



## **Sistem Pakar Mendiagnosa Penyakit Akibat Penggunaan Vape Menggunakan Metode Adaptive Neuro Inference System**

**Raska Rezki Permata Sari**

Program Studi Teknik Informatika, Universitas Budi Darma, Medan, Indonesia

Email: raskakiky25@gmail.com

**Abstrak**—Vape adalah rokok elektrik yang banyak digunakan sebagai pelarian sementara bagi mereka yang agak sedikit kesulitan dalam usaha berhenti merokok. Vape menghasilkan uap ke udara yang berisi nikotin halus dan zat berbahaya lainnya, Nikotin yang terkandung di dalam vape akan diserap oleh tubuh. Uap yang muncul dari rokok vape bukanlah uap air, akan tetapi uap tersebut mengandung nikotin dan zat-zat berbahaya lainnya yang jelas tidak baik bagi kesehatan dan juga bisa mencemari udara. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa bahan kimia dalam rokok elektrik dapat merusak jaringan paru-paru dan mengurangi kemampuan sel paru-paru untuk menjaga paru-paru dari kuman dan zat berbahaya lainnya Metode ANFIS merupakan sistem adaptif berbasis inferensi logika fuzzy yang menggabungkan dua metode yaitu adaptif (neural network) dan metode fuzzy. Jaringan adaptif ini digunakan untuk mengadaptasi sistem inferensi logika fuzzy agar dapat mewakili sistem inferensi fuzzy yang diinginkan. Prinsip metode kerjanya adalah menggabungkan dua metode yaitu metode adaptif dan metode fuzzy dimana keduanya menggunakan dua sumber informasi yang sama, tetapi representasinya berbeda. Hasil dari mendiagnosa penyakit yang timbul akibat vape adalah infeksi paru, hipotensi, dan gagal jantung tetapi yang sering penyakit yang sering timbul akibat penggunaan vape adalah infeksi paru, dengan sistem pakar mendiagnosa penyakit akibat vape ini mempermudah mengetahui dampak dari penggunaan vape.

**Kata Kunci:** Vape; ANFIS; Sistem Pakar

**Abstract**—Vape is an electric cigarette that is widely used as a temporary escape for those who have a little difficulty in trying to quit smoking. Vape produces steam into the air which contains fine nicotine and other harmful substances, the nicotine contained in the vape will be absorbed by the body. The vapors that emerge from vape cigarettes are not water vapor, but they contain nicotine and other harmful substances that are clearly not good for health and can also pollute the air. Several studies have shown that chemicals in e-cigarettes can damage lung tissue and reduce the ability of lung cells to protect the lungs from germs and other harmful substances. ANFIS method is an adaptive system based on fuzzy logic inference that combines two methods, namely adaptive (neural network) and fuzzy methods. This adaptive network is used to adapt the fuzzy logic inference system to represent the desired fuzzy interference system. The principle of the working method is to combine two methods, namely the adaptive method and the fuzzy method where both use the same two sources of information, but the representation is different. The results of diagnosing vape-related diseases are lung infection, hypotension, and heart failure, but the disease that is often caused by vape is lung infection, with an expert system diagnosing vape-related diseases that make it easier to find out the effects of vape use.

**Keywords:** Vape; ANFIS; Expert System

### **1. PENDAHULUAN**

Sistem pakar merupakan suatu perangkat lunak yang dirancang untuk meniru kemampuan seorang pakar dalam memecahkan masalah tertentu, dengan menggunakan basis pengetahuan dan mekanisme penalaran untuk memberikan solusi yang cepat dan tepat [1][2]. Pada konteks kesehatan, sistem pakar banyak digunakan dalam mendiagnosa penyakit, memberikan saran medis awal, dan mendukung pengambilan keputusan bagi tenaga kesehatan maupun pasien [3]. Salah satu metode yang efektif dalam sistem pakar adalah Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System (ANFIS), yang mampu menggabungkan kelebihan logika fuzzy dan jaringan saraf tiruan dalam memodelkan masalah yang kompleks, termasuk diagnosis penyakit akibat penggunaan vape [4].

