} \dots\dots\dots (9)$$

2.2 Certainly Factor (CF)

Metode certainty factor digunakan ketika menghadapi suatu masalah yang jawabannya tidak pasti. Ketidakpastian ini bisa merupakan probabilitas. Metode ini diperkenalkan oleh Shortlife Buchanan pada tahun 1970-an. Beliau menggunakan metode ini saat melakukan diagnosis dan terapi terhadap penyakit meningitis dan infeksi darah [10]. Tim pengembang dari metode ini mencatat bahwa, dokter sering kali menganalisa informasi yang ada dengan ungkapan seperti “mungkin”, “hampir pasti”. Metode ini mirip dengan fuzzy logic, karena ketidakpastian direpresentasikan dengan derajat kepercayaan sedangkan perbedaannya adalah pada fuzzy logic saat perhitungan untuk rule yang premisnya lebih dari satu, fuzzy logic tidak memiliki nilai keyakinan untuk rule tersebut sehingga perhitungannya hanya melihat nilai terkecil untuk operator AND atau nilai terbesar untuk operator OR dari setiap premis yang pada rule tersebut berbeda dengan certainty factor yaitu setiap rule memiliki nilai keyakinannya sendiri tidak hanya premis-premisnya saja yang memiliki nilai keyakinan. Certainty factor menunjukkan ukuran kepastian terhadap suatu fakta atau aturan [7][12-15].

$$CF[h,e] = MB[h,e] - MD[h,e] \dots\dots\dots (10)$$

Keterangan :

CF[h,e] = faktor kepastian

MB[h,e] = measure of belief, ukuran kepercayaan atau tingkat keyakinan terhadap hipotesis (h), jika diberikan evidence (e) antara 0 dan 1.

MD[h,e] = measure of disbelief, ukuran ketidakpercayaan atau tingkat keyakinan terhadap hipotesis (h), jika diberikan evidence (e) antara 0 dan 1. Adapun beberapa kombinasi certainty factor terhadap premis tertentu:

1. Certainty factor dengan satu premis.

$$CF[h,e] = CF[e] * CF[rule] = CF[user] * CF[pakar] \dots\dots\dots (11)$$

2. Certainty factor dengan lebih dari satu premis.

$$CF[A \wedge B] = \text{Min}(CF[a], CF[b]) * CF[rule] \dots\dots\dots (12)$$

$$CF[A \vee B] = \text{Max}(CF[a], CF[b]) * CF[rule] \dots\dots\dots (13)$$

3. Certainty factor dengan kesimpulan yang serupa.

$$CF \text{ gabungan } [CF1, CF2] = CF1 + CF2 * (1 - CF1) \dots\dots\dots (14)$$

3. ANALISA

Sebelum menggunakan sistem yang terkomputerisasi, pasien datang untuk berkonsultasi secara langsung kepada dokter tentang penyakit apa yang sedang dideritanya. Dokter akan mendiagnosa penyakit yang diderita oleh pasien yang kemudian hasil diagnosa tersebut disampaikan kembali kepada pasien. Dengan perkembangan teknologi yang semakin pesat, kini pengetahuan yang dimiliki oleh dokter dapat dimasukkan ke dalam sebuah sistem komputer yang dinamakan basis pengetahuan yang biasa disebut sistem pakar. Kemudian basis pengetahuan tersebut dapat menampilkan hasil diagnosa yang telah disisipkan perhitungan sesuai kebutuhan sistem. Untuk memenuhi syarat-syarat tersebut maka dibuat suatu struktur *If_then* dengan menggunakan bahasa pemrograman *Microsoft Visual Basic 2008*. Program ini dirancang sesederhana mungkin agar lebih mudah dimengerti pengguna.

