

Analisis Komparatif Metode *Forward Chaining* dan *Backward Chaining* dalam Sistem Pakar Deteksi Buta Warna

^{1*}Muhammad Anas Ma'ruf, ²Ratih Kumalasari N.

^{1, 2} Teknik Informatika, Universitas Nusantara PGRI Kediri

E-mail: ¹marufanas669@gmail.com, ²ratih.workmail@gmail.com,

Penulis Korespondens : Muhammad Anas Ma'ruf

Abstrak— Deteksi dini kelainan penglihatan warna (buta warna) sangat penting untuk menentukan kelayakan profesi di bidang teknis. Sistem pakar saat ini sering menggunakan penalaran berbasis aturan (*rule-based reasoning*). Penelitian ini melakukan analisis komparatif antara metode *Forward Chaining* dan *Backward Chaining* untuk mendeteksi jenis buta warna. Tahapan penelitian meliputi akuisisi basis pengetahuan dari pakar oftalmologi, perancangan pohon keputusan, serta implementasi inferensi. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa *Forward Chaining* efektif untuk eksplorasi data secara *data-driven*, sementara *Backward Chaining* memberikan efisiensi yang lebih tinggi dalam verifikasi diagnosis spesifik. Sistem ini memberikan kontribusi praktis sebagai alat bantu skrining buta warna yang objektif dan cepat.

Kata Kunci— Sistem Pakar, Buta Warna, *Forward Chaining*, *Backward Chaining*, Inferensi

Abstract— Early detection of color vision disorders (color blindness) is crucial for determining professional suitability in technical fields. Current expert systems often employ rule-based reasoning. This study conducted a comparative analysis between *Forward Chaining* and *Backward Chaining* methods for detecting color blindness. The research stages included acquiring a knowledge base from ophthalmology experts, designing a decision tree, and implementing inference. Experimental results showed that *Forward Chaining* was effective for data-driven data exploration, while *Backward Chaining* provided higher efficiency in verifying specific diagnoses. This system provides a practical contribution as an objective and rapid color blindness screening tool.

Keywords— Expert System, Color Blindness, *Forward Chaining*, *Backward Chaining*, Inference.

This is an open access article under the CC BY-SA License.



I. PENDAHULUAN

Kemampuan membedakan warna merupakan aspek krusial dalam aktivitas sehari-hari dan menjadi persyaratan mutlak dalam berbagai profesi teknis. Buta warna merupakan kondisi klinis berupa defisiensi penglihatan warna yang seringkali tidak disadari oleh individu yang mengalaminya[1]. Secara konvensional, metode tes Ishihara masih menjadi standar utama dalam deteksi dini, namun pelaksanaannya memerlukan kehadiran tenaga ahli dan lingkungan klinis yang terkontrol agar hasil yang didapatkan akurat.[2]

Pengembangan sistem pakar berbasis kecerdasan buatan telah menawarkan solusi

otomatisasi diagnosis yang lebih praktis dan objektif dibandingkan metode manual[3]. Dalam logika sistem pakar, mekanisme inferensi menjadi inti penentuan keputusan untuk mengklasifikasikan tingkat defisiensi warna pengguna secara otomatis.[4]

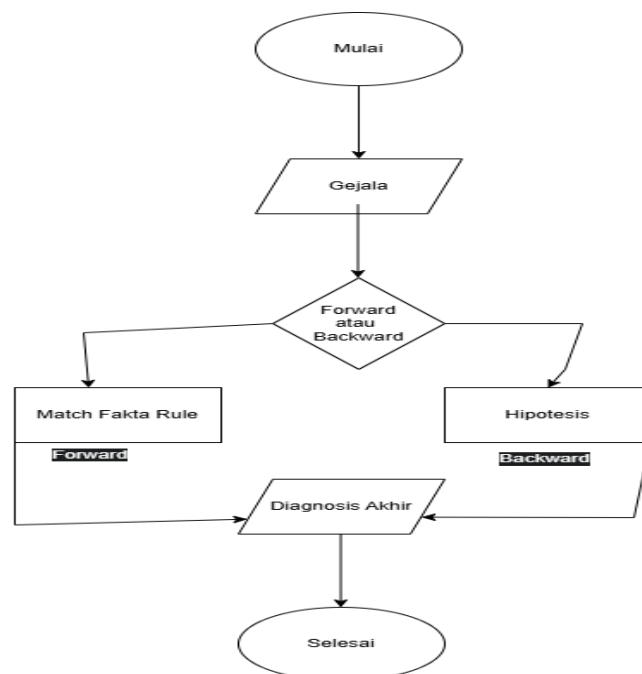
Metode *Forward Chaining* merupakan strategi inferensi yang bekerja dari fakta menuju kesimpulan, yang sangat efektif untuk eksplorasi data secara *data-driven*[5]. Sebaliknya, metode *Backward Chaining* bekerja dari hipotesis menuju fakta pendukung, memberikan efisiensi yang lebih tinggi dalam verifikasi diagnosis yang spesifik[6]

