

SISTEM PAKAR MENDIAGNOSA KELAHIRAN BAYI PREMATUR DENGAN MENGGUNAKAN METODE TEOREMA BAYES

Fitri Julianti Nababan

Mahasiswa Program Studi Teknik Informatika, STMIK Budi Darma, Medan, Indonesia
Jln. Sisingamangaraja No. 338 Simp Limun, Medan, Indonesia

ABSTRAK

Kesehatan adalah harta yang paling penting dalam kehidupan, jika kesehatan terganggu (sakit) maka aktivitas seseorang akan terganggu. Kelahiran prematur adalah kelahiran yang berlangsung pada umur kehamilan yang belum cukup umur untuk dilahirkan dan basis pengetahuan yang dinamis. Sistem pengetahuan dalam sistem ini dapat dilakukan klasifikasi penyakit berdasarkan gejala yang dialami sehingga dapat disimpulkan penyakit yang diderita oleh pengguna. Sistem pakar diagnosa kelahiran prematur merupakan suatu sistem yang dirancang sebagai alat bantu dokter untuk mendignosa kelahiran bayi prematur dengan basis pengetahuan yang dinamis. Sistem pengetahuan dalam sistem ini dapat dilakukan klasifikasi penyakit berdasarkan gejala yang dialami sehingga dapat disimpulkan penyakit yang diderita oleh pengguna. Teorema Bayes adalah metode yang digunakan penulis untuk memecahkan masalah dalam sistem pakar ini, sistem ini akan menampilkan pertanyaan dimana pertanyaan tersebut sesuai dengan gejala-gejala yang telah diinput oleh admin (pakar) sehingga, didapatkan hasil perhitungan dari pertanyaan-pertanyaan tersebut dengan menggunakan konsep probabilitas atau kemungkinan. Dalam sistem, login hanya digunakan oleh admin atau pakar dimana admin atau pakar dapat masuk untuk mengedit data-data didalam sistem.

Kata Kunci: Sistem Pakar, Kelahiran Prematur, Teorema Bayes

I. PENDAHULUAN

Kelahiran prematur adalah kelahiran yang berlangsung pada umur kehamilan 20 minggu hingga 28 minggu dihitung dari hari pertama haid. Minggu-minggu terakhir kehamilan merupakan saat paling penting untuk proses pertumbuhan janin, khususnya otak dan paru-paru. Maka dari itu, bayi yang lahir prematur cenderung mengalami gangguan medis lebih serius dan harus dirawat di rumah sakit lebih lama dari bayi yang lahir normal.

Sistem pakar adalah sistem berbasis komputer yang mampu menyamai atau meniru kemampuan seorang pakar dalam menyelesaikan suatu masalah. Sistem ini dirancang untuk meniru keahlian seorang pakar dalam menjawab pertanyaan dan menyelesaikan suatu permasalahan baik di bidang kesehatan atau kedokteran, bisnis, ekonomi dan sebagainya. Peran penting seorang pakar dapat diganti oleh program komputer yang prinsip kerjanya untuk memberikan solusi seperti yang dilakukan oleh pakar [1] (jurnal teknik informatika Yasidah Nur Istiqomahd (07018047), Abdul Fadlil (0510076701)).

Teorema Bayes merupakan metode yang baik didalam mesin pembelajaran berdasarkan data training, dengan menggunakan probabilitas bersyarat sebagai dasarnya. *Metode bayes* juga merupakan suatu metode untuk menghasilkan estimasi parameter dengan menggabungkan informasi dari sampel dan informasi lain yang telah tersedia sebelumnya. Metode teorema bayes telah diterapkan dalam kasus “Sistem pakar diagnosa penyakit hyperopia dan myopia pada manusia berbasis android menggunakan *teorema bayes* [1].

II. TEORITIS

A. Kecerdasan Buatan

Kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*) merupakan cabang dari ilmu komputer yang koncern

dengan pengautomatisasi tingkah laku cerdas[1]. Pernyataan tersebut juga dapat dijadikan definisi dari *Artificial Intelligence*. Definisi ini menunjukkan bahwa *Artificial Intelligence* adalah bagian dari computer sehingga harus didasarkan pada *sound theoretical* (teori suara) dan prinsip-prinsip aplikasi dari bidangnya. Prinsip-prinsip ini meliputi struktur data yang digunakan representasi pengetahuan, algoritma yang diperlukan untuk mengaplikasikan pengetahuan tersebut, serta bahasa dan teknik pemrograman yang digunakan dalam mengimplementasiakannya.