Tabel 1. Nilai User

No	Keterangan	Nilai User
1	Tidak	0.1
2	Tidak Tahu	0.2
3	Kurang Tahu	0.4
4	Cukup Yakin	0.6
5	Yakin	0.8
6	Sangat Yakin	1.0

Sumber : dr. Frengky Jihanes, M. Ked (PD) (RSUD Deli Serdang Lubuk Pakam)

Tabel 2. Tabel dari rule mayora

No	Kode	Gejala-gejala	Nilai Certainty Factor
----	------	---------------	------------------------

1	V01	Munculnya Ruam	0.1
2	V02	Berkeringat Dimalam hari	0.1
3	V03	Sakit Kepala	0.2
4	V04	Pegal-pegal	0.4
5	V05	Demam	0.4
6	V06	Tubuh Mudah lelah	0.7
7	V07	Gangguan saraf seperti kebas atau lemas	0.6
8	V08	Turunnya berat badan	0.7

Tabel 3. Persentase Kesimpulan

No	Tingkat Persentase	Nilai Kemungkinan
1	0-50%	Sedikit kemungkinan atau kemungkinan kecil
2	51-79%	Kemungkinan
3	80-99%	Kemungkinan besar
4	100%	Sangat yakin

Tabel 4. Basis Pengetahuan Solusi

No	Tingkat Presentasi	Solusi
1	0-50%	Memiliki pola makan sehat yang dapat mencegah potensi masalah akibat pengobatan, seperti pengeprosan tulang, tekanan darah tinggi, dan diabetes.
2	51-79%	Jadwal seperti untuk flu dan pneumonia, dapat membantu mencegah masalah akibat pengobatan, seperti infeksi. Vaksinasi rutin: mmelakukan vaksinasi sesuai.
3	80-99%	Olahraga rutin, seperti berjalan dapat mencegah pengeprosan tulang, tekanan darah tinggi dan diabetes yang terkait dengan vaskulitis.

Sumber : dr. Frengky Johaness, M. Ked(PD), Sppd (RSUD Deli Serdang).

Tampilan Hasil diagnosis beserta nilai analisis VUR, RUR, dan NUR jika kita rancang rule untuk sistem ini maka akan dinyatakan dalam bentuk if-then sesperti dibawah ini:

If Pegal-pegal Ya

If Berkeringat dimalam hari Ya

If Kelelahan Ya

If Munculnya ruam Ya

If Demam Ya

If Hilangnya denyut nadi pada tungkai tubuh Ya

If Gangguan saraf seperti kebas atau lemas Ya

If turunya berat badan Ya

If Sakit kepala Ya

Then Vaskulitis Ya

Maka dengan demikian dapat disimpulkan bahwa diagnosis yang dilakukan sistem terhadap pengguna telah sesuai dengan rancangan rule secara manual. Berdasarkan pernyataan tersebut maka didapatkan data berupa jumlah variabel dari rule vaskulitis adalah 8. Secara keseluruhan data dari rule penyakit vaskulitis dalam bentuk tabel dapat dilihat dibawah ini:

Tabel 5. Tabel Data dari Rule vaskulitis

Varibel ID	Varibel	Variabel order	Credit	Numofnode Id	Total Variabel
1	Pegal – pegal	1	1	1	8
2	Berkeringat di malam hari	2	1	1	8
3	Kelelahan	3	1	1	8
4	Munculnya ruam	4		1	8
5	Demam	5	1	1	8
6	Hilangnya denyut nadi pada tungkai tubuh	6	1	1	8
7	Gangguan saraf seperti kebas atau lemas	7	1		8
8	Turunnya berat badan	8	1	1	8

Berikut ini nilai VUR (variabel usege rate dari 8 gejala Vaskulitis).

$$VUR = Credit_x \times weight_i$$

$$VUR = Credit_x \left(NumOf\ Nuddeld_x \times \frac{Variabel\ Order}{Total\ Variabel} \right)$$

Pada saat pertama kali penggunaan:

VUR dari variabel pegal – pegal

$$VUR = Credit_x \left(NumOf\ Nuddeld_x \times \frac{Variabel\ Order}{Total\ Variabel} \right)$$

$$VUR = 1_x \left(1_x \frac{1}{8} \right)$$

$$= 0.125$$

VUR dari variabel berkeringat dimalam hari

$$VUR = Credit_x \left(NumOf\ Nuddeld_x \times \frac{Variabel\ Order}{Total\ Variabel} \right)$$

$$VUR = 1_x \left(1_x \frac{2}{8} \right)$$

$$= 0.25$$

VUR dari variabel berkeringat kelelahan

$$VUR = Credit_x \left(NumOf\ Nuddeld_x \times \frac{Variabel\ Order}{Total\ Variabel} \right)$$

$$VUR = 1_x \left(1_x \frac{3}{8} \right)$$

$$= 0.375$$

VUR dari variabel munculnya ruam

$$VUR = Credit_x \left(NumOf\ Nuddeld_x \times \frac{Variabel\ Order}{Total\ Variabel} \right)$$

