

Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Gigi Berbasis Web Menggunakan Metode Forward Chaining

David Raihan^{1*}, Dimas Abisono Punkastyo¹

¹Fakultas Ilmu Komputer, Program Studi Teknik Informatika, Universitas Pamulang, Tangerang Selatan, Indonesia

²Fakultas, Program Studi, Nama Institusi, Kota, Indonesia

Email: david.dentium6@gmail.com ^{2*}dosen00675@unpam.ac.id

(* : coresponding author)

Abstrak— Kesehatan gigi dan mulut merupakan bagian penting dari kesehatan tubuh yang memerlukan proses diagnosis secara tepat. Berdasarkan hasil observasi dan wawancara di Cantika Dental Clinic, dokter gigi muda dan asisten masih mengalami kesulitan dalam melakukan diagnosis pada beberapa kasus penyakit gigi, terutama karena keterbatasan pengalaman serta sarana diagnostik. Penelitian ini bertujuan mengembangkan sistem pakar berbasis web yang dapat membantu proses diagnosis penyakit gigi berdasarkan gejala yang dialami pasien. Metode inferensi yang digunakan adalah *Forward Chaining*, yaitu proses penelusuran yang dimulai dari fakta berupa gejala kemudian dicocokkan dengan aturan dalam basis pengetahuan hingga diperoleh kesimpulan berupa diagnosis dan rekomendasi penanganan. Data penelitian diperoleh melalui studi pustaka, observasi, dan wawancara, sedangkan pengembangan sistem menggunakan metode *Extreme Programming* yang meliputi tahapan *planning, design, coding, dan testing*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem mampu melakukan proses penelusuran gejala, menentukan diagnosis berdasarkan aturan yang tersimpan, serta menampilkan rekomendasi penanganan. Sistem yang dikembangkan dapat digunakan sebagai alat bantu bagi dokter gigi muda dan asisten dalam mendukung proses diagnosis di Cantika Dental Clinic.

Kata Kunci: Sistem Pakar, *Forward Chaining*, Penyakit Gigi, Diagnosis, Berbasis Web

Abstract— Dental and oral health is an important part of overall health and requires an appropriate diagnostic process. Based on observations and interviews conducted at Cantika Dental Clinic, young dentists and dental assistants still experience difficulties in diagnosing several dental diseases, particularly due to limited experience and diagnostic facilities. This study aims to develop a web-based expert system that can assist the diagnosis of dental diseases based on symptoms experienced by patients. The inference method used is *Forward Chaining*, in which the reasoning process starts from symptom-based facts and matches them with rules stored in the knowledge base until a diagnostic conclusion and treatment recommendation are obtained. Research data were collected through literature studies, observations, and interviews, while the system was developed using the *Extreme Programming* method consisting of *planning, design, coding, and testing*. The results show that the system is able to trace symptoms, determine diagnoses according to established rules, and provide appropriate treatment recommendations. Therefore, the developed system can be used as a supporting tool for young dentists and dental assistants in the diagnostic process at Cantika Dental Clinic.

Keywords: Expert System, *Forward Chaining*, Dental Disease, Diagnosis, Web-Based

1. PENDAHULUAN

Kesehatan gigi dan mulut merupakan bagian penting dari kesehatan tubuh karena kondisi rongga mulut dapat memengaruhi kesehatan secara keseluruhan. Kurangnya kesadaran masyarakat dalam menjaga kebersihan gigi dan mulut dapat memicu berbagai gangguan, seperti karies, gingivitis, periodontitis, pulpitis, serta penyakit lain yang membutuhkan penanganan secara tepat. Selain faktor kebersihan, ketepatan proses diagnosis juga sangat menentukan keberhasilan penanganan pasien. Dalam praktik pelayanan kesehatan gigi, pengalaman tenaga medis dan ketersediaan sarana diagnostik menjadi faktor penting dalam menghasilkan keputusan diagnosis yang sesuai (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2013).

Berdasarkan hasil observasi dan wawancara yang dilakukan di Cantika Dental Clinic, ditemukan bahwa dokter gigi muda dan asisten masih menghadapi kesulitan dalam melakukan diagnosis penyakit gigi, terutama pada kasus yang memiliki gejala kompleks. Keterbatasan pengetahuan dan pengalaman dapat memengaruhi ketepatan pengambilan keputusan medis. Selain itu, keterbatasan alat diagnostik juga menjadi salah satu kendala karena beberapa pemeriksaan membutuhkan peralatan yang tidak selalu tersedia di klinik. Dalam kondisi tertentu, pihak klinik harus menggunakan atau meminjam fasilitas dari klinik mitra sehingga proses pemeriksaan dapat membutuhkan waktu lebih lama. Kondisi tersebut menunjukkan perlunya suatu sistem pendukung yang dapat membantu proses diagnosis berdasarkan informasi gejala yang tersedia.