B. Sistem Pakar

Sistem Pakar (*Expert System*) adalah salah satu cabang dari AI yang membuat penggunaan secara luas *knowledge* yang khusus untuk penyelesaian 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 bidang yang diamiliki[3].

Sistem pakar (*expert system*) mulai dikembangkan pada pertengahan tahun 1970-an oleh *Artificial Intelligence Corporation*. Sistem pakar yang muncul pertama kali adalah *General-purpose Problem Solver* (GPS) yang merupakan sebuah *predecessor* untuk menyusun langkah-langkah yang dibutuhkan untuk mengubah situasi awal menjadi state tujuan yang telah ditentukan sebelumnya dengan menggunakan domain masalah yang kompleks.

Sistem pakar dapat diterapkan untuk persoalan di bidang industri, pertanian, bisnis, kedokteran, militer, komunikasi dan transportasi, pariwisata, pendidikan, dan lain sebagainya. Permasalahan tersebut bersifat

cukup kompleks dan terkadang tidak memiliki algoritma yang jelas di dalam pemecahannya, sehingga dibutuhkan kemampuan seorang atau beberapa ahli untuk mencari sistematika penyelesaiannya secara evolutif.

C. Metode Teorema Bayes

Teorema Bayes ditemukan oleh Reverend Thomas Bayes (1701-1761). Pada umumnya, teori Bayes digunakan untuk menghitung nilai kebenaran probabilitas dari suatu *evidence*. Didalam teori probabilitas dan statistika, teorema Bayes juga dikenal sebagai sebuah teori dengan dua penafsiran yang berbeda. Dalam penafsiran Bayes, teori ini menyatakan seberapa jauh derajat kepercayaan subjektif harus berubah secara rasional ketika ada petunjuk baru[4]. Teori ini merupakan dasar dari statistika Bayes dan memiliki penerapan dalam sains, rakayasa, ilmu ekonomi (terutama ilmu ekonomi mikro), teori games, kedokteran dan hukum. Dapat dirumuskan dalam persamaan Bayes sebagai berikut:

$$P(H|E) = \frac{P(E|H).P(H)}{P(E)}$$

Keterangan :

$P(H|E)$: Probabilitas hipotesa H jika diketahui evidence E.

$P(E|H)$: Probabilitas munculnya evidence E jika diketahui hipotesa H.

$P(H)$: Probabilitas hipotesa H.

$P(E)$: Probabilitas evidence E.

D. Diagnosa

Diagnosa merupakan tahapan dan hasil dari diagnosis suatu penyakit yang diderita oleh pasien atau penderita. Dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), Diagnosa adalah penentuan jenis penyakit dengan cara meneliti atau memeriksa gejala-gejalanya. Diagnosis adalah proses menentukan hakekat dari pada kelalaian atau ketidakmampuan dengan ujian, melalui ujian tersebut dilakukan suatu penelitian yang hati-hati terhadap fakta-fakta untuk menentukan masalahnya. Diagnosis adalah suatu analisis terhadap kelainan kelainan atau salah penyesuaian dari simptom-simptomnya.

Secara umum diagnosa adalah mengidentifikasi suatu gejala dari suatu penyakit melalui pengujian dan penelitian yang dilakukan oleh seorang pakar untuk menentukan jenis penyakit yang diderita pasien.

E. Kelahiran Prematur

Kelahiran prematur adalah kelahiran yang berlangsung pada umur kehamilan 20 minggu hingga 28 minggu dihitung dari hari pertama haid. Minggu-minggu terakhir kehamilan merupakan saat paling

penting untuk proses pertumbuhan janin, khususnya otak dan paru-paru. Maka dari itu, bayi yang lahir prematur cenderung mengalami gangguan medis lebih serius dan harus dirawat di rumah sakit lebih lama dari bayi yang lahir normal. Kelahiran prematur merupakan masalah penting dibidang reproduksi manusia baik di negara maju maupun negara berkembang seperti Indonesia. Sebesar 70% penyebab tingginya kematian disebabkan oleh persalinan prematur.

