

**IMPLEMENTASI ULANG SISTEM PAKAR BERBASIS RULE-BASED,  
FORWARD CHAINING, DAN CERTAINTY FACTOR DARI PENELITIAN  
RELEVAN TERDAHULU**

*Tugas ini dibuat untuk memenuhi mata kuliah Sistem Pakar*

Dosen Pengampu: Liptia Venica, S.T., M.T.



**Dibuat oleh:**

**Muhammad Farid F P**

**2300062**

**Alfarizi Khoerul Rizal**

**2309650**

**PROGRAM STUDI MEKATRONIKA DAN KECERDASAN BUATAN**

**UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA**

**KAMPUS DAERAH PURWAKARTA**

**2025**

## 1. JUDUL DAN SUMBER PENELITIAN ACUAN

Penelitian yang kami jadikan acuan utama dalam implementasi ulang sistem pakar ini berjudul:

“Sistem Pakar dalam Identifikasi Kerusakan Gigi pada Anak dengan Menggunakan Metode Forward Chaining dan Certainty Factor”.

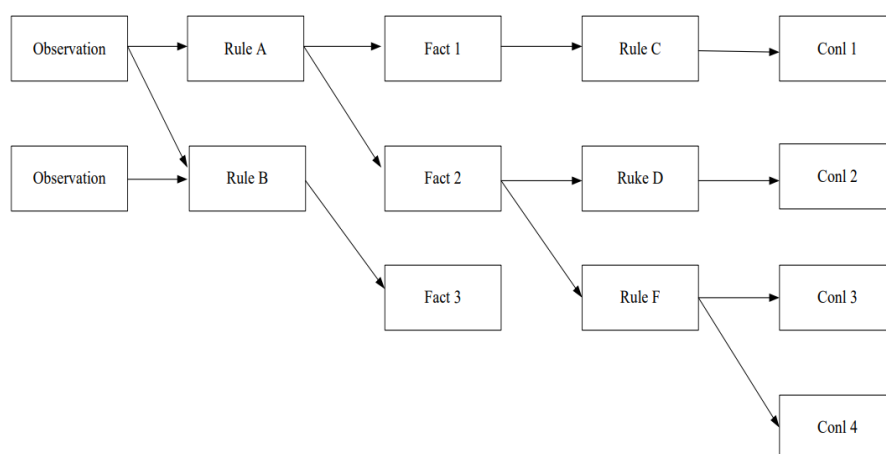
Penelitian tersebut ditulis oleh Rahmad Dian, Sumijan, dan Yuhandri Yunus dari Universitas Putra Indonesia YPTK Padang. Artikel ini diterbitkan dalam Jurnal Sistem Informasi dan Teknologi (JSisfotek), Volume 2 Nomor 3 Tahun 2020, dan dapat diakses melalui situs resmi jurnal di tautan berikut:

 <https://jsisfotek.org/index.php>

## 2. DESKRIPSI SISTEM PAKAR PADA PENELITIAN ASLI

Permasalahan utama yang diangkat dalam penelitian ini adalah keterbatasan jumlah dokter gigi dibandingkan dengan jumlah pasien, serta waktu pelayanan yang terbatas, sehingga proses diagnosis menjadi kurang optimal. Secara teknis, sistem pakar ini memanfaatkan dua pendekatan utama, yaitu:

1. **Metode Forward Chaining** – digunakan untuk melakukan *reasoning* dari gejala menuju kesimpulan (diagnosis). Sistem akan menelusuri *rule base* yang berisi relasi antara gejala dan jenis kerusakan gigi. Setiap aturan berbentuk *IF-THEN* yang disusun berdasarkan hasil wawancara dengan dokter gigi.



2. **Metode Certainty Factor (CF)** – digunakan untuk menghitung tingkat keyakinan **diagnosis**, yaitu seberapa besar kemungkinan suatu gejala mengindikasikan jenis kerusakan gigi tertentu. CF diperoleh dari kombinasi nilai kepercayaan pakar dan masukan pengguna (*user's belief level*).