Salah satu pendekatan yang dapat digunakan untuk mendukung proses diagnosis adalah sistem pakar. Sistem pakar merupakan aplikasi komputer yang dirancang untuk mengadopsi pengetahuan seorang pakar ke dalam sistem sehingga dapat membantu proses pengambilan keputusan berdasarkan basis pengetahuan dan aturan tertentu. Dalam bidang kesehatan, sistem pakar dapat digunakan sebagai alat bantu untuk memberikan diagnosis awal berdasarkan gejala yang dimasukkan oleh pengguna. Sistem ini tidak dimaksudkan untuk menggantikan dokter, tetapi dapat digunakan sebagai media pendukung dalam proses identifikasi penyakit serta pemberian rekomendasi penanganan awal (Hendy et al., 2025).

Penelitian ini menggunakan metode *Forward Chaining* sebagai mekanisme inferensi. Metode tersebut bekerja dengan memulai proses penalaran dari fakta yang diketahui, kemudian mencocokkannya dengan aturan yang terdapat dalam basis pengetahuan hingga diperoleh suatu kesimpulan. Dalam sistem diagnosis penyakit gigi,

fakta direpresentasikan dalam bentuk gejala yang dipilih oleh pengguna, sedangkan aturan menghubungkan kombinasi gejala dengan penyakit dan penanganan tertentu. Pendekatan ini sesuai digunakan karena proses diagnosis dimulai dari sekumpulan gejala yang diketahui kemudian ditelusuri hingga diperoleh hasil diagnosis (Hadi, 2023). Pada skripsi ini, basis pengetahuan dikembangkan dari data penyakit gigi, gejala, serta penanganan yang digunakan sebagai dasar pembentukan aturan pada proses inferensi.

Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa sistem pakar telah diterapkan pada berbagai bidang diagnosis kesehatan. Azizah dan Rohman (2023) mengembangkan sistem pakar diagnosis penyakit anak menggunakan metode *Certainty Factor*, sedangkan Anita et al. (2023) menerapkan metode yang sama pada diagnosis penyakit demam berdarah. Penelitian Larasaty dan Prasetyaningrum (2024) menerapkan *Forward Chaining* untuk diagnosis gangguan kecemasan pada penyandang disabilitas, sementara Ahsana et al. (2024) menggunakan metode *Forward Chaining* pada sistem pakar diagnosis penyakit telinga. Penelitian Diana dan Fiska (2024) juga menerapkan metode *Forward Chaining* untuk membantu diagnosis dan penanganan penyakit stroke. Hasil dari beberapa penelitian tersebut menunjukkan bahwa sistem pakar berbasis aturan dapat digunakan sebagai sarana pendukung dalam proses identifikasi penyakit berdasarkan gejala yang diberikan pengguna.

Berbeda dengan penelitian sebelumnya yang menggunakan objek penyakit anak, demam berdarah, gangguan kecemasan, penyakit telinga, dan stroke, penelitian ini berfokus pada diagnosis penyakit gigi di Cantika Dental Clinic. Sistem yang dikembangkan berbasis web dengan menggunakan metode *Forward Chaining* untuk menghubungkan gejala yang dipilih pengguna dengan aturan diagnosis yang tersimpan dalam basis pengetahuan. Solusi yang ditawarkan berupa aplikasi yang dapat membantu dokter gigi muda dan asisten memperoleh informasi diagnosis dan rekomendasi penanganan secara lebih terstruktur. Sistem juga diharapkan dapat menjadi media pendukung ketika proses diagnosis menghadapi keterbatasan pengalaman maupun keterbatasan fasilitas diagnostik.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan mengembangkan **Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Gigi Berbasis Web Menggunakan Metode *Forward Chaining***. Sistem dirancang untuk menerima masukan berupa gejala penyakit gigi, melakukan proses pencocokan dengan aturan dalam basis pengetahuan, kemudian menghasilkan diagnosis dan rekomendasi penanganan. Dengan adanya sistem ini, proses identifikasi penyakit diharapkan menjadi lebih sistematis serta dapat memberikan dukungan informasi bagi dokter gigi muda dan asisten dalam memberikan pelayanan di Cantika Dental Clinic. Tujuan penelitian pada skripsi juga menekankan pembuatan aplikasi berbasis web untuk membantu dokter muda dan asisten serta memberikan wawasan tambahan mengenai penggunaan sistem pakar.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan mengembangkan sistem pakar berbasis web untuk membantu proses diagnosis penyakit gigi menggunakan metode *Forward Chaining*. Tahapan penelitian dilakukan secara sistematis mulai dari identifikasi kebutuhan hingga pengujian sistem agar aplikasi yang dihasilkan sesuai dengan kebutuhan pengguna. Metode pengembangan perangkat lunak yang digunakan adalah Extreme Programming (XP) karena mampu mendukung pengembangan sistem secara bertahap melalui proses perencanaan, perancangan, implementasi, dan pengujian.