Penggunaan vape atau rokok elektrik semakin meluas karena dianggap sebagai alternatif lebih aman dibandingkan rokok konvensional, meskipun penelitian menunjukkan adanya risiko kesehatan yang signifikan [5]. Vape menghasilkan aerosol yang mengandung nikotin, logam berat, dan zat kimia berbahaya lainnya yang dapat menyebabkan gangguan paru-paru, penyakit kardiovaskular, serta masalah kesehatan jangka panjang [6]. Dampak tersebut terutama berbahaya bagi kelompok rentan seperti remaja dan ibu hamil, yang dapat mengalami gangguan perkembangan otak maupun janin akibat paparan nikotin [7]. Oleh karena itu, pengembangan sistem pakar untuk mendeteksi penyakit akibat vape dapat membantu upaya pencegahan dini.

Metode ANFIS dalam diagnosis penyakit telah banyak digunakan dalam berbagai bidang medis karena kemampuannya mengolah data yang kompleks dan menghasilkan prediksi dengan tingkat akurasi tinggi [8]. Dalam konteks penyakit akibat vape, ANFIS dapat memproses gejala-gejala yang dialami pengguna vape, memetakan hubungan non-linear antara input dan output, serta memberikan hasil diagnosis yang mendekati keakuratan seorang pakar [9]. Dengan demikian, teori yang melandasi penelitian ini mencakup konsep sistem pakar, dampak kesehatan dari penggunaan vape, serta penerapan ANFIS dalam diagnosis penyakit, yang keseluruhannya mendukung urgensi pengembangan sistem ini.

Permasalahan utama dalam penelitian ini adalah semakin meningkatnya jumlah pengguna vape yang percaya bahwa produk ini aman, padahal penelitian menunjukkan adanya risiko kesehatan serius [10]. Hal ini menimbulkan kebutuhan untuk memberikan akses cepat dalam mendeteksi penyakit akibat vape tanpa harus selalu bergantung

pada konsultasi dokter yang terbatas oleh waktu dan jumlah pasien [11]. Tanpa adanya sistem pendukung yang cepat dan efisien, banyak pasien mungkin terlambat mengetahui risiko kesehatan mereka, sehingga meningkatkan potensi komplikasi jangka panjang. Kendala lain muncul dari kurangnya sistem berbasis teknologi yang mampu memberikan diagnosis awal secara otomatis terkait penyakit akibat vape. Padahal, perkembangan teknologi kecerdasan buatan, khususnya metode ANFIS, membuka peluang besar untuk menciptakan solusi diagnostik yang adaptif dan akurat [9]. Dengan adanya permasalahan ini, penelitian yang berfokus pada pengembangan sistem pakar berbasis ANFIS menjadi sangat penting untuk menjawab kebutuhan masyarakat akan layanan kesehatan yang cepat, mudah, dan akurat dalam mendeteksi dampak buruk dari penggunaan vape.

Beberapa penelitian sebelumnya telah menyoroti dampak penggunaan vape terhadap kesehatan, salah satunya penelitian [5] yang menunjukkan bahwa meskipun vape dianggap lebih aman dibanding rokok konvensional, aerosolnya tetap mengandung zat berbahaya yang dapat menyebabkan penyakit paru-paru dan jantung. Penelitian ini memberikan dasar ilmiah yang kuat mengenai pentingnya melakukan deteksi dini penyakit akibat vape. Namun, penelitian tersebut belum mengembangkan solusi berbasis teknologi sistem pakar yang dapat digunakan oleh masyarakat luas.

Penelitian lain oleh [6] menekankan bahaya aerosol vape yang mengandung logam berat dan senyawa toksik, yang berpotensi memicu kerusakan sistem pernapasan. Studi ini memberikan pemahaman mengenai gejala dan penyakit yang berhubungan dengan penggunaan vape, tetapi tidak menawarkan mekanisme otomatis dalam mendiagnosa penyakit tersebut. Dengan demikian, terdapat celah penelitian untuk menghubungkan data empiris ini dengan penerapan sistem berbasis ANFIS guna mendukung diagnosis medis awal.