Penelitian ini berhasil mengidentifikasi **10 jenis kerusakan gigi anak**, dengan **21 gejala utama** yang diperoleh dari hasil wawancara dengan dokter gigi sebagai pakar. Implementasi sistem dilakukan menggunakan **bahasa pemrograman PHP**, dan hasil pengujian menunjukkan tingkat akurasi sebesar **91,20%** terhadap diagnosis yang dihasilkan. Sistem ini kemudian direalisasikan dalam bentuk aplikasi berbasis web yang dapat digunakan masyarakat untuk melakukan konsultasi awal sebelum menemui dokter gigi secara langsung.

### **3. PENJELASAN IMPLEMENTASI ULANG (PERUBAHAN ATAU PENYESUAIAN YANG DILAKUKAN)**

kami melakukan sejumlah perubahan dan penyesuaian yang difokuskan pada tiga aspek utama, yaitu pendekatan pengembangan sistem, teknologi dan bahasa pemrograman, serta representasi basis pengetahuan dan antarmuka pengguna. Pendekatan yang kami gunakan dalam implementasi ulang adalah **sequential development approach** (pendekatan berurutan), yang menekankan tahapan kerja sistematis dari analisis kebutuhan, desain sistem, implementasi kode, hingga pengujian.

Dari sisi bahasa dan library, kami menggunakan **bahasa pemrograman Python** karena dukungan pustaka (library) yang lebih kuat terhadap proses inferensi, analisis data, serta integrasi antarmuka modern. Kami menggunakan **Streamlit** sebagai framework utama antarmuka (interface) agar sistem dapat dijalankan secara interaktif dan lebih mudah digunakan oleh pengguna umum. Proses pengembangan dilakukan di lingkungan **virtual environment (venv)** untuk menjaga konsistensi dependensi dan memastikan setiap library dapat dikelola secara terisolasi.

Seluruh proses pengembangan dilakukan menggunakan **Visual Studio Code (VSCode)** sebagai Integrated Development Environment (IDE), dengan bantuan **AI-based code assistant** untuk mempercepat proses debugging dan otomatisasi penulisan kode dasar.

Antarmuka sistem dirancang agar pengguna (pasien) dapat memilih gejala yang dialami melalui tampilan berbasis *checkbox* di aplikasi Streamlit. Setelah pengguna memilih gejala, sistem akan melakukan proses inferensi secara otomatis menggunakan kombinasi *Forward*

*Chaining* dan *Certainty Factor*, lalu menampilkan hasil diagnosis beserta nilai persentase keyakinannya.

Output utama yang ditampilkan antara lain:

- Jenis kerusakan gigi yang teridentifikasi (misal: *Gingivitis*),
- Nilai keyakinan sistem terhadap diagnosis (contoh: 91.20%),
- Saran tindakan awal atau pencegahan sederhana yang dapat dilakukan.

#### 4. TABEL ATURAN (RULE BASE) DAN REPRESENTASI JSON

Tabel Jenis Kerusakan Gigi

No	Kode Kerusakan	Jenis Kerusakan Gigi
1	KG1	Ulkus Dekubitus
2	KG2	Gingivitis
3	KG3	Abses
4	KG4	Pulpitis
5	KG5	Persistensi
6	KG6	Calculus
7	KG7	Gigi Fraktur
8	KG8	Periodontitis
9	KG9	Gangren Pulpa
10	KG10	Karies Gigi

Tabel Data Gejala

No	Kode Gejala	Gejala Kerusakan
1	KK1	Luka pada gusi
2	KK2	Gigi terasa sakit
3	KK3	Pasien mengalami demam
4	KK4	Gusi mudah berdarah

5	KK5	Gusi bengkak dan sakit
6	KK6	Nyeri saat mengunyah makanan
7	KK7	Terdapat nanah pada gusi
8	KK8	Gusi turun atau menyusut
9	KK9	Gigi sensitif terhadap makanan panas atau dingin
10	KK10	Nyeri spontan
11	KK11	Munculnya gigi permanen berdempetan dengan gigi susu
12	KK12	Terdapat plak pada gigi
13	KK13	Terlihat retakan pada gigi atau gigi terlihat cacat
14	KK14	Gusi berdarah
15	KK15	Mulut terasa tidak enak
16	KK16	Warna gigi berubah atau berbeda dengan yang lainnya
17	KK17	Gigi terasa sakit saat makan makanan panas atau dingin
18	KK18	Sakit gigi
19	KK19	Ada lubang pada gigi
20	KK20	Gigi susu goyang
21	KK21	Noda berwarna coklat, hitam, atau putih pada permukaan gigi

