

Perancangan Sistem Pakar untuk Menentukan Metode Keluarga Berencana Alami (KBA) Menggunakan Metode Fuzzy Tsukamoto

Noviyanti P^{1*}, Yuliana²

^{1,2} Teknologi Informasi, Institut Shanti Bhuana, Indonesia

Email: ¹noviyanti@shantibhuana.ac.id, ²yuliana@shantibhuana.ac.id

Email Korespondensi : noviyanti@shantibhuana.ac.id

Abstrak- Sistem pakar adalah sistem yang dapat memberikan solusi atau rekomendasi berdasarkan pengetahuan yang dimiliki oleh para ahli pada bidang tertentu. Pada penelitian ini, dirancang sebuah sistem pakar untuk menentukan metode Keluarga Berencana Alami (KBA) menggunakan metode Fuzzy Tsukamoto. Metode penelitian yang digunakan adalah metode penelitian dan pengembangan dengan tahapan analisis kebutuhan, perancangan sistem, implementasi, dan evaluasi. Sistem pakar ini dibangun menggunakan bahasa pemrograman PHP dan MySQL sebagai database. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem pakar dapat memberikan rekomendasi metode KBA berdasarkan kondisi fisik, kesehatan, dan riwayat kesehatan pasangan. Pengguna hanya perlu memasukkan data yang dibutuhkan, kemudian sistem akan memberikan hasil rekomendasi secara cepat dan akurat. Diharapkan sistem pakar yang dirancang dapat membantu para ahli dan praktisi di bidang KBA dalam memberikan rekomendasi metode yang tepat untuk pasien. Selain itu, sistem pakar ini dapat menjadi referensi bagi masyarakat yang ingin memperoleh informasi mengenai KBA dan memilih metode yang tepat sesuai dengan kondisi kesehatan mereka

Kata Kunci: Sistem Pakar, Metode Penelitian dan Pengembangan, Fuzzy Tsukamoto, Keluarga Berencana Alami (KBA), Rekomendasi Metode

Abstract-An expert system is a system that can provide solutions or recommendations based on the knowledge possessed by experts in a particular field. In this study, an expert system was designed to determine the Natural Family Planning (KBA) method using the Fuzzy Tsukamoto method. The research method used is the research and development method with the stages of needs analysis, system design, implementation, and evaluation. This expert system was built using the programming language PHP and MySQL as the database. The results showed that the expert system could provide recommendations for NFP methods based on the physical condition, health, and medical history of the partner. Users only need to enter the required data, then the system will provide recommendations quickly and accurately. It is hoped that the designed expert system can assist experts and practitioners in the field of NFP in providing recommendations for the right method for patients. In addition, this expert system can be a reference for people who want to obtain information about NFP and choose the right method according to their health conditions.

Keywords: Expert System, Research and Development Methods, Fuzzy Tsukamoto, Natural Family Planning (KBA), Method Recommendations

1. PENDAHULUAN

Keluarga Berencana (KB) adalah program untuk membantu keluarga sehat dan membatasi kelahiran, sehingga dapat membantu keluarga menjadi sejahtera. Program keluarga berencana merupakan program untuk kesejahteraan masyarakat yang dikelola oleh Badan Keluarga Berencana Nasional (BKKBN). Terdapat beberapa cara yang diberikan oleh petugas kesehatan dalam melakukan program KB dengan menggunakan alat-alat kontrasepsi seperti obat-obatan, suntik, implant, dan lain sebagainya. Penggunaan kontrasepsi ini memang menjadi pilihan para keluarga agar memudahkan program KB tiap keluarga. Namun perlu diketahui terdapat berbagai efek samping yang dapat muncul akibat penggunaan kontrasepsi tersebut karena kontrasepsi tersebut bersifat hormonal. Tidak sedikit yang mengalami perubahan setelah mengkonsumsi kontrasepsi atau yang menggunakan alat kontrasepsi tersebut. Hal ini tentu dapat menjadi bahan pertimbangan dalam menggunakan program KB berupa obat-obatan atau alat kontrasepsi tersebut.

Kontrasepsi hormonal merujuk pada kontrol kelahiran yang bekerja pada sistem endokrin dimana kontrasepsi ini merupakan kombinasi antara hormon estrogen dan beberapa jenis hormon progestik sintetis. Macam-macam bentuk alat kontrasepsi hormonal diantaranya Pil KB, Cincin Vagina, Suntikan atau Injeksi, Patch/Koyo, Implan, dan KB Spiral/IUD. Efek samping yang disebabkan oleh penggunaan alat kontrasepsi ini terhadap ibu rumah tangga pada umumnya mengalami nyeri kepala, peningkatan berat badan, gangguan haid, perubahan cairan vagina, nyeri vagina, perubahan mood, dan perubahan hasrat seksual. Setiap ibu rumah tangga tidak selalu cocok dengan obat-obatan atau alat kontrasepsi, sehingga

apabila terjadi ketidakcocokan obat atau alat kontrasepsi maka ibu rumah tangga akan disarankan oleh petugas kesehatan untuk mengganti obat atau alat kontrasepsi lain yang kemudian akan dicoba lagi oleh ibu rumah tangga [1].

Penggunaan kontrasepsi hormonal menjadi salah satu penyebab disfungsi seksual karena kandungan yang terdapat didalam kontrasepsi tersebut dapat mempengaruhi fungsi fisiologis hormonal sehingga hal ini dapat menimbulkan berbagai gangguan seksual [2]. Dari 21 sampel yang menggunakan alat kontrasepsi hormonal terdapat 18 orang mengalami kanker serviks dan 3 orang lainnya negatif kanker serviks, penggunaan kontrasepsi hormonal beresiko memicu terjadinya kanker serviks dan beresiko sebesar 0,18 kali [3].