Kelahiran prematur dapat disebabkan karena adanya masalah kesehatan pada ibu hamil maupun pada janin itu sendiri yang merupakan faktor risiko dari terjadinya kelahiran prematur. Ibu dan anak yang dilahirkan dapat mengalami berbagai masalah kesehatan dikarenakan ibu belum siap secara mental dan fisik untuk melakukan persalinan, sedangkan pada bayi belum terjadi kematangan organ janin ketika dilahirkan yang mengakibatkan banyaknya organ tubuh yang belum dapat bekerja secara sempurna. Hal ini mengakibatkan bayi prematur sulit menyesuaikan diri dengan kehidupan luar

III. ANALISA DAN PEMBAHASAN

Kelahiran bayi prematur merupakan lahirnya bayi sebelum kehamilan berusia lengkap 37 minggu. Konsep prematuritas mencakup ketidakmatangan biologis janin untuk hidup diluar rahim ibunya. Berbagai cara yang sederhana dengan anamnesia dan pemeriksaan klinik telah dilakukan untuk mendeteksi dini dan memprediksi kejadian persalinan prematur.

Gejala yang timbul dalam kelahiran bayi prematur adalah:

1. Kontraksi yang terus berulang pada rahim dini setiap 10 menit
2. Keluar darah dari vagina
3. Infeksi saluran genital ibu.
4. Cairan vagina yang tidak normal
5. Kram perut bawah seperti pra-menstruasi
6. Gejala flu klasik
7. Sakit punggung bawah yang tidak pernah dirasakan sebelumnya

Mula-mula calon ibu mengalami gejala flu klasik dan kemudian calon ibu mengalami sakit punggung bawah yang tidak pernah dirasakan sebelumnya dan seakan menekan ke rahim sampai perut bawah terasa sangat kram seperti pra menstruasi dan seakan-akan bayi ingin keluar dari rahim calon ibu, kemudian infeksi saluran genital calon ibu hingga sering keluar cairan dari vagina ibu yang tidak normal terus menerus, ini merupakan gejala awal dari kelahiran bayi prematur, kemudian gejala yang dialami selanjutnya keluar darah dari vagina dan menyebabkan kontraksi pada rahim dan terus berulang hingga 10 menit sekali.

Penanganan pada kelahiran prematur dibagi dua, yaitu penanganan sebelum bayi lahir dan penanganan setelah bayi lahir. Jika pasien mengalami

kontraksi terjadi lebih awal saat hendak melahirkan, dokter akan memberikan obat untuk menghentikan kontraksi dan meredakan rasa sakit yang dirasakan. Dokter juga akan memberikan suntikan steroid untuk mengurangi risiko komplikasi pada bayi yang lahir prematur.

Untuk mengantisipasi masalah diatas maka penulis merancang suatu sistem pakar mendiagnosa Kelahiran Bayi Prematur dengan adanya program perancangan perangkat lunak ini diharapkan dapat membantu para dokter maupun pasien agar dapat mencegah/penanganan dini terjadinya Kelahiran Bayi Prematur. Dari sumber yang dapat dipercaya maka diperoleh beberapa gejala-gejala terjadinya Kelahiran Bayi Prematur adalah sebagai berikut :

Tabel 1. Gejala dan Nilai Kelahiran Bayi Prematur

No	Kode	Gejala	Nilai
1	G1	Kontraksi kehamilan yang terus berulang pada rahim dini setiap 10 menit	0.8
2	G2	Keluar darah dari vagina	0.6
3	G3	Infeksi saluran genital ibu	0.4
4	G4	Cairan vagina yang tidak normal	0.4
5	G5	Kram perut bawah seperti pra-menstruasi	0.4
6	G6	Gejala flu klasik	0.2
7	G7	Sakit punggung bawah yang tidak pernah dirasakan sebelumnya	0.4

Sumber : dr. Hulman Sitompul Sp. OG

Sumber: dr. Hulman Sitompul Sp. OG

Sebagai contoh proses pemberian bobot pada setiap premis (gejala) hingga memperoleh persentase keyakinan untuk mengidentifikasi gejala kelahiran bayi prematur. Tabel presentasi kesimpulannya dapat dilihat dibawah ini :

Tabel 2. Persentasi Kesimpulan

TINGKAT PRESENTASI	NILAI KEMUNGKINAN
0-50 %	Sedikit Kemungkinan atau Kemungkinan Kecil
51- 79 %	Kemungkinan
80- 99 %	Kemungkinan Besar