Tahap pertama adalah pengumpulan data, yang dilakukan melalui studi pustaka, observasi, dan wawancara. Studi pustaka digunakan untuk memperoleh teori mengenai sistem pakar, metode *Forward Chaining*, penyakit gigi, serta teknologi pengembangan aplikasi berbasis web. Observasi dilakukan secara langsung di Cantika Dental Clinic untuk memahami proses diagnosis penyakit gigi yang sedang berjalan. Selanjutnya, wawancara dilakukan dengan dokter gigi dan pihak klinik untuk memperoleh informasi mengenai jenis penyakit, gejala, penanganan, serta kebutuhan sistem yang akan dikembangkan.

Tahap berikutnya adalah perancangan basis pengetahuan. Pada tahap ini dilakukan identifikasi hubungan antara data penyakit, gejala, dan solusi penanganan yang selanjutnya disusun menjadi aturan (*rule base*). Aturan tersebut menjadi dasar proses inferensi menggunakan metode *Forward Chaining*. Basis pengetahuan disusun berdasarkan pengetahuan pakar sehingga sistem mampu melakukan penelusuran dari gejala menuju diagnosis penyakit yang sesuai.

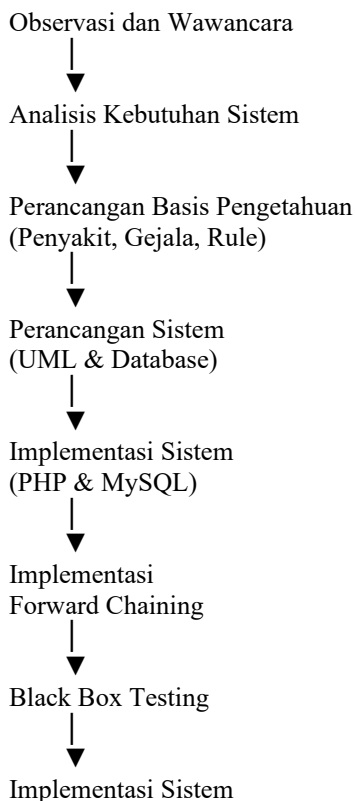
Selanjutnya dilakukan pengembangan sistem menggunakan metode *Extreme Programming (XP)* yang meliputi empat tahapan, yaitu *Planning*, *Design*, *Coding*, dan *Testing*. Tahap *Planning* dilakukan untuk mengidentifikasi kebutuhan sistem berdasarkan hasil observasi dan wawancara. Tahap *Design* menghasilkan rancangan sistem menggunakan UML, basis data, serta rancangan antarmuka pengguna. Tahap *Coding* dilakukan dengan mengimplementasikan aplikasi berbasis web menggunakan bahasa pemrograman PHP dan database MySQL. Tahap terakhir adalah *Testing*, yaitu pengujian sistem menggunakan metode *Black Box Testing* untuk memastikan seluruh fungsi aplikasi berjalan sesuai kebutuhan pengguna.

Alur tahapan penelitian secara keseluruhan ditunjukkan pada Gambar 1.

Gambar 1. Tahapan Penelitian

Studi Pustaka





Tahapan tersebut menggambarkan proses penelitian secara menyeluruh, mulai dari identifikasi kebutuhan pengguna hingga implementasi sistem yang siap digunakan sebagai media pendukung diagnosis penyakit gigi.

3. ANALISA DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisis Basis Pengetahuan

Tahap awal penelitian adalah membangun basis pengetahuan (*knowledge base*) yang diperoleh melalui observasi, wawancara dengan dokter gigi, serta studi literatur. Basis pengetahuan terdiri atas data penyakit, gejala, dan solusi penanganan yang selanjutnya dihubungkan melalui aturan (*rule*) sebagai dasar proses inferensi menggunakan metode *Forward Chaining*. Data tersebut menjadi inti dari sistem pakar karena seluruh proses diagnosis dilakukan berdasarkan hubungan antara gejala dan penyakit yang telah didefinisikan oleh pakar.