Tabel Nilai Certainty Factor

Rule Ke	Rule (dengan Gejala Lengkap)
1	<b>IF</b> [Luka pada gusi : 0.8] <b>AND</b> [Gigi terasa sakit : 0.4] <b>AND</b> [Pasien mengalami demam : 0.6] <b>THEN</b> Ulkus Dekubitus
2	<b>IF</b> [Gusi mudah berdarah : 0.4] <b>AND</b> [Gusi bengkak dan sakit : 0.8] <b>AND</b> [Nyeri saat mengunyah makanan : 0.6] <b>AND</b> [Gusi turun atau menyusut : 0.8] <b>AND</b> [Terdapat plak pada gigi : 0.4] <b>THEN</b> Gingivitis
3	<b>IF</b> [Pasien mengalami demam : 0.4] <b>AND</b> [Gusi bengkak dan sakit : 0.8] <b>AND</b> [Nyeri saat mengunyah makanan : 0.6] <b>AND</b> [Terdapat nanah pada

	gusi : 0.4] <b>AND</b> [Gigi sensitif terhadap makanan panas atau dingin : 0.8] <b>THEN</b> Abses
4	<b>IF</b> [Nyeri spontan : 0.6] <b>AND</b> [Gigi terasa sakit saat makan makanan panas atau dingin : 0.6] <b>AND</b> [Ada lubang pada gigi : 0.8] <b>THEN</b> Pulpitis
5	<b>IF</b> [Munculnya gigi permanen berdempetan dengan gigi susu : 1.0] <b>AND</b> [Gigi susu goyang : 0.8] <b>THEN</b> Persistensi
6	<b>IF</b> [Gusi bengkak dan sakit : 0.4] <b>AND</b> [Gusi mudah berdarah : 0.6] <b>AND</b> [Terdapat plak pada gigi : 0.8] <b>THEN</b> Calculus
7	<b>IF</b> [Nyeri saat mengunyah makanan : 0.4] <b>AND</b> [Gigi sensitif terhadap makanan panas atau dingin : 0.8] <b>AND</b> [Terlihat retakan pada gigi atau gigi terlihat cacat : 1.0] <b>THEN</b> Gigi Fraktur
8	<b>IF</b> [Nyeri saat mengunyah makanan : 0.6] <b>AND</b> [Gusi berdarah : 0.6] <b>AND</b> [Mulut terasa tidak enak : 0.4] <b>AND</b> [Terdapat nanah pada gusi : 0.6] <b>THEN</b> Periodontitis
9	<b>IF</b> [Warna gigi berubah atau berbeda dengan yang lainnya : 0.8] <b>AND</b> [Gigi terasa sakit saat makan makanan panas atau dingin : 0.6] <b>THEN</b> Gangren Pulpa
10	<b>IF</b> [Sakit gigi : 0.6] <b>AND</b> [Gigi sensitif terhadap makanan panas atau dingin : 0.4] <b>AND</b> [Ada lubang pada gigi : 0.8] <b>AND</b> [Noda berwarna cokelat, hitam, atau putih pada permukaan gigi : 0.8] <b>THEN</b> Karies Gigi

Dalam penelitian asli, basis pengetahuan (knowledge base) direpresentasikan dalam bentuk tabel aturan (*rule base*) yang menghubungkan kode gejala (KK) dengan jenis kerusakan gigi (KG). Dalam implementasi ulang, kami tetap mempertahankan struktur dasar ini, namun menambahkan **representasi digital dalam format JSON (JavaScript Object Notation)** agar sistem lebih fleksibel dan mudah diakses oleh program Python.

Representasi **JSON** memungkinkan data aturan dan gejala disimpan dalam format yang terstruktur, mudah dibaca, serta dapat diubah tanpa harus memodifikasi langsung kode program.