Selain kontrasepsi hormonal terdapat pula cara non hormonal yang dikenal dengan keluarga berencana alami (KBA). Program non hormonal memiliki kelebihan karena tidak memberikan efek samping. KBA juga dapat membantu para wanita dari berbagai efek samping seperti efek samping yang ditimbulkan oleh kontrasepsi hormonal dan KBA dapat memberikan kelebihan agar wanita tetap dapat menjaga kesehatan dan setidaknya mengurangi potensi mengalami penyakit serius. Program ini mengutamakan komitmen antara suami istri agar mengikuti aturan dari program non hormonal keluarga berencana alami, yaitu tidak melakukan hubungan seksual ketika sedang pada masa subur dan dapat melakukan hubungan ketika melewati masa subur tersebut, sehingga dengan menggunakan program KBA ini suami istri tidak dapat melakukan hubungan seksual setiap hari.

Masa subur merupakan fase terjadinya ovulasi atau pelepasan sel telur dari ovarium [4]. Masa subur menjadi fase yang baik untuk berhubungan bagi pasangan yang ingin memiliki anak, namun tidak bagi yang ingin menunda memiliki anak. Masa subur dapat diketahui menggunakan beberapa metode, seperti metode kalender, metode suhu basal tubuh, metode lendir serviks, metode sym to thermal, dan metode coitus interruptus [4].

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dirancang sebuah sistem pakar yang dapat membantu pasangan suami istri dalam menggunakan metode keluarga berencana alami. Sistem ini menggunakan metode kalender yang dapat mengetahui fase subur wanita berdasarkan siklus menstruasi wanita dengan mengetahui periode menstruasi di 5-6 bulan sebelumnya, dan juga menggunakan metode lendir serviks. Kedua metode ini cukup membantu dan memudahkan bagi pasangan yang ingin menggunakan metode keluarga berencana alami (KBA). Sistem Pakar untuk menentukan KBA (Keluarga Berencana Alami) ini menggunakan Metode Fuzzy Tsukamoto.

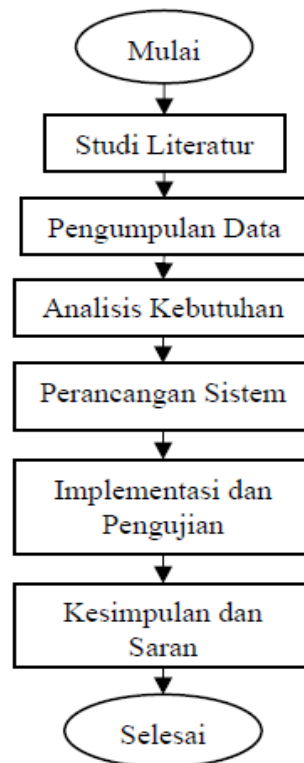
Sistem pakar merupakan perangkat lunak yang dirancang sedemikian rupa untuk membantu para awam [5], [6], [7]. Para awam atau yang bukan pakar pada bidang tertentu dapat memperoleh pengetahuan dari sebuah sistem yang telah dikemas dan dapat dengan mudah diakses. Pakar memiliki peran penting karena pengetahuan atau keahlian yang dimiliki oleh pakar tersebut akan membantu dalam proses penyelesaian masalah [8]. Metode Fuzzy merupakan metode yang berdasarkan pada derajat keanggotaan suatu teori himpunan fuzzy. Nilai derajat keanggotaan menjadi konsep utama penalaran menggunakan logika Fuzzy [9], [10], [11]. Metode Fuzzy Tsukamoto menggunakan penalaran monoton dengan teknik implikasi fuzzy. Aturan sederhana dari metode ini bersifat konsekuen dalam bentuk aturan IF-THEN [12].

Metode Fuzzy Tsukamoto cukup mampu dalam memetakan proposal yang memiliki kualitas layak hibah. Metode ini diterapkan untuk menentukan kualitas proposal layak hibah. Dengan adanya sistem yang terkomputerisasi dapat membantu dalam proses pengajuan proposal hingga pelaporan [13]. Selain itu penerapan metode Fuzzy Tsukamoto pada sistem pakar juga dilakukan untuk mendiagnosa autisme pada anak [14]. Manfaat yang diberikan dari penelitian yang dilakukan tersebut adalah dapat menghasilkan sistem atau perangkat lunak yang dapat memberikan pengetahuan pada orang tua untuk dapat mengetahui gejala awal autisme pada anak.

Implementasi *Fuzzy Inference System* juga diterapkan untuk menentukan alat kontrasepsi program keluarga berencana [15]. Menurut penelitian tersebut pemilihan kontrasepsi dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya faktor ekonomi, kesehatan, dan lain sebagainya. Tujuan dilakukannya penelitian tersebut adalah untuk memudahkan akseptor dalam menentukan kontrasepsi yang cocok berdasarkan pada beberapa faktor yang mempengaruhi tersebut. Pada penelitian tersebut menggunakan *fuzzy inference system* untuk proses pengambilan keputusan. Perbedaan penelitian yang akan dilakukan dengan penelitian sebelumnya, yaitu bahwa metode keluarga berencana alami tidak mempengaruhi ekonomi maupun kesehatan, yang paling penting adalah komitmen antara suami dan istri untuk mengikuti panduan keluarga berencana alami saat ingin memiliki anak ataupun menunda untuk memiliki anak.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Alur penelitian secara umum yang dilakukan terdiri dari studi literatur, pengumpulan data, analisis kebutuhan, perancangan sistem, implemenatasi dan pengujian, dan terakhir kesimpulan saran. Alur penelitian yang dilakukan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Alur Penelitian Secara Umum

Gambar 1 merupakan alur penelitian secara umum dan terjabar menjadi sebagai berikut :

1. Studi Literatur, mengumpulkan materi dan referensi terkait untuk menunjang penelitian yang akan dilakukan dan menjadi acuan dalam menemukan masalah yang akan diangkat pada penelitian ini.
2. Pengumpulan Data, setelah dilakukan studi literatur dan telah menentukan topik penelitian, selanjutnya dilakukan pengumpulan data. Pengumpulan data dilakukan dengan mengumpulkan buku atau referensi terkait dan bantuan pakar, yaitu dokter kandungan. Dalam melakukan pengumpulan data yang perlu diketahui adalah apa saja yang mempengaruhi masa subur seorang wanita, sehingga pada penelitian ini menggunakan dua (2) faktor yang dapat mempengaruhi masa subur, yaitu siklus menstruasi dan kondisi lendir serviks. Siklus menstruasi setiap wanita berbeda-beda sehingga jadwal masa subur setiap wanita pasti berbeda. Dengan mengetahui siklus menstruasi minimal 5 – 6 bulan sebelumnya dan mengetahui kondisi lendir serviks yang terdiri dari kondisi lendir serviks lengket, basah, atau licin, maka dapat memprediksi kesuburan seorang wanita pada bulan berjalan.