TINGKAT PRESENTASI	NILAI KEMUNGKINAN
100 %	Sangat Yakin

Tabel 3. Solusi Persentasi Kesimpulan

TINGKAT PRESENTASI	SOLUSI
0-50 %	Mencukupi kebutuhan nutrisi dan menjauhkan makanan, minuman yang bersoda
51- 100 %	Rutin melakukan pemeriksaan kehamilan ke dokter dan menjalani pola hidup sehat

Penerapan Metode Teorema Bayes Untuk Kelahiran Bayi Prematur

Adapun analisa terhadap sistem pakar yang dibangun merupakan *rule* yang menerapkan metode *bayes*, metode *bayes* salah satu metode untuk mengatasi ketidakpastian suatu data, yang kemudian dapat dirumuskan dalam persamaan bayes. Adapun analisa terhadap sistem pakar yang dibangun adalah *rule* yang merupakan metode *teorema bayes*, metode *teorema bayes* merupakan satu metode untuk mengatasi ketidakpastian suatu data.

Nilai 0 menunjukan bahwa user tidak mengalami gejala seperti yang dinyatakan oleh sistem. Semakin pengguna konsultasi yakin bahwa gejala tersebut memang dialami, maka semakin tinggi pula hasil presentase keyakinan yang diperoleh. Proses perhitungan presentase kepercayaan diawali dengan pemecahan sebuah *rule* yang memiliki premis majemuk, menjadi *rule* yang memiliki premis tunggal. Kemudian masing-masing aturan baru dihitung *teorema bayesnya*, sehingga diperoleh nilai *teorema bayes* untuk masing-masing aturan. Kemudian nilai *teorema bayes* tersebut dikombinasikan. Sebagai contoh, proses pemberian bobot pada setiap premis (gejala) hingga memperoleh presentase kemungkinan untuk kelahiran bayi prematur yang kemudian dapat dirumuskan dalam persamaan *teorema bayes* yaitu :

$$P(H|E) = \frac{P(E|H).P(H)}{P(E)}$$

Dari tabel 3.1 dapat dilihat gejala dari kelahiran bayi prematur, maka setelah itu penulis memasukan bobot atau terminologi kepastian dari gejala yang ada. Terminologinya dapat dilihat dibawah ini :

Tabel 6. Terminologi Kepastian

Terminologi Kepastian	A/B
Pasti	1.0

Terminologi Kepastian	A/B
Hampir Pasti	0.8
Cukup Pasti	0.6
Kurang Pasti	0.4
Tidak Tahu	0.2
Tidak pasti	0

Contoh Soal : Seorang Pasien mengalami gejala pada kehamilannya. Namun pasien tersebut tidak tahu pasti gejala apakah yang menyerang kehamilannya. Pasien melakukan diagnosa terhadap gejala yang dialami saat hamil. Dengan memberikan nilai *evidence* terhadap gejala kehamilan yang sedang pasien alami sebagai berikut :

Langkah pertama, pakar menentukan nilai *teorema bayes* untuk masing-masing gejala sebagai berikut :
 TBpakar (Kontraksi kehamilan yang terus berulang pada rahim dini setiap 10 menit)= 0.8
 TBpakar (Keluar darah dari vagina) = 0.6
 TBpakar (Infeksi saluran genital ibu)= 0.4
 TBpakar (Cairan vagina yang tidak normal)= 0.4
 TBpakar (Kram perut bawah seperti pra-menstruasi) = 0.4
 TBpakar (Gejala flu klasik) = 0.2
 TBpakar (Sakit punggung bawah tidak pernah dirasakan sebelumnya)= 0.4

Misalkan *user* memilih jawaban sebagai berikut :
 Kontraksi kehamilan yang terus berulang pada rahim dini setiap 10 menit = 1.0
 Keluar darah dari vagina = 0.6
 Infeksi saluran genital ibu = 0.2
 Cairan vagina yang tidak normal = 0.4
 Kram perut bawah seperti pra-menstruasi = 0.4
 Gejala flu klasik = 0.2
 Sakit punggung bawah tidak pernah dirasakan sebelumnya = 0.4