Adapun untuk representasi dari file Json nya sebagai berikut:

```

() rules.json > ...
2  "rules": [
51    {
52      "id": "R9",
53      "if": ["Warna gigi berubah atau berbeda dengan yang lainnya", "Gigi terasa sakit saat makan makanan panas atau dingin"],
54      "premise_cf_expert": {"Warna gigi berubah atau berbeda dengan yang lainnya": 0.8, "Gigi terasa sakit saat makan makanan panas atau dingin": 0.8},
55      "then": "Gangren Pulpa"
56    },
57    {
58      "id": "R10",
59      "if": ["Sakit gigi", "Gigi sensitif terhadap makanan panas atau dingin", "Ada lubang pada gigi", "Noda berwarna coklat, hitam, atau putih"],
60      "premise_cf_expert": {"Sakit gigi": 0.6, "Gigi sensitif terhadap makanan panas atau dingin": 0.4, "Ada lubang pada gigi": 0.8, "Noda berwarna coklat, hitam, atau putih": 0.8},
61      "then": "Karies Gigi"
62    },
63    {
64      "id": "R2b",
65      "if": ["Gusi bengkak dan sakit", "Terdapat plak pada gigi"],
66      "premise_cf_expert": {"Gusi bengkak dan sakit": 0.6, "Terdapat plak pada gigi": 0.4},
67      "then": "Gingivitis"
68    },
69    {
70      "id": "R11",
71      "if": ["Gingivitis"],
72      "premise_cf_expert": {"Gingivitis": 0.7},
73      "then": "Risiko Peradangan"
74    }
75  ]
76

```

```

() rules.json > ...
27  "rules": [
28    {
29      "id": "R5",
30      "if": ["Munculnya gigi permanen berdempetan dengan gigi susu", "Gigi susu goyang"],
31      "premise_cf_expert": {"Munculnya gigi permanen berdempetan dengan gigi susu": 1.0, "Gigi susu goyang": 0.8},
32      "then": "Persistensi"
33    },
34    {
35      "id": "R6",
36      "if": ["Gusi bengkak dan sakit", "Gusi mudah berdarah", "Terdapat plak pada gigi"],
37      "premise_cf_expert": {"Gusi bengkak dan sakit": 0.4, "Gusi mudah berdarah": 0.6, "Terdapat plak pada gigi": 0.8},
38      "then": "Calculus"
39    },
40    {
41      "id": "R7",
42      "if": ["Nyeri saat mengunyah makanan", "Gigi sensitif terhadap makanan panas atau dingin", "Terlihat retakan pada gigi atau gigi terbelah"],
43      "premise_cf_expert": {"Nyeri saat mengunyah makanan": 0.4, "Gigi sensitif terhadap makanan panas atau dingin": 0.8, "Terlihat retakan pada gigi atau gigi terbelah": 0.8},
44      "then": "Gigi Fraktur"
45    },
46    {
47      "id": "R8",
48      "if": ["Nyeri saat mengunyah makanan", "Gusi berdarah", "Mulut terasa tidak enak", "Terdapat nanah pada gusi"],
49      "premise_cf_expert": {"Nyeri saat mengunyah makanan": 0.6, "Gusi berdarah": 0.6, "Mulut terasa tidak enak": 0.4, "Terdapat nanah pada gusi": 0.8},
50      "then": "Periodontitis"
51    }
52  ]
53

```

```

() rules.json > ...
1  "rules": [
2    {
3      "id": "R1",
4      "if": ["Luka pada gusi", "Gigi terasa sakit", "Pasien mengalami demam"],
5      "premise_cf_expert": {"Luka pada gusi": 0.8, "Gigi terasa sakit": 0.4, "Pasien mengalami demam": 0.6},
6      "then": "Ulkus Dekubitus"
7    },
8    {
9      "id": "R2",
10     "if": ["Gusi mudah berdarah", "Gusi bengkak dan sakit", "Nyeri saat mengunyah makanan", "Gusi turun atau menyusut", "Terdapat plak pada gigi"],
11     "premise_cf_expert": {"Gusi mudah berdarah": 0.4, "Gusi bengkak dan sakit": 0.8, "Nyeri saat mengunyah makanan": 0.6, "Gusi turun atau menyusut": 0.8, "Terdapat plak pada gigi": 0.8},
12     "then": "Gingivitis"
13   },
14   {
15     "id": "R3",
16     "if": ["Pasien mengalami demam", "Gusi bengkak dan sakit", "Nyeri saat mengunyah makanan", "Terdapat nanah pada gusi", "Gigi sensitif terhadap makanan panas atau dingin"],
17     "premise_cf_expert": {"Pasien mengalami demam": 0.4, "Gusi bengkak dan sakit": 0.8, "Nyeri saat mengunyah makanan": 0.6, "Terdapat nanah pada gusi": 0.8, "Gigi sensitif terhadap makanan panas atau dingin": 0.8},
18     "then": "Abses"
19   },
20   {
21     "id": "R4",
22     "if": ["Nyeri spontan", "Gigi terasa sakit saat makan makanan panas atau dingin", "Ada lubang pada gigi"],
23     "premise_cf_expert": {"Nyeri spontan": 0.6, "Gigi terasa sakit saat makan makanan panas atau dingin": 0.6, "Ada lubang pada gigi": 0.8},
24     "then": "Pulpitis"
25   }
26 ]
27