Sebanyak **30 jenis penyakit gigi**, **58 gejala**, dan **30 solusi penanganan** digunakan sebagai dasar penyusunan aturan diagnosis. Setiap penyakit memiliki kombinasi gejala yang berbeda sehingga proses inferensi dapat menghasilkan diagnosis sesuai fakta yang dimasukkan oleh pengguna.

Tabel 1. Contoh Basis Pengetahuan Penyakit Gigi

Kode	Penyakit	Contoh Gejala	Solusi
P01	Gingivitis	Gusi merah, bengkak, mudah berdarah	Pembersihan karang gigi
P02	Karies Superfisial	Gigi berlubang kecil	Penambalan
P03	Pulpitis	Nyeri saat terkena dingin/panas	Perawatan saluran akar
P04	Periodontitis	Gusi bengkak dan gigi goyang	Scaling dan terapi periodontal

(Disesuaikan dari basis pengetahuan pada sistem.)

3.2 Analisis Aturan Forward Chaining

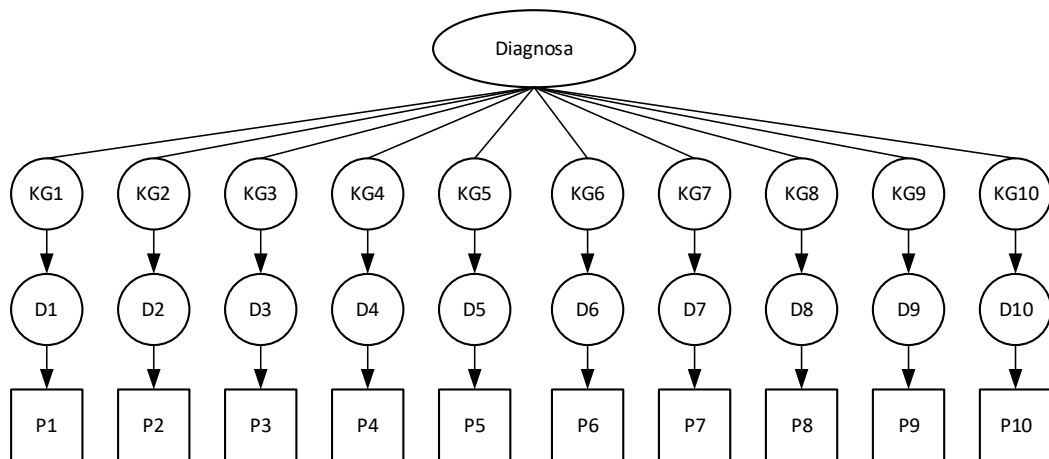
Metode *Forward Chaining* bekerja dengan melakukan penelusuran berdasarkan fakta berupa gejala yang dipilih pengguna. Setiap gejala akan dicocokkan dengan aturan (*IF-THEN*) pada basis pengetahuan hingga ditemukan diagnosis yang sesuai. Apabila seluruh kondisi pada bagian **IF** terpenuhi, maka sistem akan menghasilkan kesimpulan berupa penyakit beserta solusi penanganannya.

Tabel 2. Contoh Aturan Diagnosis

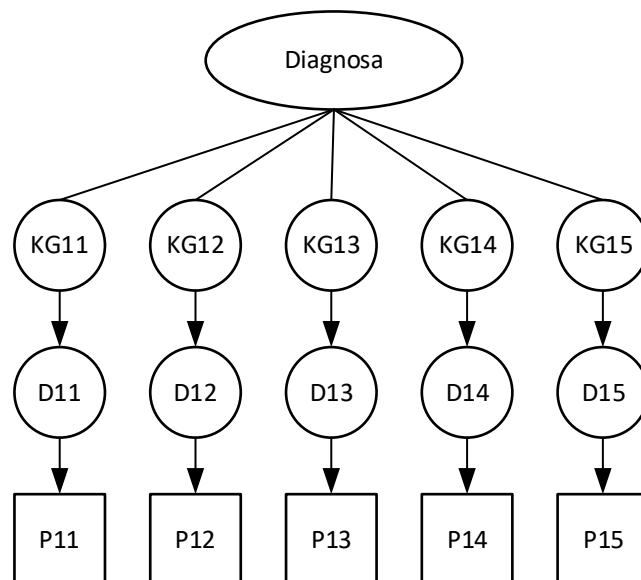
Rule	Aturan
R1	IF G01 AND G02 AND G03 THEN P01
R2	IF G04 AND G05 THEN P02
R3	IF G06 AND G07 AND G08 THEN P03
R4	IF G09 AND G10 THEN P04

Gambar 2 memperlihatkan mekanisme inferensi yang dilakukan sistem, dimulai dari gejala yang dipilih pengguna hingga menghasilkan diagnosis penyakit.