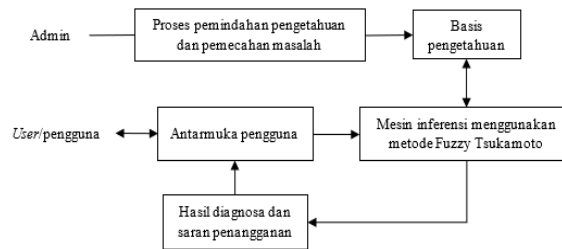
Fase subur wanita menggunakan metode kalender diperoleh berdasarkan siklus menstruasi wanita dengan mengetahui periode menstruasi di 5-6 bulan sebelumnya. Kemudian dari periode menstruasi dibulan sebelumnya tersebut akan diperoleh hari awal masa subur dan hari terakhir masa subur dengan menggunakan rumus perhitungan berdasarkan referensi dari buku dan pakar, yaitu dokter kandungan. [4]

$$\text{hari pertama masa subur} = ((\text{sirkulasi haid terpendek}) - 18)$$

$$\text{hari terakhir masa subur} = ((\text{sirkulasi haid terpanjang}) - 11)$$

Fase subur menggunakan metode lendir serviks dapat diketahui dengan melakukan cek lendir yang keluar pada vagina secara berkala. Terdapat 3 kondisi lendir serviks yang dapat menjadi penentu apakah wanita masuk pada masa subur atau tidak, yaitu kondisi lendir serviks lengket, basah, dan licin [4].

3. Analisis Kebutuhan, analisis kebutuhan pada penelitian ini terdiri dari perangkat lunak (*software*) dan perangkat keras (*hardware*).
4. Perancangan Sistem, perancangan sistem dilakukan dengan membangun basis pengetahuan berupa aturan yang diperoleh dari pakar dan membangun mesin inferensi dengan menggunakan metode Fuzzy Tsukamoto. Adapun diagram alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

Gambar 2 merupakan diagram alir penelitian. Pada diagram alir penelitian tersebut rancangan khusus dan harus ada pada penelitian ini, yaitu basis pengetahuan dan mesin inferensi. Basis pengetahuan dan mesin inferensi merupakan komponen yang terdapat pada sistem pakar. Mesin inferensi menggunakan metode Fuzzy Tsukamoto dengan alur untuk mesin inferensi sendiri dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Mesin Inferensi menggunakan Metode Fuzzy Tsukamoto

Gambar 3 merupakan mesin inferensi menggunakan metode Fuzzy Tsukamoto. Pada mesin inferensi tersebut pengguna akan menginput parameter yang diperlukan untuk dapat mengetahui kesuburannya. Parameter yang diinput terdiri dari siklus menstruasi sebelumnya minimal 5 bulan terakhir dan kondisi lendir serviks pengguna, setelah itu menginput tanggal yang ingin diketahui kesuburannya. Pengguna selanjutnya akan memperoleh hasil subur atau tidak subur ditanggal input tersebut. Proses yang dilakukan untuk mendapatkan hasil akhir tersebut merupakan inti dari mesin inferensinya dengan menggunakan metode Fuzzy Tsukamoto, dari proses fuzzifikasi, menentukan predikat aturan, dan defuzzifikasi.

5. Implementasi dan Pengujian, implementasi dan pengujian dilakukan untuk mengimplementasikan rancangan sistem yang telah dibuat dan untuk memperoleh hasil berupa akurasi yang didapatkan dari keakuratan antara hasil diagnosa pakar dan diagnosa sistem atau aplikasi.
6. Kesimpulan dan Saran, tahap akhir dari penelitian ini adalah memperoleh kesimpulan dan saran.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Variabel input terdiri dari siklus menstruasi dan lendir serviks. Untuk dapat menentukan hasil, pada penelitian ini dilakukan analisa secara manual dan analisa sistem. Analisa manual berisi perhitungan manual dan analisa sistem berisi hasil yang diperoleh dari sistem atau aplikasi. Untuk pengujian akan dilakukan dengan melakukan perbandingan antara hasil diagnosa pakar dan diagnosa sistem atau aplikasi.

1. Analisa Manual

Pengguna terlebih dahulu menginputkan 5-6 siklus menstruasi dibulan-bulan sebelumnya untuk dapat memperoleh tanggal awal subur dan tanggal berakhir masa subur.