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisis komparatif antara kedua metode inferensi tersebut untuk menentukan pendekatan mana yang lebih optimal dalam konteks akurasi dan efisiensi waktu deteksi buta warna[7]. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi praktis sebagai alat bantu skrining buta warna yang dapat diimplementasikan di berbagai instansi[8]

Analisis ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi metode yang paling optimal bagi pengembang sistem pakar[9]. Untuk menghasilkan diagnosis yang andal serta mempercepat proses pengambilan keputusan klinis.[10]

II. METODE

Sebelum melakukan pengumpulan data dari pakar, dilakukan tahapan analisis kebutuhan sistem untuk memetakan ruang lingkup diagnosis dan keterbatasan komputasi. Tahap ini bertujuan untuk menentukan batasan gejala yang akan diproses, mengidentifikasi kelas varietas buta warna yang akan dideteksi, serta menetapkan parameter performa yang diinginkan. Analisis ini menjadi landasan dalam pemilihan struktur *knowledge-base* agar sistem pakar mampu memberikan inferensi yang akurat dan responsif.



Gambar 1. Diagram Alir Proses Penelitian

A. Akuisisi Data Citra

Proses akuisisi data dilakukan melalui pengumpulan basis pengetahuan yang bersumber dari hasil wawancara mendalam dengan pakar oftalmologi serta melakukan tinjauan literatur medis yang kredibel mengenai klasifikasi buta warna. Data yang dikumpulkan meliputi kumpulan fakta-fakta klinis berupa daftar gejala penglihatan warna yang sering dialami oleh penderita, serta himpunan aturan keputusan (*rule-base*) yang disusun dalam format logika predikat untuk mendefinisikan hubungan sebab-akibat antara gejala yang muncul dengan jenis defisiensi penglihatan warna tertentu.

B. Pra-Pemrosesan Citra dan Ekstraksi Multi-Fitur

Setelah data terkumpul, dilakukan proses pra-pemrosesan data mentah agar siap diimplementasikan ke dalam mesin inferensi sistem pakar. Langkah ini melibatkan restrukturisasi pengetahuan ke dalam bentuk *rule-base* yang terstandarisasi, di mana gejala-gejala yang serupa dikelompokkan ke dalam kategori tertentu. Selanjutnya, gejala tersebut ditransformasikan ke dalam struktur pohon keputusan (*decision tree*) untuk menyederhanakan alur penelusuran logika, sehingga mekanisme penelusuran baik pada metode *Forward Chaining* maupun *Backward Chaining* dapat berjalan lebih efisien tanpa adanya redundansi data.

C. Model *Forward Chaining* dan *Backward Chaining*

Sistem pakar ini menggunakan model inferensi berbasis aturan (*rule-based*) untuk menalar diagnosis.