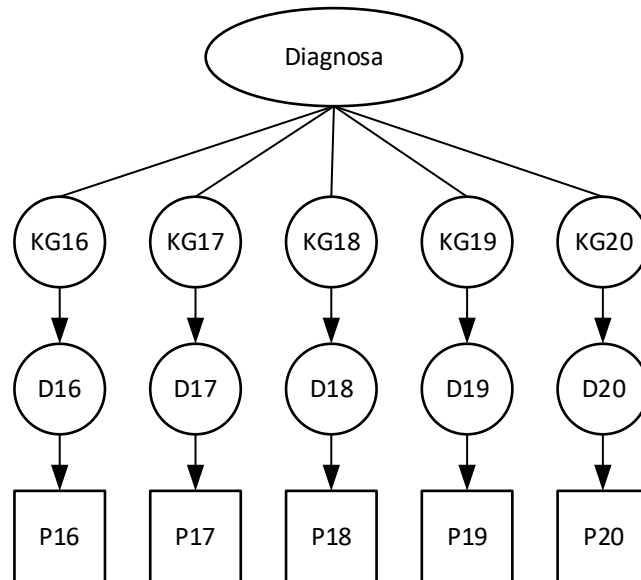
Berikut diagram pohon penelusuran berbasis *forward chaining* (Gambar 3.1, 3.2, 3.3) menggambarkan bagaimana gejala dikelompokkan ke dalam kelompok gejala (KG) dan mengarah ke diagnosis (D). Setiap KG berisi daftar kode gejala yang menjadi dasar rule untuk menghasilkan diagnosis tertentu.



Gambar 2. Pohon diagram teknik penelusuran 1



Gambar 3. Pohon diagram teknik penelusuran 2



Gambar 4. Pohon diagram teknik penelusuran 3

Keterangan:

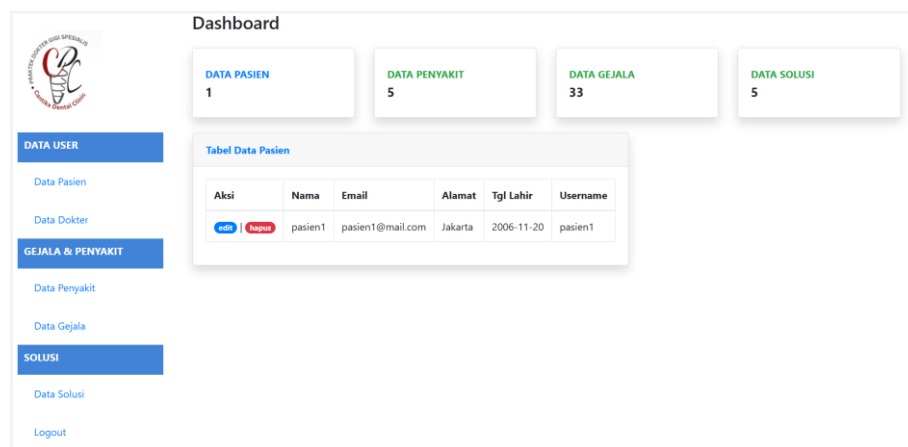
KG : Kelompok Gejala

D : Diagnosa

P : Penanganan

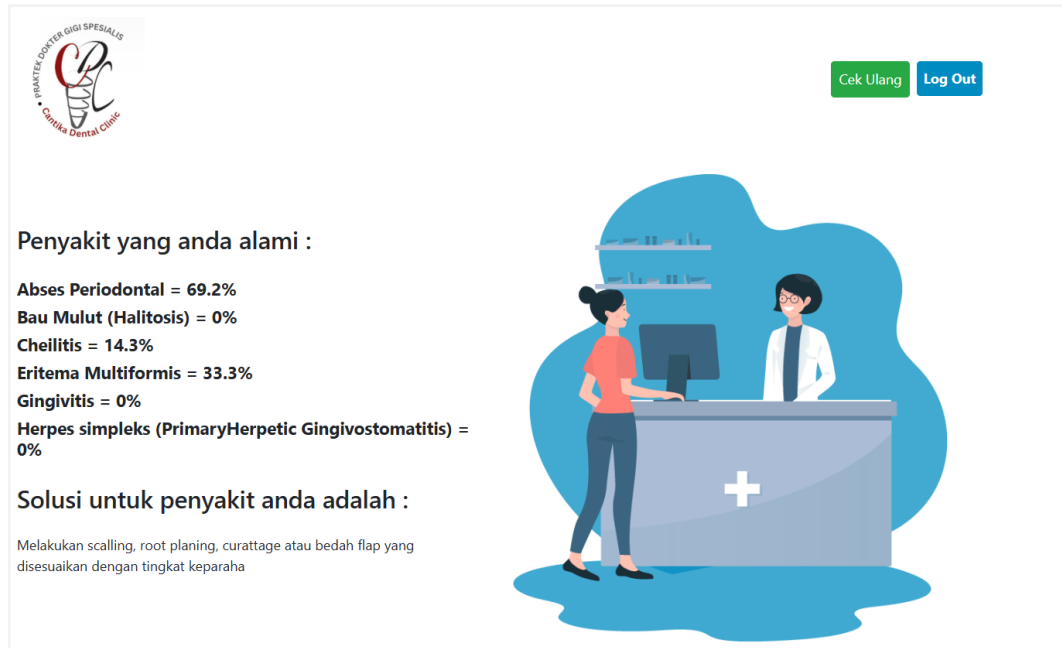
3.2 Implementasi Sistem

Sistem dikembangkan berbasis web menggunakan bahasa pemrograman PHP dan database MySQL. Pengguna terdiri atas administrator, dokter, dan pasien. Administrator bertugas mengelola data penyakit, gejala, solusi, serta aturan diagnosis, sedangkan pasien dapat melakukan konsultasi dengan memilih gejala yang dirasakan.



Gambar 3. Halaman Dashboard Sistem

Menu diagnosis memungkinkan pengguna memilih gejala yang dialami. Selanjutnya sistem menjalankan proses *Forward Chaining* secara otomatis untuk memperoleh hasil diagnosis.



Gambar 4. Halaman Hasil Diagnosis

3.2.1 Hasil Pengujian Sistem

Pengujian dilakukan menggunakan metode **Black Box Testing** untuk memastikan setiap fungsi sistem berjalan sesuai dengan kebutuhan pengguna. Pengujian meliputi proses login, pengelolaan data penyakit, pengelolaan gejala, proses diagnosis, hingga tampilan hasil diagnosis.

Tabel 3. Ringkasan Hasil Black Box Testing

Modul	Skenario	Hasil
Login	Login Admin	Berhasil
Data Penyakit	Tambah/Ubah/Hapus	Berhasil
Data Gejala	Tambah/Ubah/Hapus	Berhasil
Diagnosis	Memilih Gejala	Berhasil
Hasil Diagnosis	Menampilkan Penyakit dan Solusi	Berhasil

Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh fungsi utama berjalan sesuai dengan kebutuhan sistem sehingga aplikasi dapat digunakan sebagai media pendukung diagnosis penyakit gigi.

3.2.2 Pembahasan

Berdasarkan hasil implementasi dan pengujian, metode *Forward Chaining* mampu melakukan proses inferensi berdasarkan fakta berupa gejala yang diberikan oleh pengguna. Sistem dapat menelusuri aturan dalam basis pengetahuan hingga menghasilkan diagnosis beserta rekomendasi penanganan secara otomatis. Pendekatan ini sesuai diterapkan pada sistem pakar karena proses penalaran dimulai dari fakta menuju kesimpulan sehingga memudahkan pengguna memperoleh hasil diagnosis secara cepat.

Dibandingkan penelitian sebelumnya, penelitian ini memiliki keunggulan pada penerapan metode *Forward Chaining* untuk diagnosis penyakit gigi dengan objek penelitian di Cantika Dental Clinic. Selain menghasilkan diagnosis, sistem juga menyediakan rekomendasi penanganan sehingga dapat membantu dokter gigi muda maupun asisten dalam proses identifikasi awal penyakit. Walaupun demikian, sistem masih bergantung pada kelengkapan basis pengetahuan yang dimiliki sehingga penambahan aturan diagnosis dan jenis penyakit baru akan meningkatkan kemampuan sistem pada penelitian selanjutnya.