Tabel 1. Siklus Menstruasi Pengguna

Bulan	Siklus Menstruasi
Februari	28
Maret	30
April	28
Mei	29
Juni	31
Juli	30

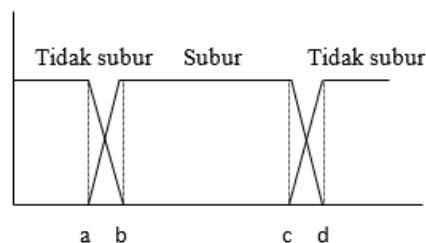
Tabel 1 merupakan variabel input siklus menstruasi dari 6 bulan sebelumnya. Kemudian untuk menentukan tanggal awal masa subur dan tanggal berakhir masa subur menggunakan rumus yang memang sudah diperoleh dari pakar, yaitu: Rumus untuk menentukan Hari awal masa subur adalah nilai terkecil dari siklus menstruasi – 18, sehingga diperoleh perhitungan

$$28 - 18 = 10$$

Jadi hari pertama masa subur adalah pada tanggal 10 Agustus 2021. Kemudian menentukan hari berakhir masa subur adalah nilai terbesar dari siklus menstruasi – 11, sehingga diperoleh perhitungan

$$31 - 11 = 20$$

Jadi hari terakhir masa subur adalah pada tanggal 20 Agustus 2021. Selanjutnya apabila pengguna menginput tanggal 10 Agustus 2021, maka akan dihitung derajat keanggotaan dari tanggal 10 Agustus 2021 tersebut menggunakan rumus dengan kurva trapesium kategorinya subur dan tidak subur sebagai berikut:



Gambar 4. Kurva Trapesium Variabel Tanggal Input

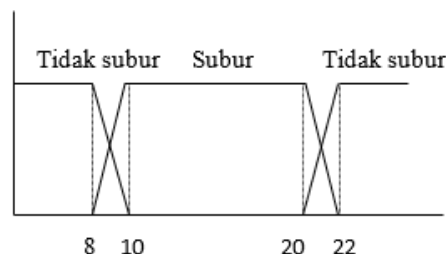
Gambar 4 merupakan kurva trapesium untuk menentukan derajat keanggotaan pada variabel tanggal input dengan fungsi himpunannya, yaitu sebagai berikut :

$$\mu(\text{tidak subur}) = \begin{cases} 1; & x \leq a \\ \frac{(b-x)}{(b-a)}; & a < x < b \\ 0; & x \geq b \end{cases} \quad (1)$$

$$\mu(\text{subur}) = \begin{cases} 1; & b \leq x \leq c \\ \frac{(x-a)}{(b-a)}; & a \leq x < b \\ \frac{(d-x)}{(d-c)}; & c < x \leq d \end{cases} \quad (2)$$

$$\mu(\text{tidak subur}) = \begin{cases} 0; & x \leq c \\ \frac{(x-c)}{(d-c)}; & c < x < d \\ 1; & x \geq d \end{cases} \quad (3)$$

Sehingga diperoleh:



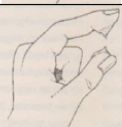
Gambar 5. Himpunan Keanggotaan Variabel Tanggal Input

Gambar 5 merupakan himpunan keanggotaan variabel tanggal input. Untuk nilai $a = 8$ diperoleh dari nilai $b = 2$ karena sebagai pertimbangan user telah mengalami masa subur ditanggal tersebut (hasil konsultasi dengan pakar), begitu pula dengan tanggal berakhir masa subur $d = c + 2$. Sehingga untuk tanggal yang diinput oleh pengguna, yaitu 10 Juli 2021 maka derajat keanggotaan yang diperoleh dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan (2).

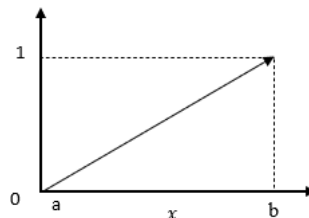
$$\mu(\text{subur}) = 1$$

Selanjutnya pengguna menginput variabel lendir serviks. Pada variabel lendir serviks terdapat 3 kategori. Pengguna akan menginput ketiga kategori ini dengan mengukur sendiri kadar lendir serviksnya. Pada sistem akan terdapat gambar dan ciri-ciri lendir serviks untuk tiap kategori, seperti pada tabel 2.

Tabel 2. Kategori pada Variabel Lendir Serviks

Gambar kondisi lendir serviks	Kategori lendir serviks
	- Lengket Lendir awal sedikit tebal, tampak kuning atau putih keruh dan teksturnya lengket dan kering menyerupai lem ketika disentuh (terjadi setelah menstruasi)
	- Basah Lendir pada masa transisi jumlahnya meningkat, lebih tipis, berawan, sedikit elastis, sedikit encer, dan basah (terjadi saat akan memasuki masa ovulasi)
	- Licin Lendir dengan kesuburan tinggi berjumlah banyak, tipis, transparan, elastis, dan lendir seperti putih telur yang mentah (terjadi dimasa ovulasi)

Sehingga untuk memperoleh nilai derajat keanggotaannya maka digunakan kurva linier naik dengan 3 kategori, yaitu lengket, basah, dan licin.



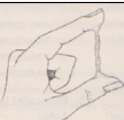
Gambar 6. Kurva Linear Naik Variabel Lendir Serviks

Gambar 6 merupakan kurva linear naik variabel lendir serviks untuk 3 kategori, yaitu lengket, basah, dan licin dengan himpunan keanggotaannya sebagai berikut:

$$\mu(\text{lengket}) = \begin{cases} 0, & x < a \text{ dan } x > b \\ \frac{(x-a)}{(b-a)}, & a \leq x \leq b \end{cases} \quad (4)$$

Sehingga apabila pengguna menginput nilai yang dapat dilihat pada tabel 3 berikut.