```

## 5. PENJELASAN PROSES INFERENSI (FORWARD CHAINING + CF)

### 1. Input gejala awal

Pengguna memilih gejala yang dialami anak dari daftar gejala yang tersedia (misalnya: gusi bengkak, nyeri saat mengunyah, ada plak, dll).

## 2. Pencocokan fakta dan aturan

Sistem membandingkan gejala input dengan **basis pengetahuan (knowledge base)** yang berisi *aturan IF-THEN*.

- KK4 = Gusi mudah berdarah
- KK5 = Gusi bengkak dan sakit
- KK6 = Nyeri saat mengunyah
- KK8 = Gusi menyusut
- KK12 = Plak pada gigi

## 3. Rule yang terpenuhi dipilih

Dari semua rule, hanya yang memenuhi semua kondisi gejala (dengan nilai CF > 0) akan dievaluasi lebih lanjut.

## 4. Lanjut ke proses penghitungan CF

Setelah rule cocok, maka dilakukan perhitungan **tingkat keyakinan (certainty factor)** untuk menilai seberapa kuat kemungkinan penyakit tersebut benar.

### A. Proses perhitungan Certainty Factor (CF)

CF digunakan untuk menunjukkan tingkat keyakinan pakar dan pengguna terhadap suatu gejala serta menghitung kepastian diagnosis akhir.

Rumus Dasar:

#### 1. CF setiap gejala (Cfgejala)

$$CF_{\text{gejala}} = CF_{\text{user}} \times CF_{\text{pakar}}$$

- CF\_user = nilai keyakinan dari pengguna (berapa yakin pasien mengalami gejala tersebut)
- CF\_pakar = bobot kepercayaan pakar terhadap hubungan gejala-penyakit

#### 2. Kombinasi beberapa gejala (Cfcombine)

Jika terdapat lebih dari satu gejala pada satu penyakit, digunakan rumus iteratif:

$$CF_{\text{combine}} = CF_{\text{old}} + CF_{\text{gejala}}(1 - CF_{\text{old}})$$

- CF\_old = hasil perhitungan CF sebelumnya
- CF\_gejala = nilai CF baru yang akan digunakan

#### 3. Konversi persentase keyakinan



$$CF_{\text{persentase}} = CF_{\text{combine}} \times 100\%$$

Contoh Perhitungan:

Rule 2 → kerusakan Gigi (gingivitis)

Diketahui dari input pengguna:

Gejala	CF_user	CF_pakar	CF_gejala = CF_user × CF_pakar
KK4	0.8	0.4	0.32
KK5	0.6	0.8	0.48
KK6	0.8	0.6	0.48
KK8	0.6	0.8	0.48
KK12	0.2	0.4	0.08

Hitung kombinasi secara bertahap:

$$CF_{\text{combine1}} = 0.32 + 0.48(1-0.32) = 0.6464$$

$$CF_{\text{combine2}} = 0.6464 + 0.48(1-0.6464) = 0.8161$$

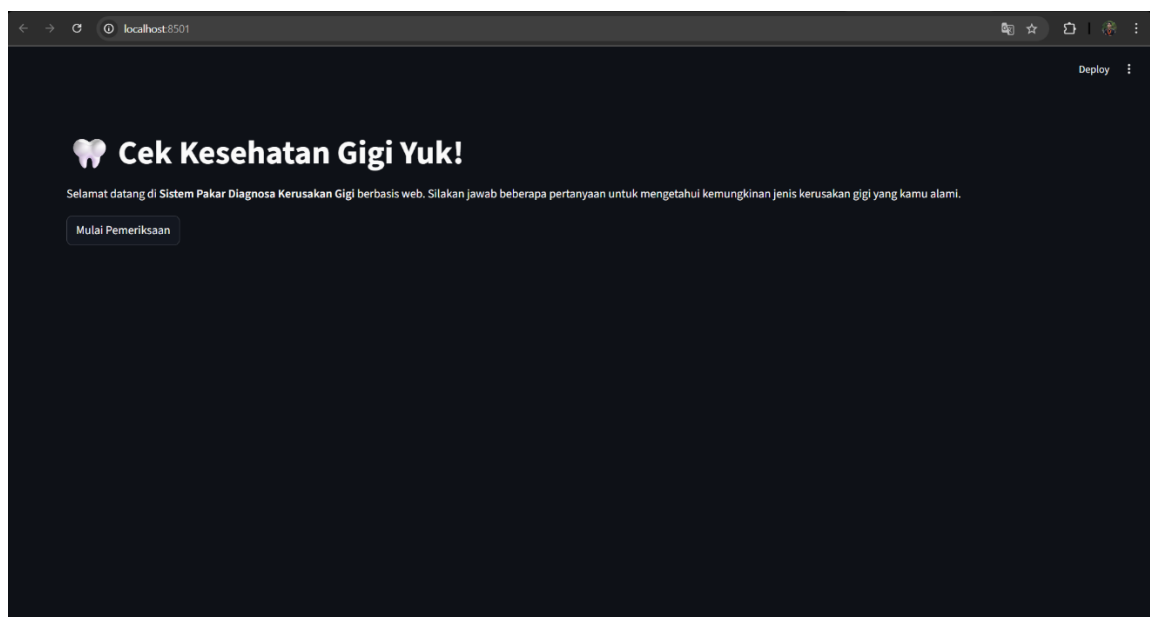
$$CF_{\text{combine3}} = 0.8161 + 0.48(1-0.8161) = 0.9044$$

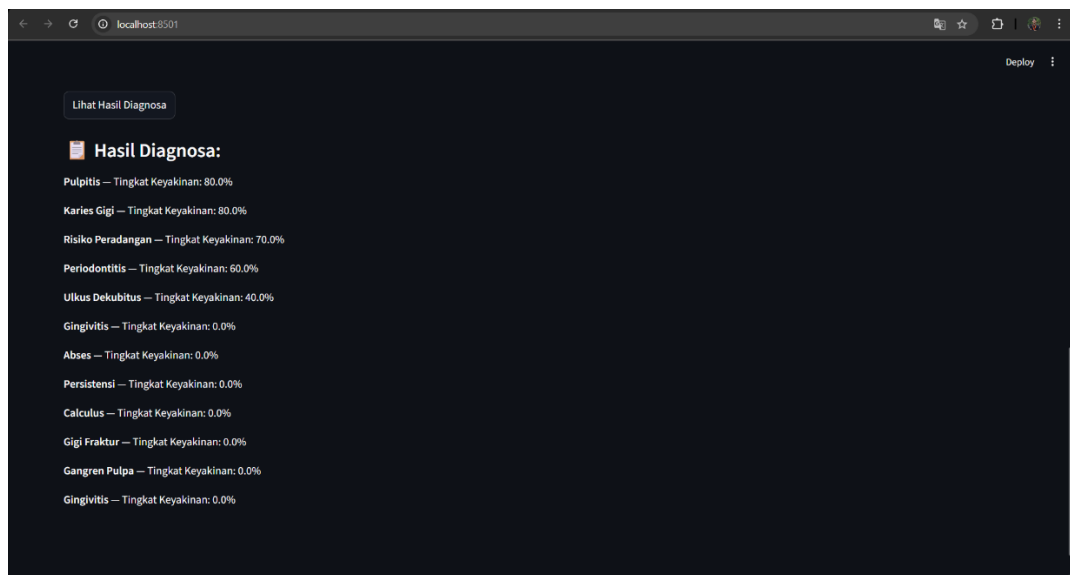
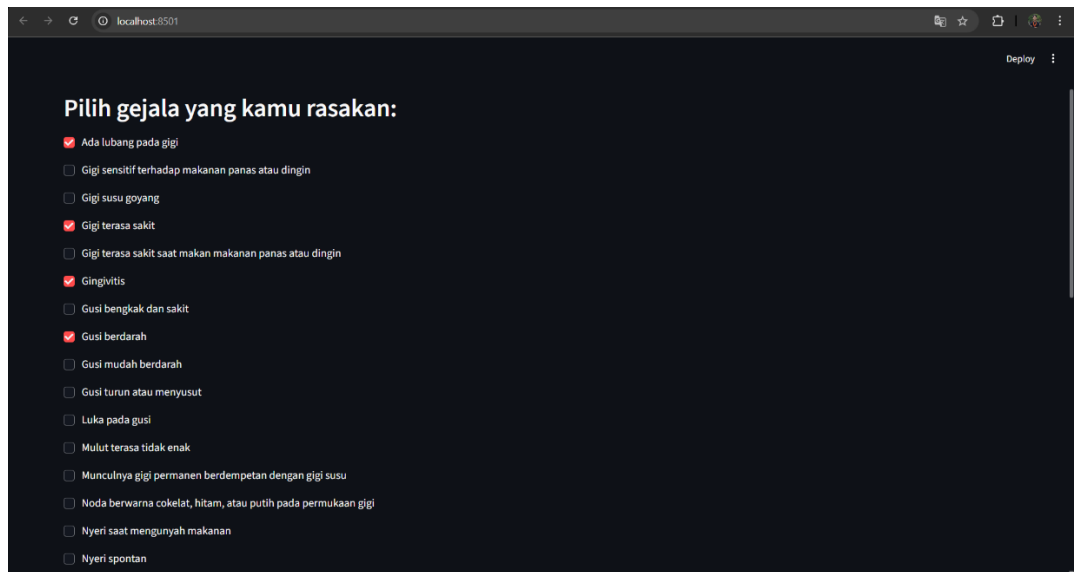
$$CF_{\text{combine4}} = 0.9044 + 0.08(1-0.9044) = 0.9120$$