4. IMPLEMENTASI

4.1 Implementasi Sistem

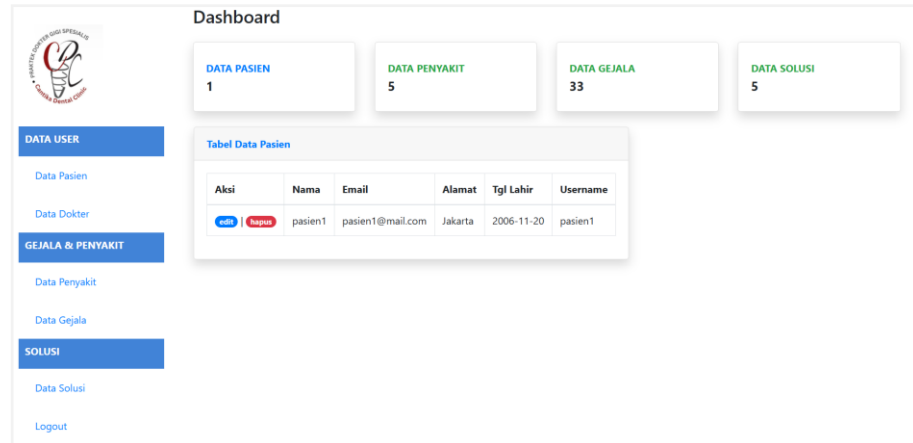
Implementasi sistem dilakukan berdasarkan hasil analisis kebutuhan dan perancangan yang telah disusun pada tahap sebelumnya. Sistem pakar dikembangkan berbasis web menggunakan bahasa pemrograman PHP dengan database MySQL sebagai media penyimpanan data. Sistem menyediakan tiga jenis hak akses, yaitu administrator, dokter, dan pasien. Administrator bertugas mengelola data penyakit, gejala, solusi, dan aturan diagnosis, sedangkan dokter dan pasien menggunakan sistem untuk melakukan proses konsultasi berdasarkan gejala yang dipilih. Implementasi sistem dilakukan dengan mengintegrasikan basis pengetahuan ke dalam mekanisme inferensi *Forward Chaining* sehingga proses diagnosis dapat dilakukan secara otomatis.

Halaman utama sistem diawali dengan menu login sebagai mekanisme autentikasi pengguna. Setelah proses login berhasil dilakukan, pengguna akan diarahkan menuju halaman dashboard sesuai dengan hak akses masing-masing.



Gambar 5. Halaman Login Sistem

Dashboard menampilkan menu utama yang digunakan untuk mengelola data penyakit, gejala, solusi, data pasien, serta proses diagnosis. Melalui halaman ini administrator dapat memperbarui basis pengetahuan sehingga sistem dapat terus disesuaikan dengan kebutuhan klinik.



Gambar 6. Halaman Dashboard Sistem

4.2 Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan menggunakan metode **Black Box Testing** untuk memastikan seluruh fungsi berjalan sesuai dengan kebutuhan pengguna. Pengujian difokuskan pada validasi fungsi tanpa melihat kode program, sehingga setiap menu diuji berdasarkan masukan (*input*) dan keluaran (*output*) yang dihasilkan.

Tabel 4. Hasil Pengujian Black Box

Modul	Pengujian	Hasil
Login	Validasi username dan password	Berhasil
Data Penyakit	Tambah, ubah, hapus data	Berhasil
Data Gejala	Tambah, ubah, hapus data	Berhasil
Diagnosa	Pemilihan gejala	Berhasil
Hasil Diagnosa	Menampilkan penyakit dan solusi	Berhasil

Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh fungsi utama sistem dapat berjalan sesuai dengan kebutuhan pengguna. Tidak ditemukan kesalahan pada proses autentikasi, pengelolaan basis pengetahuan, maupun proses diagnosis sehingga sistem dinyatakan layak digunakan sebagai media pendukung diagnosis penyakit gigi.

Selain *Black Box Testing*, penelitian juga melakukan **White Box Testing** untuk mengevaluasi alur logika program pada setiap jenis pengguna, yaitu administrator, dokter, dan pasien. Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh modul memiliki nilai **Cyclomatic Complexity** = 2, sehingga jumlah *independent path* yang harus diuji sebanyak dua jalur. Nilai tersebut menunjukkan bahwa logika program sederhana, mudah dipelihara, dan seluruh jalur eksekusi telah berhasil diuji.