Selain itu, penelitian [9] menunjukkan keberhasilan penerapan ANFIS dalam mendiagnosa penyakit diabetes dengan tingkat akurasi tinggi. Hal ini memperlihatkan potensi besar metode ANFIS untuk diterapkan pada kasus penyakit akibat penggunaan vape. Namun, hingga saat ini, belum ada penelitian yang secara khusus menggabungkan ANFIS dengan sistem pakar untuk mendeteksi dampak kesehatan dari penggunaan vape, sehingga penelitian ini bertujuan mengisi kekosongan tersebut.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem pakar yang mampu mendiagnosa penyakit akibat penggunaan vape dengan menggunakan metode Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System (ANFIS). Sistem ini diharapkan dapat membantu masyarakat dalam memperoleh diagnosis awal secara cepat, akurat, dan mudah, tanpa harus selalu mengandalkan konsultasi langsung dengan tenaga medis. Dengan adanya sistem ini, masyarakat dapat lebih waspada terhadap risiko kesehatan dari penggunaan vape sejak dini.

Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk memberikan kontribusi ilmiah dalam pengembangan aplikasi kecerdasan buatan di bidang kesehatan, khususnya dalam pemanfaatan ANFIS untuk diagnosis penyakit baru yang muncul akibat tren modern seperti penggunaan vape. Dengan adanya penelitian ini, diharapkan dapat menjadi landasan untuk penelitian selanjutnya dalam pengembangan sistem pakar kesehatan berbasis AI yang lebih komprehensif dan adaptif terhadap perubahan gaya hidup masyarakat.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

### 2.1 Tahapan Penelitian

Tahapan Penelitian menggambarkan alur sistematis yang digunakan dalam penelitian ini mulai dari identifikasi masalah hingga penarikan kesimpulan. Tahapan penelitian dapat dilihat pada Gambar 1 berikut.



**Gambar 1.** Tahapan Penelitian

Berdasarkan Gambar 1, penelitian ini diawali dengan identifikasi masalah, yaitu meningkatnya penggunaan vape dan berbagai risiko kesehatan yang ditimbulkannya. Selanjutnya dilakukan studi literatur untuk memperkuat dasar teori, khususnya mengenai dampak vape, sistem pakar, serta metode ANFIS. Berdasarkan kajian tersebut, tahap berikutnya dilakukan pengumpulan data gejala penyakit akibat vape dari literatur medis maupun data klinis yang relevan. Data ini kemudian digunakan pada tahap implementasi ANFIS untuk melatih model dan membangun sistem diagnosis yang adaptif. Akhirnya, penelitian ditutup dengan kesimpulan dan saran, yang merumuskan kontribusi penelitian sekaligus memberikan arah pengembangan sistem pakar berbasis AI yang lebih komprehensif di masa mendatang.

## 2.2 Sistem Pakar

Secara umum, Sistem pakar (*Expert System*) adalah aplikasi komputer yang ditunjukkan untuk membantu mengambil suatu keputusan atau memecahkan suatu masalah di bidang yang spesifik. Sistem ini bekerja di bidang pengetahuan dengan menganalisis yang telah didefinisikan terlebih dahulu oleh seorang pakar yang sesuai dengan keahliannya, sistem ini disebut sistem pakar karena memiliki pengetahuan, pengalaman dalam memecahkan suatu persoalan[12][13][14].

## 2.3 Vape

Vape dan rokok elektrik keduanya adalah alat yang beroperasi menggunakan baterai yang dirancang untuk menghantarkan bahan kimia seperti perisa, pewarna, nikotin, dan lain-lain ke dalam tubuh melalui uap (*vapor*). Vape dan rokok elektrik berbeda secara desain, fleksibilitas akan modifikasi *liquid* dan waktu pemanasan *liquid*, tetapi pada prinsipnya ke dua alat ini memiliki cara kerja yang sama. Perangkat vape dan rokok elektrik terdiri dari tiga komponen yaitu *cartridge* sebagai penampung *liquid*, pemanas dan sumber tenaga yang biasanya berupa baterai. Pengguna vape menghirup uap melalui bagian *mouthpiece*, kemudian, aliran udara mengaktifkan sensor yang terhubung pada pemanas kecil bertenaga baterai. Pemanas ini akan menguapkan *liquid* yang ditampung pada *cartridge*. Pemanas menguapkan *liquid* mengandung glikol, propilen glikol, atau gliserin dan puluhan bahan kimia lain di dalam *cartridge*. Penggunaan SEIS menghasilkan uap sebagai produknya, bukan asap. Uap menurut definisi adalah bentuk dari cairan (pada SEIS, *liquid*) apabila dipanaskan, sedangkan asap dihasilkan dari pembakaran[15][16].