Tabel 3. Inputan Pengguna pada Variabel Lendir Serviks

Gambar kondisi lendir serviks	Kategori lendir serviks	Nilai perkiraan user
	- Lengket Lendir awal sedikit tebal, tampak kuning atau putih keruh dan teksturnya lengket dan kering menyerupai lem ketika disentuh (terjadi setelah menstruasi)	1
	- Basah Lendir pada masa transisi jumlahnya meningkat, lebih tipis, berawan, sedikit elastis, sedikit encer, dan basah (terjadi saat akan memasuki masa ovulasi)	3
	- Licin Lendir dengan kesuburan tinggi berjumlah banyak, tipis, transparan, elastis, dan lendir seperti putih telur yang mentah (terjadi dimasa ovulasi)	8

Berdasarkan inputan pengguna pada tabel 3, kondisi lendir serviks lengket diinput oleh user dengan nilai perkiraan 1, kondisi lendir serviks basah dengan nilai perkiraan 3, dan kondisi lendir serviks licin dengan nilai perkiraan 8, sehingga diperoleh derajat keanggotaan untuk tiap kategori dengan menggunakan persamaan (4) adalah sebagai berikut:

$$\mu(\text{lengket}) = \frac{(1 - 0)}{(10 - 0)} = \frac{1}{10} = 0,1$$

$$\mu(\text{basah}) = \frac{(3 - 0)}{(10 - 0)} = \frac{3}{10} = 0,3$$

$$\mu(\text{licin}) = \frac{(8 - 0)}{(10 - 0)} = \frac{8}{10} = 0,8$$

Langkah selanjutnya setelah memperoleh derajat keanggotaan pada tiap variabel, yaitu menentukan aturan. Jadi terdapat 6 aturan yang akan diperoleh dari kombinasi variabel yang ada dan dari konsultasi yang dilakukan dengan pakar, sehingga diperoleh aturan sebagai berikut :

R1 = IF tanggal input subur AND lendir serviks lengket THEN subur.

R2 = IF tanggal input subur AND lendir serviks basah THEN subur.

R3 = IF tanggal input subur AND lendir serviks licin THEN subur.

R4 = IF tanggal input tidak subur AND lendir serviks lengket THEN tidak subur.

R5 = IF tanggal input tidak subur AND lendir serviks basah THEN tidak subur.

R6 = IF tanggal input tidak subur AND lendir serviks licin THEN subur.

Sehingga berdasarkan contoh kasus yang telah diinput oleh pengguna sebelumnya, maka proses inferensinya dengan menggunakan metode Max, adalah sebagai berikut:

R1 = IF tanggal input subur (1) AND lendir serviks lengket (0,1) THEN = subur

$$\alpha_1 = \text{Max}(\mu)\text{tanggal input subur [1]},$$

$$\mu \text{ lendir serviks lengket [0,1]} = 1$$

R2 = IF tanggal input subur (1) AND lendir serviks basah (0,3) THEN = subur

$$\alpha_2 = \text{Max}(\mu)\text{tanggal input subur [1]},$$

$$\mu \text{ lendir serviks basah [0,3]} = 1$$

R3 = IF tanggal input subur (1) AND lendir serviks licin (0,8) THEN = subur

$$\alpha_3 = \text{Max}(\mu)\text{tanggal input subur [1]},$$

$$\mu \text{ lendir serviks licin [0,8]} = 1$$

R4 = IF tanggal input tidak subur (0) AND lendir serviks lengket (0,1) THEN = tidak subur

$$\alpha_4 = \text{Max}(\mu)\text{tanggal input tidak subur [0]},$$

$$\mu \text{ lendir serviks lengket [0,1]} = 0,1$$

R5 = IF tanggal input tidak subur (0) AND lendir serviks basah (0,3) THEN tidak subur

$$\alpha_5 = \text{Max}(\mu) \text{tanggal input tidak subur} [0],$$

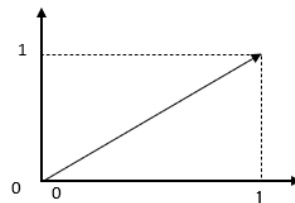
$$\mu \text{ lendir serviks basa} [0,3] = 0,3$$

R6 = IF tanggal input tidak subur (0) AND lendir serviks licin (0,8) THEN subur

$$\alpha_6 = \text{Max}(\mu) \text{tanggal input tidak subur} [0],$$

$$\mu \text{ lendir serviks licin} [0,8] = 0,8$$

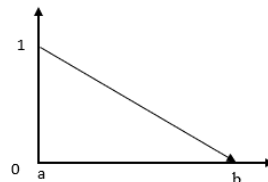
Langkah selanjutnya adalah proses defuzzifikasi dengan menentukan nilai Z pada tiap aturan dengan menggunakan 2 jenis kurva, yaitu kurva linier naik untuk aturan yang bernilai subur dan kurva linier turun untuk aturan yang bernilai tidak subur.



Gambar 7. Kurva Linier Naik Aturan Bernilai Subur

Gambar 7 merupakan kurva linier naik aturan bernilai subur dengan fungsi keanggotaannya seperti pada persamaan 5.

$$Z_{in} = \alpha(\max - \min) + \min \quad (5)$$



Gambar 8. Kurva Linier Turun Aturan Bernilai Tidak Subur

Gambar 8 merupakan kurva linier turun aturan bernilai subur dengan fungsi keanggotaannya seperti pada persamaan 6.

$$Z_{in} = -(\alpha(\max - \min) - \min) \quad (6)$$

Dengan nilai $\max = 1$ dan $\min = 0$

Sehingga diperoleh nilai Z menggunakan persamaan 5 dan 6 berdasarkan aturannya, yaitu sebagai berikut:

R1 = IF tanggal input subur (1) AND lendir serviks lengket (0,1) THEN = subur

$$\alpha_1 = \text{Max}(\mu) \text{tanggal input subur} [1],$$

$$\mu \text{ lendir serviks lengket} [0,1] = 1$$

$$Z_1 = 1(1 - 0) + 0 = 1$$

R2 = IF tanggal input subur (1) AND lendir serviks basah (0,3) THEN = subur

$$\alpha_2 = \text{Max}(\mu) \text{tanggal input subur} [1],$$

$$\mu \text{ lendir serviks basah} [0,3] = 1$$

$$Z_2 = 1(1 - 0) + 0 = 1$$

R3 = IF tanggal input subur (1) AND lendir serviks licin (0,8) THEN = subur

$$\alpha_3 = \text{Max}(\mu) \text{tanggal input subur} [1],$$

$$\mu \text{ lendir serviks licin} [0,8] = 1$$

$$Z_3 = 1(1 - 0) + 0 = 1$$

R4 = IF tanggal input tidak subur (0) AND lendir serviks lengket (0,1) THEN = tidak subur