Hasil akhir:

$$CF_{\text{rule2}} = 0.9120 \Rightarrow 91.20\%$$

## 6. HASIL UJI COBA (TANGKAPAN LAYAR)





## 7. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil implementasi dan pengujian terhadap Sistem Pakar Diagnosa Kerusakan Gigi Berbasis Web menggunakan metode Forward Chaining dan Certainty Factor (CF), maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Sistem pakar yang dikembangkan berhasil menerapkan metode Forward Chaining secara efektif. Proses inferensi dimulai dari gejala yang dipilih oleh pengguna, kemudian sistem menelusuri basis aturan (rule base) yang telah disusun berdasarkan hasil wawancara dengan pakar. Mekanisme ini memastikan bahwa diagnosis yang diberikan merupakan hasil penalaran logis dari kombinasi gejala yang terdeteksi.
2. Metode Certainty Factor (CF) berhasil digunakan untuk menghitung tingkat keyakinan diagnosis. Nilai CF dihitung berdasarkan kombinasi antara tingkat kepercayaan pakar terhadap hubungan gejala dan penyakit, serta input pengguna terhadap keyakinannya mengalami gejala tersebut. Hasil perhitungan CF membantu

sistem memberikan diagnosis yang disertai nilai probabilitas (persentase keyakinan) yang lebih realistis dan informatif.

3. Implementasi sistem dalam bahasa Python dengan framework Streamlit memberikan kemudahan dalam interaksi pengguna dan pengujian. Pengguna dapat memilih gejala melalui antarmuka berbasis web yang sederhana, dan sistem secara otomatis menampilkan hasil diagnosis beserta tingkat keyakinannya. Integrasi format JSON sebagai basis pengetahuan juga membuat sistem mudah diperluas dan dikelola.
4. Hasil uji coba menunjukkan bahwa sistem mampu mengidentifikasi jenis kerusakan gigi dengan tingkat keyakinan yang bervariasi, tergantung pada kombinasi gejala yang dipilih pengguna. Sistem juga mampu mengenali hubungan antar-penyakit (misalnya, Gingivitis yang berpotensi menyebabkan Risiko Peradangan) melalui aturan berantai yang ada di basis pengetahuan.

Secara keseluruhan, sistem pakar ini terbukti dapat membantu pengguna dalam melakukan skrining awal terhadap kemungkinan kerusakan gigi, memberikan informasi diagnosis yang lebih terarah, serta berpotensi menjadi alat bantu edukatif untuk meningkatkan kesadaran masyarakat terhadap kesehatan gigi dan mulut.