## 2.4 Adaptive Neuro Fuzzy Inference System(ANFIS)

ANFIS[17][18] dikembangkan oleh J.S.R Jang pada tahun 1992. Menurut Jang kelas *adaptive network* secara fungsional ekuivalen dengan *fuzzy inference*. Sistem ANFIS adalah arsitektur yang secara fungsional sama dengan *fuzzy rule base* model Sugeno orde satu[8]. Jika diasumsikan *fuzzy inference* Sistem mempunyai dua input  $x$  dan  $y$  serta mempunyai satu output  $z$ , maka menurut model Sugeno orde satu, ada dua aturan sebagai berikut:

Rule 1 : if  $x$  is  $A_1$  and  $y$  is  $B_1$ , then  $f_1 = p_1x + q_1y + r$

Rule 2 : if  $x$  is  $A_2$  and  $y$  is  $B_2$ , then  $f_2 = p_2x + q_2y + r$

Menurut [8] dalam kutipan kusumadewi ada 2 input nilai  $X_1$  dan  $X_2$  (nilai sementara), Jaringan ANFIS terdiri dari 5 lapisan sebagai berikut :

### 1. Lapisan 1

Setiap node  $i$  pada lapisan ini adalah node adaptif dengan fungsi node sebagai berikut

$$O_{1,i} = \mu_{A,1}(x), \text{ untuk } i = 1, 2 \text{ dan}$$

$$O_{1,i} = \mu_{B,1-2}(y), \text{ untuk } i = 1, 2$$

Dengan  $x$  (atau  $y$ ) masukan ke node  $I$  atau nilai sementara.

### 2. Lapisan 2

Setiap node pada lapisan ini adalah node tetap berlabel dengan keluarannya adalah produk dari semua sinyal yang datang  $O_{2,i} = w_i(x) \mu_{1,i}(y), i = 1, 2$

setiap keluaran node dari lapisan ini menyatakan kuat dari aturan.

### 3. Lapisan 3

Setiap node pada lapisan ini adalah node tetap yang disimbolkan dengan  $N$ . Node 1 menghitung perbandingan kekuatan aturan ke  $i$  terhadap jumlah semua kuat perbandingan dari semua aturan.

$$O_{3,1} = \frac{w_1}{(w_1+w_2)}, i = 1, 2$$

### 4. Lapisan 4

Setiap node pada lapisan ini adalah node adaptif dengan fungsi node :

$$O_{4,i} = W f_i = w_1 (p_i x + q_i y + r_i + \dots + r_n)$$

Dengan  $W_1$  merupakan Kekuatan pengiriman yang ternormalisasi dari lapisan 3,  $(p_i, q_i, r_i)$  merupakan himpunan parameter dari node ini, Parameter pada lapisan ini disebut parameter konsekuensi.

### 5. Lapisan 5

Node tunggal pada lapisan ini adalah node tetap berlabel  $\Sigma$  yang menghitung keluaran keseluruhan sebagai penjumlahan semua sinyal yang datang.

$$\text{Output} = O_{5,i} = \sum_i \omega_i f_i = \frac{\sum_i \omega_i f_i}{\sum_i \omega_i} \tag{1}$$

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Vape atau rokok elektrik merupakan perangkat alternatif rokok konvensional yang bekerja dengan memanaskan cairan (cartridge) berisi nikotin, propilen glikol atau gliserin, serta perisa tambahan hingga menghasilkan aerosol. Cairan ini dipanaskan oleh elemen pemanas yang ditenagai baterai, dan uapnya dihirup langsung oleh pengguna. Namun, uap yang dihasilkan bukan sekadar uap air, melainkan mengandung nikotin, logam berat, serta senyawa toksik lain yang berbahaya. Dampak kesehatan yang ditimbulkan cukup serius, mulai dari gangguan perkembangan otak pada remaja, risiko pada ibu hamil dan janin, hingga kerusakan jaringan paru-paru akibat paparan zat beracun. Bahkan, anak-anak maupun orang dewasa dapat mengalami keracunan jika cairan vape tertelan, terhirup, atau terserap melalui kulit dan mata. Beberapa penelitian juga melaporkan bahwa nikotin dalam vape membuat sel paru-paru lebih mudah ditembus zat asing, sehingga meningkatkan kerentanan terhadap infeksi pernapasan.