$$\alpha_4 = \text{Max}(\mu) \text{tanggal input tidak subur} [0],$$

$$\mu \text{ lendir serviks lengket} [0,1] = 0,1$$

$$Z_4 = -0,1(1 - 0) + 0 = -0,1$$

R5 = IF tanggal input tidak subur (0) AND lendir serviks basah (0,3) THEN tidak subur

$$\alpha_5 = \text{Max}(\mu) \text{tanggal input tidak subur} [0],$$

$$\mu \text{ lendir serviks basa} [0,3] = 0,3$$

$$Z_5 = -0,3(1 - 0) + 0 = -0,3$$

R6 = IF tanggal input tidak subur (0) AND lendir serviks licin (0,8) THEN tidak subur

$$\alpha_6 = \text{Max}(\mu) \text{ tanggal input tidak subur } [0],$$

$$\mu \text{ lendir serviks licin } [0,8] = 0,8$$

$$Z_6 = 0,8(1 - 0) + 0 = 0,8$$

Sehingga diperoleh nilai *output* dengan menggunakan persamaan 7.

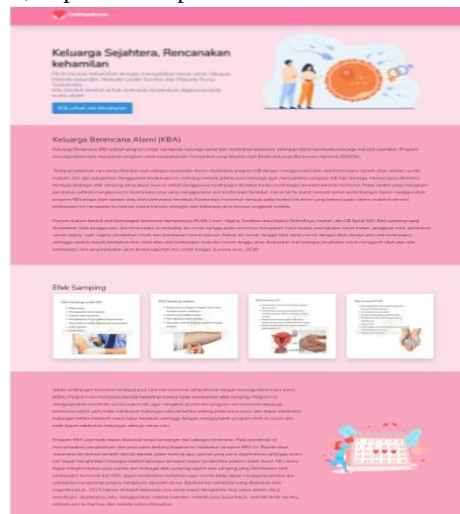
$$Z = \frac{\alpha_1(Z_1) + \alpha_2(Z_2) + \alpha_3(Z_3) + \alpha_4(Z_4) + \alpha_5(Z_5) + \alpha_6(Z_6)}{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4 + \alpha_5 + \alpha_6} \quad (7)$$

$$Z = \frac{1(1) + 1(1) + 1(1) + 0,1(-0,1) + 0,3(-0,3) + 0,8(0,8)}{1 + 1 + 1 + 0,1 + 0,3 + 0,8} = 0,84285714$$

Diperoleh hasil akhir bahwa pengguna pada tanggal 10 Agustus 2021 tersebut adalah masa subur dengan derajat keanggotaan 0,84285714 dan jika dibulatkan menggunakan ROUND maka hasilnya adalah 1, sehingga solusinya “Boleh berhubungan apabila ingin mempunyai anak dan jangan berhubungan apabila tidak ingin memiliki anak.” Jadi apabila dibulatkan hasilnya 1 maka outputnya subur dan jika terbulatkan hasilnya 0 atau terdapat minus maka outputnya tidak subur.

2. Analisa Sistem

Pada penelitian ini, dibangun sebuah aplikasi yang dapat digunakan untuk memperoleh tingkat kesuburan seorang wanita berdasarkan pada variabel tanggal input dan lendir serviks yang diinput oleh pengguna pada aplikasi tersebut. Adapun tampilan awal dari aplikasi ini, yaitu menampilkan penjelasan umum terkait penggunaan kontrasepsi hormonal dan penjelasan tentang kondisi lendir serviks pada wanita, dapat dilihat pada Gambar 9.



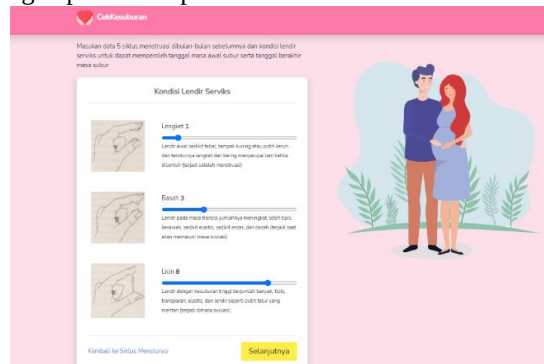
Gambar 9. Tampilan Awal Aplikasi

Gambar 9 merupakan tampilan awal aplikasi yang memberikan penjelasan umum terkait kontrasepsi hormonal pada wanita. Selain informasi terkait kontrasepsi hormonal, pengguna juga dapat menggunakan aplikasi untuk mengetahui masa kesuburannya.

Untuk cek kesuburan tampilan aplikasi dapat dilihat pada Gambar 10.

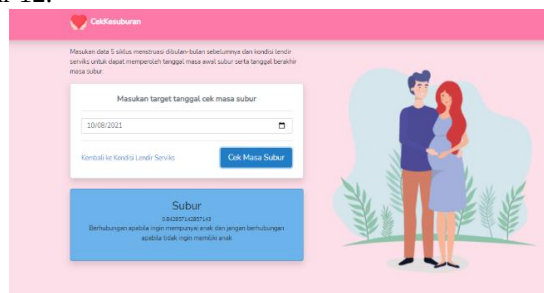
Gambar 10. Tampilan untuk Input Siklus Menstruasi

Gambar 10 merupakan tampilan untuk menginputkan siklus menstruasi. Pada gambar tersebut diinput siklus menstruasi yang sama dengan contoh pada analisa manual. Setelah menginput siklus menstruasi, pada aplikasi diarahkan untuk input kondisi lendir serviks yang dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Tampilan Input Kondisi Lendir Serviks

Gambar 11 merupakan tampilan untuk menginputkan kondisi lendir serviks pengguna. Setelah pengguna menginput kondisi lendir serviks, selanjutnya pengguna dapat mengetahui kesuburannya dengan menginputkan tanggal yang ingin diketahui, dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Tampilan Tanggal Input dan Hasil Diagnosa Aplikasi

Gambar 12 merupakan tampilan tanggal input oleh pengguna dan hasil diagnosa aplikasi. Berdasarkan analisa manual dan analisa sistem yang telah dilakukan, antara analisa manual dan analisa sistem memberikan hasil diagnosa yang sama, yaitu Subur.