$$VUR = 1_x \left(1_x \frac{4}{8} \right)$$

$$= 0.5$$

VUR dari variabel demam

$$VUR = Credit_x \left(NumOf\ Nuddeld_x \times \frac{Variabel\ Order}{Total\ Variabel} \right)$$

$$VUR = 1_x \left(1_x \frac{5}{8} \right)$$

$$= 0.625$$

VUR dari variabel hilangnya denyut nadi pada tungkai tubuh

$$VUR = Credit_x \left(NumOf\ Nuddeld_x \times \frac{Variabel\ Order}{Total\ Variabel} \right)$$

$$VUR = 1_x \left(1_x \frac{6}{8} \right)$$

$$= 0.75$$

VUR dari variabel gangguan saraf seperti kebas atau lemas

$$VUR = Credit_x \left(NumOf\ Nuddeld_x \times \frac{Variabel\ Order}{Total\ Variabel} \right)$$

$$VUR = 1_x \left(1_x \frac{7}{8} \right)$$

$$= 0.875$$

VUR dari variabel berkeringat dimalam hari

$$VUR = Credit_x \left(NumOf\ Nuddeld_x \times \frac{Variabel\ Order}{Total\ Variabel} \right)$$

$$VUR = 1_x \left(1_x \frac{8}{8} \right)$$

$$= 0.1$$

NUR (Node Usege Raten) dari penyakit Vaskulitis

$$NUR = \frac{\sum VUR}{N_j} = 0.12 + 0.25 + 0.375 + 0.5 + 0.625 + 0.75 + 0.875 + 1 = \frac{4.5}{8} = 0.5625$$

RUR (Rule Usege Rate) dari penyakit Vaskulitis

$$RUR_k = \frac{\sum_1^N NUR_{jk}}{N}$$

$$RUR_k = \frac{\sum 0.5625}{8}$$

$$= 0.0703125$$

Contoh Kasus :

Seorang pasien sedang melakukan diagnosa untuk penyakit Vaskulitis, pasien tersebut menanyakan pertanyaan dengan jawaban berikut:

No	Pertanyaan	Jawaban
1	E ₁ = Apakah sering munculnya ruam ?	Cukup yakin = 0.6
2	E ₂ = Apakah Selalu Berkeringat di malam Hari ?	Kurang yakin = 0.4
3	E ₃ = Apakah kelelahan yang selalu dirasakan ?	Tidak tahu = 0.2
4	E ₄ = Apakah Badan Selalu pegal-pegal ?	Kurang yakin = 0.4
5	E ₅ = Apakah mengalami Demam ?	Tidak tahu = 0.2
6	E ₆ = Apakah Tubuh Mudah Lelah ?	Yakin = 0.8
7	E ₇ = Apakah sering mengalami saraf kebas atau lemas ?	Cukup yakin = 0.6
8	E ₁ = Apakah berat badan mengalami penurunan ?	Kurang yakin = 0.5

<http://ejurnal.stmik-budidarma.ac.id/index.php/komik>

$$\begin{aligned}\text{CFR1R2R3R4R5} &= \text{CFR1R2R3R4} + \text{CFR5} (1 - \text{CFR1R2R3R4}) \\ &= 0.4555134023 + 0.005625 (1 - 0.4555134023) \\ &= 0.4585761394 \\ \text{CFR1R2R3R4R5R6} &= \text{CFR1R2R3R4R5} + \text{CFR6} (1 - \text{CFR1R2R3R4R5}) \\ &= 0.4585761394 + 0.03375 (1 - 0.4585761394) \\ &= 0.4768491947 \\ \text{CFR1R2R3R4R5R6R7} &= \text{CFR1R2R3R4R5R6} + \text{CFR7} (1 - \text{CFR6}) \\ &= 0.4768491947 + 0.0253125 (1 - 0.4768491947) \\ &= 0.4900914495 \\ \text{CFR1R2R3R4R5R6R7R8} &= \text{CFR1R2R3R4R5R6R7} + \text{CFR8} (1 - \text{CFR1R2R3R4R5R6R7}) \\ &= 0.4900914495 + 0.028125 (1 - 0.4900914495) \\ &= 0.5044326275 \times 100\% = 50.443\%\end{aligned}$$