Untuk membantu deteksi dini dampak kesehatan akibat vape, penelitian ini mengembangkan sistem pakar menggunakan metode Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System (ANFIS). Sistem pakar ini mengadopsi pengetahuan seorang pakar ke dalam komputer, sehingga mampu melakukan diagnosis awal penyakit secara otomatis. Dalam konteks penelitian, ANFIS dipilih karena mampu memodelkan hubungan non-linear antar gejala dan penyakit dengan tingkat akurasi yang baik. Adapaun jenis-jenis penyakit akibat penggunaan vape dapat dilihat pada tabel berikut ini:

**Tabel 1.** Penyakit Akibat Penggunaan Vape

Kode	Penyakit
P1	Infeksi Paru-paru
P2	Hipotensi
P3	Gagal Jantung

Jenis-jenis penyakit yang menjadi fokus diagnosis meliputi Infeksi Paru-paru (P1), Hipotensi (P2), dan Gagal Jantung (P3) (Tabel 1). Adapaun gejala yang timbul pada penyakit akibat penggunaan vape dapat dilihat pada tabel 2 berikut ini :

**Tabel 2.** Gejala Penyakit Akibat Penggunaan Vape

Kode	Gejala
G1	Batuk berdahak,
G2	Nyeri dada
G3	MengiGil
G4	Demam
G5	Sakit kepala
G6	Sesak nafas
G7	Nafsu makan berkurang
G8	Mual
G9	Muntah
G10	Jantung berdebar kencang
G11	Lemas
G12	Pandangan buram
G13	Pucat dan badan dingin
G14	Sulit tidur
G15	Mudah lelah
G16	Nyeri sendi
G17	Stres

Berdasarkan Tabel 2, gejala-gejala yang diamati antara lain batuk berdahak, nyeri dada, sesak napas, hingga jantung berdebar kencang (sebanyak 17 gejala). Data ini kemudian digunakan sebagai basis pengetahuan yang diolah dengan metode ANFIS.

#### 3.1 Penerapan Algoritma *Simplified Memory Bounded A\**

Adapun analisa terhadap sistem pakar yang dibangun untuk menerapkan metode ANFIS, metode ANFIS merupakan penggabungan mekanisme fuzzyinferencesistem yang digambarkan dalam arsitektur jaringan syaraf. Adapun nilai dan nama penyakit dari pakar vape adalah sebagai berikut:

**Tabel 3.** Nilai Gejala

Kode	Gejala	Nilai Pakar
G1	Batuk Berdahak,	0.10
G2	Mengigil	0.10
G3	Demam	0.10
G4	Sakit Kepala	0.10
G5	Nafsu Makan Berkurang	0.10
G6	Nyeri Dada	0.20
G7	Lemas	0.20
G8	Pucat Dan Badan Dingin	0.20
G9	Stres	0.20
G10	Mudah Lelah	0.20
G11	Mual	0.10
G12	Muntah	0.10
G13	Pandangan Buram	0.10
G14	Sulit Tidur	0.10
G15	Nyeri Sendi	0.10
G16	Sesak Nafas	0.25
G17	Jantung Berdebar Kencang	0.25

Nilai pakar untuk masing-masing gejala pada Tabel 3 ditentukan berdasarkan tingkat keterkaitan dengan penyakit akibat vape. Misalnya, sesak napas (G16) dan jantung berdebar kencang (G17) diberi bobot tertinggi (0.25), sedangkan gejala ringan seperti mual (G11) atau sakit kepala (G4) diberi bobot lebih rendah (0.10).

**Tabel 4.** Nilai Penyakit

Kode	Penyakit	Nilai Pakar
P1	Infeksi Paru-paru	2,00
P2	Hipotensi	1,00
P3	Gagal Jantung	0,5

Pada level penyakit berdasarkan Tabel 4, infeksi paru-paru (P1) diberi nilai pakar tertinggi (2.00), diikuti hipotensi (P2) sebesar 1.00, dan gagal jantung (P3) sebesar 0.50. Penilaian ini (Tabel 3 dan Tabel 4) menjadi dasar bagi proses inferensi ANFIS dalam menentukan kemungkinan penyakit.