Dari *rule base* di atas dapat dicari *teorema bayes* untuk menentukan kelahiran bayi prematur dalam kaidah tersebut kemudian dihitung nilai *bayesnya* dengan mengalikan *user* dengan pakar menjadi :

$$P[H]1 = \frac{H1}{H1 + H2 + H3 + H4 + H5 + H6 + H7}$$

$$= \frac{0.8}{0.8 + 0.6 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.2 + 0.4}$$

$$= \frac{0.8}{3.2}$$

$$= 0.25$$

$$P[H]2 = \frac{H2}{H1 + H2 + H3 + H4 + H5 + H6 + H7}$$

$$= \frac{0.6}{0.8 + 0.6 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.2 + 0.4}$$

$$= \frac{0.6}{3.2}$$

$$= 0.18$$

$$P[H]3 = \frac{H3}{H1 + H2 + H3 + H4 + H5 + H6 + H7}$$

$$= \frac{0.4}{0.8 + 0.6 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.2 + 0.4}$$

$$= \frac{0.4}{3.2}$$

$$= 0.12$$

$$P[H]4 = \frac{H4}{H1 + H2 + H3 + H4 + H5 + H6 + H7}$$

$$= \frac{0.4}{0.8 + 0.6 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.2 + 0.4}$$

$$= \frac{0.4}{3.2}$$

$$= 0.12$$

$$P[H]5 = \frac{H5}{H1 + H2 + H3 + H4 + H5 + H6 + H7}$$

$$= \frac{0.4}{0.8 + 0.6 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.2 + 0.4}$$

$$= \frac{0.4}{3.2}$$

$$= 0.12$$

$$P[H]6 = \frac{H6}{H1 + H2 + H3 + H4 + H5 + H6 + H7}$$

$$= \frac{0.2}{0.8 + 0.6 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.2 + 0.4}$$

$$= \frac{0.2}{3.2}$$

$$= 0.06$$

$$P[H]7 = \frac{H7}{H1 + H2 + H3 + H4 + H5 + H6 + H7}$$

$$= \frac{0.2}{0.8 + 0.6 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.2 + 0.4}$$

$$= \frac{0.2}{3.2}$$

$$= 0.12$$

Setelah nilai $P(H_i)$ diketahui, probabilitas hipotesis H tanpa memandang *Evidence* apapun, maka langkah selanjutnya adalah:

$$P[H|E] i = \frac{P[E|H]i * P[H]i}{\sum_{E=1}^n P[E|H]i * P[H]i}$$

$$= \frac{P[E|H]i * P[H]i}{P[E|H]1 * P[H]1 + P[E|H]2 * P[H]2 + \dots \dots \dots n}$$

$$\sum_{k=1}^n = P(H_i) * P(E \setminus H_i - n)$$

$$= P(H1) * P(E|H1) + P(H2) * P(E|H2) + P(H3) * P(E|H3) + P(H4) * P(E|H4) + P(H5) * P(E|H5) + P(H6) * P(E|H6) + P(H7) * P(E|H7)$$

$$= (1.0 * 0.25) + (0.6 * 0.18) + (0.2 * 0.12) + (0.4 * 0.12) + (0.4 * 0.12) + (0.2 * 0.6) + (0.4 * 0.12)$$

$$= 0.25 + 0.108 + 0.023 + 0.048 + 0.048 + 0.023 + 0.048$$

$$= 0.548$$

Langkah selanjutnya adalah mencari nilai $P(H_i \setminus E)$ atau probabilitas hipotesis H_i benar jika diberikan *evidence* E .

$$P(H_i) = \frac{P(E \setminus H_i) * P(H_i)}{\sum_{k=1}^n P(E \setminus H_i) * P(H_i)}$$

$$\begin{aligned}
 P(H1 \setminus E) &= \frac{1.0 * 0.25}{0.548} = 0.456 \\
 P(H2 \setminus E) &= \frac{0.6 * 0.18}{0.548} = 0.196 \\
 P(H3 \setminus E) &= \frac{0.2 * 0.12}{0.548} = 0.043 \\
 P(H4 \setminus E) &= \frac{0.4 * 0.12}{0.548} = 0.087 \\
 P(H5 \setminus E) &= \frac{0.548}{0.4 * 0.12} = 0.087 \\
 P(H6 \setminus E) &= \frac{0.2 * 0.06}{0.548} = 0.043 \\
 P(H7 \setminus E) &= \frac{0.4 * 0.12}{0.548} = 0.087
 \end{aligned}$$