3. Pengujian

Pada penelitian sistem pakar untuk menentukan KBA (Keluarga Berencana Alami) ini menggunakan 10 data uji. 10 data uji tersebut berisikan variabel yang harus diinputkan oleh pengguna. 10 data uji tersebut telah diberikan kepada seorang pakar, yaitu dokter kandungan dr. Aqua Rossalinda, Sp. OG. Diagnosa pakar yang telah diterima kemudain dibandingkan dengan diagnosa yang diperoleh pada aplikasi untuk dapat mengetahui tingkat akurasi dari penelitian ini. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4 merupakan hasil pengujian dengan membandingkan diagnosa dari pakar dan diagnosa dari aplikasi. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, diperoleh bahwa antara diagnosa pakar dan diagnosa aplikasi memberikan hasil yang sama. Pada aplikasi juga memberikan penilaian hasil untuk tingkat kesuburan seseorang, semakin nilainya mendekati 1 dan berlaku sebaliknya. Berdasarkan hasil pengujian tersebut dapat dihitung tingkat akurasi yang diperoleh berdasarkan 10 data tersebut dengan perhitungan akurasi berikut :

$$\text{Persentase Keberhasilan} = \frac{10}{10} * 100\% = 100\% \quad (8)$$

$$\text{Persentase Kegagalan} = 100\% - 100\% = 0 \quad (9)$$

Tabel 4. Hasil Pengujian

No	Parameter Kalender	Parameter Lendir Serviks	Tanggal Input	Diagnosa Pakar	Diagnosa Aplikasi
1	- Siklus Menstruasi bulan Maret 2021 = 28 Hari - Siklus Menstruasi bulan April 2021 = 28 Hari - Siklus Menstruasi bulan Mei 2021 = 30 Hari - Siklus Menstruasi bulan Juni 2021 = 31 Hari - Siklus Menstruasi bulan Juli 2021 = 29 Hari	- Lengket = 3 - Basah = 3 - Licin = 8	10 Agustus 2021	Subur	Subur
2	- Siklus Menstruasi bulan Maret 2021 = 28 Hari - Siklus Menstruasi bulan April 2021 = 29 Hari - Siklus Menstruasi bulan Mei 2021 = 30 Hari - Siklus Menstruasi bulan Juni 2021 = 31 Hari - Siklus Menstruasi bulan Juli 2021 = 29 Hari	- Lengket = 6 - Basah = 2 - Licin = 1	10 Agustus 2021	Subur	Subur
3	- Siklus Menstruasi bulan Maret 2021 = 30 Hari - Siklus Menstruasi bulan April 2021 = 28 Hari - Siklus Menstruasi bulan Mei 2021 = 31 Hari - Siklus Menstruasi bulan Juni 2021 = 31 Hari - Siklus Menstruasi bulan Juli 2021 = 29 Hari	- Lengket = 5 - Basah = 2 - Licin = 1	12 Agustus 2021	Subur	Subur
4	- Siklus Menstruasi bulan Maret 2021 = 29 Hari - Siklus Menstruasi bulan April 2021 = 29 Hari - Siklus Menstruasi bulan Mei 2021 = 30 Hari - Siklus Menstruasi bulan Juni 2021 = 31 Hari - Siklus Menstruasi bulan Juli 2021 = 32 Hari	- Lengket = 3 - Basah = 1 - Licin = 1	12 Agustus 2021	Subur	Subur
5	- Siklus Menstruasi bulan Maret 2021 = 28 Hari - Siklus Menstruasi bulan April 2021 = 28 Hari - Siklus Menstruasi bulan Mei 2021 = 30 Hari - Siklus Menstruasi bulan Juni 2021 = 30 Hari - Siklus Menstruasi bulan Juli 2021 = 29 Hari	- Lengket = 1 - Basah = 5 - Licin = 5	15 Agustus 2021	Subur	Subur

6	- Siklus Menstruasi bulan Februari 2021 = 28 Hari	- Lengkak = 1	16 Agustus 2021	Subur	Subur
	- Siklus Menstruasi bulan Maret 2021 = 28 Hari	- Basah = 5			
	- Siklus Menstruasi bulan April 2021 = 30 Hari	- Licin = 8			
	- Siklus Menstruasi bulan Mei 2021 = 30 Hari				
	- Siklus Menstruasi bulan Juni 2021 = 29 Hari				
	- Siklus Menstruasi bulan Juli 2021 = 29 Hari				
7	- Siklus Menstruasi bulan Februari 2021 = 30 Hari	- Lengkak = 1	12 Agustus 2021	Subur	Subur
	- Siklus Menstruasi bulan Maret 2021 = 30 Hari	- Basah = 5			
	- Siklus Menstruasi bulan April 2021 = 30 Hari	- Licin = 7			
	- Siklus Menstruasi bulan Mei 2021 = 31 Hari				
	- Siklus Menstruasi bulan Juni 2021 = 31 Hari				
	- Siklus Menstruasi bulan Juli 2021 = 31 Hari				
8	- Siklus Menstruasi bulan Februari 2021 = 28 Hari	- Lengkak = 5	15 Agustus 2021	Subur	Subur
	- Siklus Menstruasi bulan Maret 2021 = 29 Hari	- Basah = 5			
	- Siklus Menstruasi bulan April 2021 = 30 Hari	- Licin = 2			
	- Siklus Menstruasi bulan Mei 2021 = 30 Hari				
	- Siklus Menstruasi bulan Juni 2021 = 32 Hari				
	- Siklus Menstruasi bulan Juli 2021 = 30 Hari				
9	- Siklus Menstruasi bulan Februari 2021 = 29 Hari	- Lengkak = 3	7 Agustus 2021	Tidak Subur	Tidak Subur
	- Siklus Menstruasi bulan Maret 2021 = 29 Hari	- Basah = 5			
	- Siklus Menstruasi bulan April 2021 = 30 Hari	- Licin = 3			
	- Siklus Menstruasi bulan Mei 2021 = 30 Hari				
	- Siklus Menstruasi bulan Juni 2021 = 29 Hari				
	- Siklus Menstruasi bulan Juli 2021 = 31 Hari				
10	- Siklus Menstruasi bulan Februari 2021 = 28 Hari	- Lengkak = 8	13 Agustus 2021	Subur	Subur
	- Siklus Menstruasi bulan Maret 2021 = 28 Hari	- Basah = 2			
	- Siklus Menstruasi bulan April 2021 = 30 Hari	- Licin = 1			
	- Siklus Menstruasi bulan Mei 2021 = 30 Hari				
	- Siklus Menstruasi bulan Juni 2021 = 29 Hari				
	- Siklus Menstruasi bulan Juli 2021 = 31 Hari				