Metode ANFIS ( Adaptive Neuro Fuzzy Inference System) merupakan salah satu dari berbagai metode yang mampu menyelesaikan masalah dalam sistem pakar, ada 2 input x1 dan x2 ( nilai sementara). Metode ANFIS terdiri dari lima lapisan penyelesaian, yaitu:

1. Lapisan 1: Menentukan nilai keanggotaan (Mx) berdasarkan prioritas gejala dengan melihat nilai tertinggi dan terendah.

Prioritas p1 (1= tinggi, 0 = rendah)

Nilai X1 prioritas tinggi

$$Mx1 = \frac{0.25}{0.10 + 0.10 + 0.10 + 0.10} = \frac{0.25}{0.5} = 0,5$$

$$Mx2 = \frac{0.25}{0.20 + 0.20 + 0.20 + 0.20 + 0.20} = \frac{0.25}{1} = 0.25$$

$$Mx3 = \frac{0.25}{0.10 + 0.10 + 0.10 + 0.10} = \frac{0.25}{0.5} = 0,5$$

$$Mx4 = \frac{0.25}{0.25 + 0.25} = \frac{0.25}{0.5} = 0,5$$

Maka nilai prioritas tertinggi adalah 0.5, Input nilai X2 = 0.25.,Prioritas p2 (1 = tinggi, 0 = rendah) dan Nilai x2 prioritas rendah.

$$Mx5 = \frac{0.15}{0.10 + 0.10 + 0.10 + 0.10} = \frac{0.15}{0.5} = 0.3$$

$$Mx6 = \frac{0.15}{1} = 0,15$$

$$Mx7 = \frac{0.15}{0.5} = 0.3$$

$$Mx8 = \frac{0.15}{0.5} = 0.3$$

Maka nilai prioritas terendah adalah 0.15

2. Lapisan 2: Menghitung bobot ( $w_1, w_2$ ) dari nilai prioritas gejala, perhitungan pada lapisan kedua dapat kita ambil dari perhitungan pada lapisan kesatu dengan cara melihat nilai tertinggi tertinggi pada  $X_1$  dan terendah pada  $X_2$  sehingga menghasilkan  $w_1$  dan  $w_2$

Maka nilai  $W_1 = 0.5$

Maka nilai  $W_2 = 0.15$

3. Lapisan 3: Normalisasi bobot menjadi  $Wt_1$  dan  $Wt_2$ .

$$Wt_1 = \frac{w_1}{(w_1+w_2)} = \frac{0.5}{(0.5+0.15)} = \frac{0.5}{0.65} = 0.325$$

$$Wt_2 = \frac{w_2}{(w_1+w_2)} = \frac{0.15}{(0.5+0.15)} = \frac{0.15}{0.65} = 0.0975$$

4. Lapisan 4: Menghitung fungsi aturan ( $w_i f_i$ ) berdasarkan kombinasi bobot dan parameter gejala.

$$W1f1 = wt_1 (p_1 * xi + q_1 * xi + r_1 * xi + s_1 * xi + t_1 * xi) = 0.325 (0.5 * 1 + 0.5 * 1 + 0.25 * 1 + 0.5 * 1 + 0.5 * 1) = 0.325 (0.5 + 0.5 + 0.25 + 0.5 + 0.5) = 0.325 (2.25) = 0.7312$$

$$W1f2 = wt_2 (p_2 * xi + q_2 * xi + r_2 * xi + s_2 * xi + t_2 * xi) = 0.0975 (0.15 * 1 + 0.3 * 1 + 0.15 * 1 + 0.3 * 1 + 0.3 * 1) = 0.0975 (0.15 + 0.3 + 0.15 + 0.3 + 0.3) = 0.0975 (0.117) = 0.117$$