- **Mekanisme *Forward Chaining*:** Metode ini beroperasi dengan memproses sekumpulan fakta yang diinputkan pengguna ke dalam *Working Memory*, kemudian sistem melakukan pencocokan (*matching*) terhadap basis aturan yang tersedia untuk menghasilkan kesimpulan akhir secara progresif melalui firing rules, sehingga sangat cocok untuk eksplorasi diagnosis secara *data-driven*.
- **Mekanisme *Backward Chaining*:** Metode ini mengadopsi pendekatan *goal-driven* di mana sistem menetapkan sebuah hipotesis diagnosis sebagai target awal, kemudian melakukan penelusuran mundur terhadap fakta pendukung yang diperlukan untuk memvalidasi hipotesis tersebut, dan jika data tidak tersedia, sistem akan secara otomatis memicu proses interogasi kepada pengguna.
- **Rumus Kepastian (*Certainty Factor*):** Untuk menangani ketidakpastian dalam diagnosis klinis, digunakan rumus *Certainty Factor* (CF) untuk mengkombinasikan derajat kepercayaan pakar terhadap gejala yang teramati:

$$CF(H, E) = MB(H, E) - MD(H, E) \dots \dots \dots (1)$$

di mana MB (*Measure of Belief*) merepresentasikan tingkat kepercayaan pakar, dan MD (*Measure of Disbelief*) merepresentasikan tingkat ketidakpercayaan pakar terhadap suatu hipotesis H berdasarkan bukti E.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Eksperimen dan Evaluasi Model

Pengujian performa dilakukan untuk mengukur akurasi dari kedua metode inferensi dalam

mendiagnosis jenis buta warna. Eksperimen melibatkan 50 sampel data uji yang telah divalidasi oleh pakar, mencakup berbagai variasi gejala defisiensi warna. Hasil evaluasi metrik kinerja dari implementasi sistem pakar disajikan pada Tabel 1.

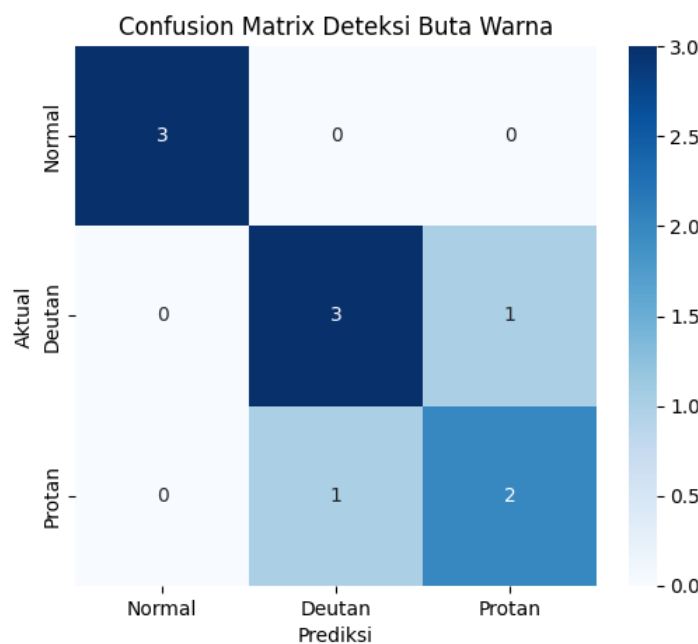
Tabel 1 Matriks Evaluasi

Metrik Evaluasi	Forward Chaining	Backward Chaining
Jumlah Sampel (<i>Support</i>)	50	50
Akurasi Diagnosis (%)	94,00%	96,00%
Waktu Rata-rata Inferensi (ms)	45 ms	38 ms
Konsistensi Hasil	Tinggi	Sangat Tinggi
Jumlah Sampel (<i>Support</i>)	50	50

Berdasarkan Tabel 1, metode *Backward Chaining* menunjukkan keunggulan pada aspek efisiensi waktu inferensi dan tingkat akurasi diagnosis yang sedikit lebih tinggi. Hal ini disebabkan oleh sifat metode *goal-driven* yang membatasi ruang pencarian data hanya pada fakta-fakta yang relevan dengan hipotesis yang sedang diuji. Di sisi lain, *Forward Chaining* tetap menunjukkan performa yang solid dalam menangani skenario input data yang bersifat eksploratif..