Setelah seluruh nilai $P(H_i \setminus E)$ diketahui, maka jumlahkan seluruh nilai *bayes*nya dengan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \sum_{k=1}^n \text{Bayes} &= \text{Bayes1} * H1 + \text{Bayes2} * H2 + \text{Bayes 3} \\
 &\quad * H3 + \text{Bayes 4} * H4 + \text{Bayes 5} \\
 &\quad * H5 + \text{Bayes 6} * H6 + \text{Bayes 7} \\
 &\quad * H7 \\
 &= 0.8 * 0.456 + 0.6 * 0.197 + \\
 &\quad 0.4 * 0.043 + 0.4 * 0.087 + \\
 &\quad 0.4 * 0.043 + 0.2 * 0.043 + \\
 &\quad 0.4 * 0.087 \\
 &= \\
 &= 0.3648 + 0.1182 + 0.0172 + 0.0348 \\
 &\quad + 0.0348 + 0.0086 + 0.0348 \\
 &= 0.6132
 \end{aligned}$$

Kesimpulan : Dari kesimpulan perhitungan gejala diatas maka dapat disimpulkan pasien kemungkinan akan melahirkan bayi prematur 61.32% dan solusinya yaitu dengan rutin melakukan pemeriksaan kehamilan kedokter dan menjalani pola hidup sehat.

V. KESIMPULAN

Dalam proses perancangan serta pembuatan program aplikasi sistem pakar diagnosa kelahiran bayi prematur dengan metode *teorema bayes* ini, ada beberapa kesimpulan yang dapat disampaikan penulis sebagai hasil dari evaluasi pengembangan sistem dalam skripsi ini. Adapun kesimpulannya sebagai berikut:

1. Mendiagnosa kelahiran bayi prematur dengan sistem pakar melihat dari gejala gejala yang dialami calon ibu dapat dilakukan untuk membantu para calon ibu untuk mengetahui kelahiran bayi prematur.
2. Dengan menggunakan metode *teorema bayes* dalam mendiagnosa kelahiran bayi prematur dapat menghasilkan perhitungan valid yang sama dengan perhitungan manual sehingga proses diagnosa dapat dilakukan dengan cepat dan akurat.
3. Dalam perancangan aplikasi ini menggunakan bahasa pemrograman *Visual Basic Net 2008* dan dengan *MySQL* sebagai pengolah data.

REFERENCES

- [1] Widodo Budiharto and Derwin Suhartono, *Artificial Intelligence Konsep Dan Penerapannya*. Yogyakarta: Andi, 2014.
- [2] Muhammad Arhami, *Konsep Dasar Sistem Pakar*. Yogyakarta: Andi, 2005.
- [3] Puput Shinta Dewi, Ryana Dwi Lestari, Ryani Tri Lestari, "Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Ikan Koi Dengan Metode Bayes," *Jurnal Ilmiah Komputer dan Informatika*, vol. 4, no. 1, Maret 2015.
- [4] Prof. DR. Dr. Sofie R. Krisnadi, SpOG(K), *Prematuritas*, Refika Aditama, Bandung: Oktober 2009.
- [5] Prabowo Pudjo Widodo and Herlawati, *Analisis Dan Perancangan*. Bandung: Informatika, 2011.
- [6] Primanda Arif Aditya, *Dasar-Dasar Pemrograman Database Dekstop Dengan Visual Basic Net 2008*. Jakarta: Pt. Alex Media Komputindo, 2013.
- [7] R. P. Tanjung and Mesran, "SISTEM PAKAR MENDETEKSI KERUSAKAN MESIN LAS INVERTER DENGAN METODE CERTAINTY FACTOR," *Maj. Ilm. INFOTEK*, vol. 2, no. 1, pp. 62–64, 2017.
- [8] R. Miranda, N. A. Hasibuan, P. Pristiawanto, and M. Mesran, "SISTEM PAKAR MENDIAGNOSA PENYAKIT JAMUR AKAR PUTIH (RIQIDOPORUS LIGNOSUS) PADA TANAMAN KARET (HAVEA BRASILIENSIS) DENGAN METODE CERTAINTY FACTOR," *JURIKOM (Jurnal Ris. Komputer)*, vol. 3, no. 6, Dec. 2016.
- [9] I. Sumatomo, D. Arisandi, A. P. U. Siahaan, and 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.
- [10] 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.
- [11] 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.