5. Lapisan 5: Menentukan output diagnosis dengan perhitungan akhir Out berdasarkan rumus persamaan 1, dari tabel 2 maka dapat dihitung dengan lapisan metode ANFIS, sebagai berikut :

$$Wif_i = w1f1 + w2f2 = 0.7312 + 0.117 = 0.8482$$

Maka nilai  $wif_i$  adalah 0.8482, Langkah selanjutnya mencari nilai  $wti$  dengan cara:

$$Wti = wt_1 + wt_2 = 0.325 + 0.0975 = 0.4225$$

Maka nilai  $Wti$  adalah 0.4225, Langkah selanjutnya mencari nilai output dengan cara:

$$Out = \frac{wif_i}{wt_i} = \frac{0.8482}{0.4225} = 2.00 = 2$$

Setelah melalui tahapan perhitungan lima lapisan, diperoleh nilai output  $Out = 2.00$ , yang menunjukkan hasil diagnosis Infeksi Paru-paru. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa sistem pakar berbasis ANFIS mampu memproses data gejala pengguna vape dan menghasilkan diagnosis yang sesuai dengan penilaian pakar. Dalam kasus ini, gejala yang dominan mengarah pada infeksi paru-paru, salah satu penyakit utama akibat paparan aerosol vape. Dengan demikian, sistem ini dapat dijadikan alat bantu untuk memberikan peringatan dini kepada pengguna vape, sehingga mereka dapat segera melakukan pemeriksaan medis lebih lanjut.

### 3.2 Pembahasan

Temuan penelitian ini sejalan dengan literatur yang menyebutkan bahwa uap vape dapat menyebabkan kerusakan paru-paru, memicu penyakit pernapasan, dan berdampak buruk pada sistem kardiovaskular. Keunggulan sistem pakar berbasis ANFIS terletak pada kemampuannya memadukan pendekatan fuzzy dan jaringan saraf tiruan, sehingga diagnosis dapat dilakukan lebih adaptif dan mendekati ketepatan seorang pakar. Namun demikian, hasil diagnosis masih bergantung pada kualitas basis data gejala dan penyakit yang digunakan. Oleh karena itu, pengembangan lebih lanjut dengan data klinis yang lebih besar dan bervariasi akan meningkatkan reliabilitas sistem.

## 4. KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa sistem pakar berbasis Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System (ANFIS) mampu mendiagnosis penyakit akibat penggunaan vape secara cepat dan akurat dengan mengolah data gejala yang telah ditentukan. Hasil implementasi memperlihatkan bahwa ANFIS dapat memetakan hubungan non-linear antara gejala dan penyakit, sehingga diagnosis yang dihasilkan mendekati ketepatan seorang pakar. Kasus uji yang dilakukan menghasilkan keluaran berupa infeksi paru-paru sebagai penyakit paling dominan, sesuai dengan data pakar dan literatur medis yang menegaskan bahaya aerosol vape terhadap kesehatan paru-paru. Dengan demikian, sistem ini dapat berperan sebagai alat bantu diagnosis awal dan pencegahan dini bagi masyarakat, sekaligus memberikan kontribusi ilmiah dalam pengembangan sistem pakar kesehatan berbasis kecerdasan buatan.

## REFERENCES

- [1] D. M. Gaba, "Artificial intelligence and expert systems," in *Control and Automation in Anaesthesia*, Springer, 2022, hal. 22–36. doi: [https://doi.org/10.1007/978-3-642-79573-2\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-642-79573-2_3).
- [2] D. Janjanam, B. Ganesh, dan L. Manjunatha, "Design of an expert system architecture: An overview," in