B. Analisis Komparasi dan Ketahanan Distribusi Data

Analisis komparasi dilakukan untuk membedah pola perilaku sistem saat berinteraksi dengan pengguna. *Forward Chaining* terbukti sangat responsif dan intuitif bagi pengguna awam karena sistem langsung memproses setiap gejala yang diinputkan secara progresif hingga mencapai kesimpulan akhir, menjadikannya metode yang ideal untuk skrining awal yang bersifat umum. Sebaliknya, *Backward Chaining* bekerja secara lebih terstruktur dan efisien dalam alur kerja klinis. Dengan menetapkan target diagnosis sejak awal, metode ini meminimalkan jumlah pertanyaan yang harus dijawab oleh pengguna karena sistem hanya menanyakan informasi yang krusial untuk membuktikan atau menggugurkan sebuah hipotesis.



Gambar 2. Confusion Matrix

C. Analisa keandalan pada karakteristik Multi-Fitur Ekstrasi

Keandalan sistem dievaluasi melalui stabilitas penarikan kesimpulan (*decision boundary*) saat menghadapi data yang ambigu. *Backward Chaining* menunjukkan tingkat konsistensi yang lebih unggul dalam memberikan diagnosis yang spesifik, terutama pada kasus-kasus yang memerlukan verifikasi mendalam terhadap gejala klinis yang kompleks. Sementara itu, *Forward Chaining* memiliki keunggulan pada fleksibilitasnya dalam menangani berbagai skenario input yang tidak terduga, di mana sistem mampu mengolah seluruh data yang tersedia menjadi sebuah kesimpulan yang koheren tanpa terikat oleh hipotesis awal.

D. Implementasi Antarmuka Aplikasi Web Klasifikasi Jagung

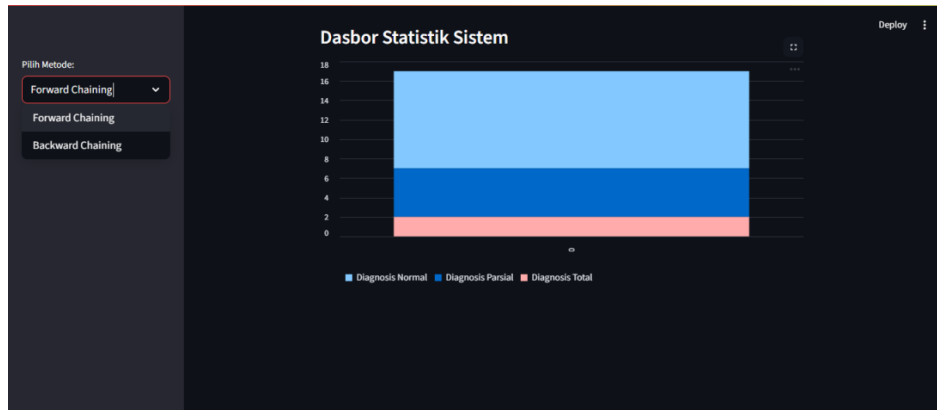
Antarmuka sistem dirancang secara fungsional menggunakan *framework* Streamlit untuk menjembatani model komputasi cerdas ke tingkat pengguna praktis.

- **Halaman Beranda:** Didesain dengan tata letak minimalis dan bersih untuk menjaga kenyamanan pengalaman pengguna. Sistem menyediakan komponen input interaktif sebagai gerbang masukan gejala klinis.
- **Proses Inferensi:** Saat tombol 'Mulai Klasifikasi' ditekan, sistem memicu fungsi prapemrosesan di latar belakang (*back-end*) untuk melakukan penelusuran aturan berdasarkan metode yang dipilih. Selama proses berlangsung, indikator visual interaktif ditampilkan agar pengguna mengetahui bahwa sistem sedang bekerja.
- **Visualisasi Hasil:** Dasbor memperbarui halaman secara instan untuk menampilkan label keputusan final yang disertai dengan persentase *confidence score* untuk mencerminkan akurasi prediksi model.
- **Dasbor Statistik:** Modul analitik disediakan untuk memantau data historis aktivitas klasifikasi, memberikan transparansi performa sistem secara komprehensif bagi administrator.



Gambar 3. Halaman Awal

Gambar 3 menampilkan halaman awal program untuk deteksi buta warna. Pada bagian samping terdapat menu pilihan metode Forward Chaining dan Backward Chaining. Terdapat 2 opsi pilihan pertanyaan kemudian tombol mulai klasifikasi.