Tabel 5. Ringkasan White Box Testing

Modul	Cyclomatic Complexity	Independent Path	Status
Admin	2	2	Valid
Dokter	2	2	Valid
Pasien	2	2	Valid

Berdasarkan hasil implementasi dan pengujian, sistem pakar berbasis web yang dikembangkan telah mampu menjalankan proses diagnosis penyakit gigi menggunakan metode *Forward Chaining* sesuai dengan aturan yang terdapat pada basis pengetahuan. Sistem dapat membantu proses identifikasi awal penyakit berdasarkan gejala yang dipilih pengguna serta memberikan rekomendasi penanganan yang sesuai. Dengan demikian, aplikasi ini dapat dimanfaatkan sebagai alat bantu bagi dokter gigi muda dan asisten di Cantika Dental Clinic dalam mendukung proses diagnosis secara lebih cepat dan terstruktur.

5. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengembangkan sistem pakar diagnosis penyakit gigi berbasis web menggunakan metode *Forward Chaining* sebagai mekanisme inferensi. Sistem dibangun berdasarkan basis pengetahuan yang

terdiri atas data penyakit, gejala, solusi, serta aturan (*rule*) yang diperoleh melalui observasi, wawancara, dan studi pustaka. Proses inferensi dilakukan dengan menelusuri fakta berupa gejala yang dipilih pengguna hingga menghasilkan diagnosis dan rekomendasi penanganan sesuai aturan yang tersimpan dalam basis pengetahuan.

Hasil implementasi menunjukkan bahwa sistem mampu membantu proses identifikasi awal penyakit gigi secara sistematis dan memberikan informasi diagnosis beserta solusi penanganan yang sesuai. Pengujian menggunakan metode *Black Box Testing* membuktikan bahwa seluruh fungsi utama aplikasi, mulai dari autentikasi pengguna, pengelolaan basis pengetahuan, hingga proses diagnosis, dapat berjalan sesuai dengan kebutuhan sistem. Selain itu, hasil *White Box Testing* menunjukkan bahwa logika program telah berjalan dengan baik dan memenuhi kriteria pengujian yang telah ditetapkan. Dengan demikian, sistem yang dikembangkan dapat dimanfaatkan sebagai media pendukung bagi dokter gigi muda dan asisten dalam membantu proses diagnosis penyakit gigi di Cantika Dental Clinic.

Untuk pengembangan selanjutnya, sistem dapat dikembangkan dengan menambahkan jenis penyakit, gejala, serta aturan diagnosis yang lebih lengkap. Selain itu, penerapan metode kecerdasan buatan lainnya maupun integrasi dengan rekam medis elektronik dapat dilakukan untuk meningkatkan akurasi diagnosis dan memperluas pemanfaatan sistem pada layanan kesehatan gigi.

REFERENCES

- Ahsana, N., Rahman, A., & Putri, D. (2024). *Sistem pakar diagnosa penyakit telinga berbasis web menggunakan forward chaining*. Jurnal Informatika, 11(2), 101–110.
- Azizah, A., & Rohman, A. (2023). *Certainty factor pada sistem pakar diagnosis penyakit anak*. Jurnal Teknologi Informasi dan Komputer, 8(1), 15–24.
- Anita, R., Sari, M., & Hidayat, A. (2023). *Sistem pakar diagnosa penyakit demam berdarah dengan metode certainty factor*. Jurnal Sistem Informasi, 9(2), 88–98.
- Hadi, S. (2023). *Implementasi metode forward chaining pada sistem pakar diagnosis penyakit tanaman*. Jurnal Informatika dan Sistem Cerdas, 5(1), 34–42.
- Hendy, A., Wijaya, R., & Nugraha, F. (2025). *Expert system development using forward chaining for disease diagnosis*. International Journal of Intelligent Systems, 12(1), 45–56.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2013). *Pedoman kesehatan gigi dan mulut*. Kementerian Kesehatan RI.
- Larasaty, R., & Prasetyaningrum, P. T. (2024). *Sistem pakar diagnosa gangguan kecemasan pada difabel menggunakan metode forward chaining berbasis web*. Jurnal Teknologi Informasi, 13(1), 55–66.
- Pressman, R. S., & Maxim, B. R. (2020). *Software engineering: A practitioner's approach* (9th ed.). McGraw-Hill.
- Rosa, A. S., & Shalahuddin, M. (2020). *Rekayasa perangkat lunak terstruktur dan berorientasi objek*. Informatika.
- Sari, D. (2024). *Sistem informasi diagnosis penyakit gigi berbasis web menggunakan metode forward chaining*. Jurnal Komputer dan Teknologi Informasi, 10(2), 120–130.