- Journal of Physics: Conference Series*, 2021, vol. 1767, no. 1, hal. 1–7. doi: 10.1088/1742-6596/1767/1/012036.
- [3] B. Kaplan, “Revisiting health information technology ethical, legal, and social issues and evaluation: telehealth/telemedicine and COVID-19,” *Int. J. Med. Inform.*, vol. 143, hal. 104239, 2020, doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2020.104239>.
- [4] B. M. Rashed dan N. Popescu, “medical image-based diagnosis using a hybrid adaptive neuro-fuzzy inferences system (ANFIS) optimized by GA with a deep network model for features extraction,” *Mathematics*, vol. 12, no. 5, hal. 1–32, 2024, doi: <https://doi.org/10.3390/math12050633>.
- [5] A. M. Glasser *et al.*, “Overview of electronic nicotine delivery systems: a systematic review,” *Am. J. Prev. Med.*, vol. 52, no. 2, hal. e33–e66, 2017, doi: <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2016.10.036>.
- [6] L. F. Chun, F. Moazed, C. S. Calfee, M. A. Matthay, dan J. E. Gotts, “Pulmonary toxicity of e-cigarettes,” *Am. J. Physiol. Cell. Mol. Physiol.*, vol. 313, no. 2, hal. L193–L206, 2017, doi: <https://doi.org/10.1152/ajplung.00071.2017>.
- [7] L. J. England, R. E. Bunnell, T. F. Pechacek, V. T. Tong, dan T. A. McAfee, “Nicotine and the developing human: a neglected element in the electronic cigarette debate,” *Am. J. Prev. Med.*, vol. 49, no. 2, hal. 286–293, 2015, doi: <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2015.01.015>.
- [8] J.-S. R. Jang, “ANFIS: adaptive-network-based fuzzy inference system,” *IEEE Trans. Syst. Man. Cybern.*, vol. 23, no. 3, hal. 665–685, 1993, doi: 10.1109/21.256541.
- [9] L. Priyadarshini dan L. Shrinivasan, “Design of an ANFIS based decision support system for diabetes diagnosis,” in *2020 International Conference on Communication and Signal Processing (ICCSP)*, 2020, hal. 1486–1489. doi: 10.1109/ICCSP48568.2020.9182163.
- [10] E. Kasson, A. K. Singh, M. Huang, D. Wu, dan P. Cavazos-Rehg, “Using a mixed methods approach to identify public perception of vaping risks and overall health outcomes on Twitter during the 2019 EVALI outbreak,” *Int. J. Med. Inform.*, vol. 155, hal. 104574, 2021, doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2021.104574>.
- [11] M. L. Goniewicz *et al.*, “Comparison of nicotine and toxicant exposure in users of electronic cigarettes and combustible cigarettes,” *JAMA Netw. open*, vol. 1, no. 8, hal. e185937–e185937, 2018, doi: 10.1001/jamanetworkopen.2018.5937.
- [12] D. Arisandi dan I. P. Sari, *Sistem Pakar Dengan Fuzzy Expert System*. Gracias Logis Kreatif, 2021.
- [13] A. Kondinski, J. Bai, S. Mosbach, J. Akroyd, dan M. Kraft, “Knowledge engineering in chemistry: From expert systems to agents of creation,” *Acc. Chem. Res.*, vol. 56, no. 2, hal. 128–139, 2022, doi: <https://doi.org/10.1021/acs.accounts.2c00617>.
- [14] H. Pruvost, A. Wilde, dan O. Enge-Rosenblatt, “Ontology-based expert system for automated monitoring of building energy systems,” *J. Comput. Civ. Eng.*, vol. 37, no. 1, hal. 4022054-1-4022054-11, 2023, doi: [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CP.1943-5487.0001065](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CP.1943-5487.0001065).
- [15] J. Junaidi dan R. Said, “Pemberdayaan Kesehatan Anak Usia Sekolah: Edukasi Bahaya Rokok Elektrik di Sekolah Indonesia Kuala Lumpur Malaysia,” *PaKMas J. Pengabd. Kpd. Masy.*, vol. 4, no. 2, hal. 322–330, 2024, doi: <https://doi.org/10.54259/pakmas.v4i2.3022>.
- [16] R. F. Hasani, B. Nixon, A. Humairah, dan A. Yasmin, “Rancang Bangun Alat Pendeteksi Uap Vaping dan Asap Rokok Berbasis Internet of Things Terintegrasi Aplikasi Android,” *Spektral*, vol. 4, no. 1, hal. 151–158, 2023, doi: <https://doi.org/10.32722/spektral.v4i1.5629>.
- [17] M. Deif, R. Hammam, dan A. Solyman, “Adaptive neuro-fuzzy inference system (ANFIS) for rapid diagnosis of COVID-19 cases based on routine blood tests,” *Int. J. Intell. Eng. Syst.*, vol. 14, no. 2, hal. 178–189, 2021, doi: <https://doi.org/10.22266/ijies2021.0430.16>.
- [18] S. Rahmah, W. Witanti, dan P. N. Sabrina, “Prediksi Penjualan Obat Menggunakan Metode Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System (ANFIS),” *JIMP-Jurnal Inform. Merdeka Pasuruan*, vol. 7, no. 3, hal. 109–114, 2023, doi: DOI <http://dx.doi.org/10.51213/jimp.v7i3.733>.