Dari kesimpulan perhitungan diatas maka dapat disimpulkan bahwa pasien mengalami penyakit Vaskulitis dengan nilai 50.443%. Persentase kesimpulan membuktikan bahwa kemungkinan kecil pasien tersebut menderita Vaskulitis. Maka solusinya adalah dengan mengubah pola hidup menjadi lebih sehat.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan analisa yang telah dilakukan selama proses perancangan hingga implementasi, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Penyakit Vaskulitis dapat didiagnosa dengan menggunakan sistem pakar, untuk membantu masyarakat dalam mengetahui gejala awal dari penyakit Vaskulitis yang diderita tanpa harus bertemu dokter, agar tidak tercapai tahap akhir dari penyakit Vaskulitis yang berujung kematian.
2. Dengan menerapkan metode *Variable Centered Intelligent Rule System* (VCIRS) dalam mendiagnosa penyakit Vaskulitis dapat menghasilkan nilai akurasi, serta memberikan informasi penyakit yang diderita pasien dan bagaimana solusi pencegahannya.
3. Merancang aplikasi sistem pakar mendiagnosa penyakit Vaskulitis dapat menampilkan sistem yang dapat membantu masyarakat dalam mengetahui gejala awal dari penyakit Vaskulitis.

6. REFERENSI

- [1] Fadilla Zennifa, et al. "Prototipe Alat Deteksi Dini dan mandiri penyakit Jantung Menggunakan Sistem Pakar VCIRS, Arduino dan Handphone Android", Teknik Elektro Universitas Andalas, 2011.
- [2] T. Sutojo, S. Si, M. Kom et al, Kecerdasan Buatan, Yogyakarta, 2011.
- [3] Anita Destiani & Muhammad Arhami, Konsep Kecerdasan Buatan, Yogyakarta, 2006.
- [4] Muhammad Arhami, Konsep Dasar Sistem pakar, Yogyakarta, 2005.
- [5] Agus Harianto, Kriteria Dianostik Vaskulitis, Fakultas Kedokteran Universitas Trisakti, 2011.
- [6] Septiani Halim, et al. "Penerapan Metode Certainty Factor dalam Sistem Pakar Pendeteksi Resiko Osteoporosis dan Osteoarthritis", Universitas Multimedia Nusantara, 2015.
- [7] Irfan Surbakti, M.Sc.Eng, "Variabel Intelegent Rule System, ", Information and Comunication Technology Seminar, 2006.
- [8] Bunafit Nugroho, Panduan Proyek Point Of Sale (POS) Sistem Penjualan Retail Mini Market Berbasis Multi User Dengan Visual Basic 6 dan MySQL, Jakarta, 2012.
- [9] Rahmat Priyanto, Langsung Bisa Visual Basic. Net 2008, Yogyakarta, 2009.
- [10] Rosa A. S dan M. Shalahuddin, Rekayasa Perangkat Lunak Terstruktur dan Berorientasi Objek, Bandung, 2016.
- [11] Rahmat Priyanto, "Langsung Bisa Visual Basic.Net 2008", yogyakarta, Andi, 2009.
- [12] N.A. Hasibuan, H. Sunandar, S. Alas, Suginam, Sistem Pakar Mendiagnosa Penyakit Kaki Gajah Menggunakan Metode Certainty Factor, J. Ris. Sist. Inf. Dan Tek. Inform. 2 (2017) 29–39.
- [13] R.P. Tanjung, M. Mesran, SISTEM PAKAR MENDETEKSI KERUSAKAN MESIN LAS INVERTER DENGAN METODE CERTAINTYFACTOR, Maj. Ilm. INFOTEK. 2 (2017) 62–64.
- [14] I. Sumatarno, D. Arisandi, A.P.U. Siahaan, M. Mesran, Expert System of Catfish Disease Determinants Using Certainty Factor Method, Int. J. Recent Trends Eng. Res. 3 (2017) 202–209. doi:10.23883/IJRTER.2017.3405.TCYZ2.
- [15] R.R. Fanny, N.A. Hasibuan, E. Buulolo, PERANCANGAN SISTEM PAKAR DIAGNOSA PENYAKIT ASIDOSIS TUBULUS RENALIS MENGGUNAKAN METODE CERTAINTY FACTOR DENGAN PENULUSURAN FORWARD CHAINING, MEDIA Inform. BUDIDARMA. 1 (2017).