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa Aplikasi untuk menentukan KBA (Keluarga Berencana Alami) menggunakan metode Fuzzy Tsukamoto ini dapat diimplementasikan, Tingkat kesuburan yang dicapai untuk tiap tanggal yang diinput oleh pengguna juga dapat membantu pengguna dalam menentukan pilihan ingin memiliki anak atau tidak, sehingga pengguna dapat menentukan kapan harus berhubungan intim dan kapan tidak boleh berhubungan intim, Akurasi yang diperoleh dari penelitian yang dilakukan mencapai 100%.

REFERENSI

- [1] F. Liwang *et al.*, "Gambaran penggunaan kontrasepsi hormonal dan non hormonal di wilayah kerja UPT Puskesmas Tampak Siring 1," *Fak. Kedokt. Univ. Sam Ratulangi*, vol. 9, no. 3, pp. 41–46, 2018, doi: 10.1556/ism.v9i3.301.
- [2] Z. Zettira and K. Nisa, "Analisis Hubungan Penggunaan Kontrasepsi Hormonal dengan Disfungsi Seksual pada Wanita," *Majority*, vol. 4, no. 7, pp. 103–108, 2015.
- [3] S. Abdullah, J. Bawotong, and R. Hamel, "Hubungan Pemakaian Kontrasepsi Hormonal dan Non Hormonal dengan Kejadian Kanker Serviks di Ruang D Atas BLU Prof. Dr. R.D. Kandou Manado," *J. Keperawatan UNSRAT*, vol. 1, no. 1, p. 105599, 2013.
- [4] D. A. D. Agustina, M. J. D. Sunarto, and Romeo, "Rancang Bangun Aplikasi Penentu Masa Subur Wanita Berbasis Android dengan Metode Keluarga Berencana Alamiah," *J. JSIKA*, vol. Vol 6, no. No 3, 2017.
- [5] Fricles Ariwisanto Sianturi, "Analisa metode teorema bayes dalam mendiagnosa keguguran pada ibu hamil berdasarkan jenis makanan," *Tek. Inf. dan Komput.*, vol. 2, no. 1, pp. 87–92, 2019, [Online]. Available: <http://jurnal.murnisadar.ac.id/index.php/Tekinkom/article/view/78>.
- [6] J. A. W. Simamora, "Sistem Pakar Mendeteksi Kerusakan Sepeda Motor N-Max Menggunakan Metode Forward Chaining Berbasis Android," *TeIka*, vol. 11, no. 2, pp. 143–151, 2021, doi: 10.36342/teika.v11i2.2611.

- [7] H. T. SIHOTANG, E. Panggabean, and H. Zebua, “Sistem Pakar Mendiagnosa Penyakit Herpes Zoster Dengan Menggunakan Metode Teorema Bayes,” vol. 3, no. 3, pp. 192–196, 2019, doi: 10.31227/osf.io/rjqgz.
- [8] D. V. S. T.Sutojo, Edy Mulyanto, *Kecerdasan Buatan*. Yogyakarta: Yogyakarta : Andi Offset, 2011, 2011.
- [9] S. Kusumadewi and H. Purnomo, *Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan Edisi 2*. Yogyakarta: Graha Ilmu, 2005.
- [10] A. M. Husein, M. Harahap, S. Aisyah, W. Purba, and A. Muhazir, “The implementation of two stages clustering (k-means clustering and adaptive neuro fuzzy inference system) for prediction of medicine need based on medical data,” *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 978, p. 12019, Mar. 2018, doi: 10.1088/1742-6596/978/1/012019.
- [11] D. Sitanggang *et al.*, “Diagnosing chicken diseases using fuzzy Tsukamoto web-based expert system,” *{IOP} Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 505, no. 1, p. 12086, May 2019, doi: 10.1088/1757-899x/505/1/012086.
- [12] F. Susilo, *Himpunan dan Logika Kabur serta Aplikasinya*. Yogyakarta: Graha Ilmu, 2006.
- [13] A. Haris, “Penerapan Metode Fuzzy Tsukamoto untuk Menentukan Kualitas Proposal Layak Hibah,” vol. 12, no. 1, pp. 1–8, 2019.
- [14] N. I. Kurniati, R. R. El Akbar, and P. Wijaksono, “Penerapan Metode Fuzzy Tsukamoto Pada Sistem Pakar untuk Mendiagnosa Autisme Pada Anak,” *Innov. Res. Informatics*, vol. 1, no. 1, pp. 21–27, 2019, doi: 10.37058/innovatics.v1i1.676.
- [15] V. A. Lestari and E. L. Amalia, “Implementasi Fuzzy Inference System untuk Menentukan Alat Kontrasepsi Program Keluarga Berencana,” *Sistemasi*, vol. 10, no. 1, p. 239, 2021, doi: 10.32520/stmsi.v10i1.1198.