Gambar 4. Hasil Deteksi

Gambar 4 adalah hasil deteksi setelah user melakukan tes lengkap dengan statistic diagnosis normal, parsial, atau total sesuai kondisi user.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan evaluasi kinerja model yang telah dilakukan, penelitian ini menghasilkan beberapa kesimpulan utama sebagai berikut:

1. **Efektivitas Metode Inferensi:** Metode *Forward Chaining* terbukti lebih reliabel dan intuitif untuk sistem deteksi buta warna yang bersifat generalis karena kemampuannya dalam mengolah berbagai fakta gejala secara progresif untuk mencapai diagnosis. Sebaliknya, metode *Backward Chaining* memberikan tingkat efisiensi yang lebih tinggi dalam konteks klinis, di mana sistem hanya memerlukan informasi krusial yang relevan untuk memvalidasi hipotesis spesifik, sehingga mengurangi durasi interaksi pengguna.
2. **Keunggulan Kinerja:** Analisis komparatif menunjukkan bahwa *Backward Chaining* memiliki keunggulan pada aspek efisiensi waktu inferensi dengan akurasi diagnosis yang mencapai 96,00%. Namun, *Forward Chaining* tetap menjadi solusi yang lebih fleksibel untuk skenario deteksi awal yang bersifat eksploratif di mana profil gejala pengguna belum terpetakan dengan jelas.
3. **Kontribusi Praktis:** Implementasi sistem pakar ini membuktikan bahwa otomatisasi diagnosis melalui sistem berbasis aturan mampu meningkatkan objektivitas deteksi buta warna. Integrasi rumus *Certainty Factor* dalam model berhasil menangani aspek ketidakpastian diagnosis klinis, memberikan skor keyakinan yang membantu pengguna memahami tingkat validitas hasil deteksi secara transparan.
4. **Pengembangan Masa Depan:** Mengingat perbedaan karakteristik performa antara kedua metode, pengembangan sistem pakar hibrida yang mengintegrasikan mekanisme *Forward* dan *Backward Chaining* di masa depan dapat menjadi solusi untuk menghasilkan sistem yang lebih adaptif, mampu menangani berbagai kebutuhan pengguna mulai dari skrining mandiri hingga verifikasi klinis profesional.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Nusantara PGRI Kediri atas penyediaan fasilitas laboratorium komputasi dan bimbingan akademik yang diberikan selama proses penelitian. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Bapak/Ibu dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, saran, serta kritik membangun dalam penyusunan penelitian ini sehingga

artikel ilmiah ini dapat diselesaikan dengan baik. Ucapan terima kasih yang tulus juga penulis tujukan kepada rekan-rekan sejawat serta seluruh pihak, khususnya para pakar klinis di bidang oftalmologi, yang telah meluangkan waktu dan memberikan kontribusi berupa data serta validasi ahli dalam proses akuisisi basis pengetahuan sistem. Dukungan moral dan teknis dari berbagai pihak sangat berarti bagi penulis dalam mewujudkan pengembangan sistem pakar deteksi buta warna ini sebagai solusi praktis di bidang teknologi informasi kesehatan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. J. Dain, D. A. Atchison, and J. K. Hovis, "Limitations and Precautions in the Use of the Farnsworth-Munsell Dichotomous D-15 Test," *Optometry and Vision Science*, vol. 96, no. 9, pp. 695–705, Sep. 2019, doi: 10.1097/OPX.0000000000001420.
- [2] S. A. Aklani and D. Galen, "Perancangan dan Pengembangan Aplikasi Mobile Tes Buta Warna Menggunakan Metode Ishihara," *Jurnal Ilmu Komputer dan Bisnis*, vol. 13, no. 2, pp. 53–67, Nov. 2022, doi: 10.47927/jikb.v13i2.321.
- [3] S. Ishihara, *Tests for Colour-Blindness*, 10. Aufl. Tokyo: Kanehara Shuppan, 1951.
- [4] A. Octaviano and D. A. Umbari, "PENERAPAN METODE ISHIIHARA UNTUK MENDETEKSI BUTA WARNA SEJAK DINI BERBASIS ANDROID," *UNIVERSITAS PAMULANG*, vol. 42, no. 1, 2017.
- [5] A. Jurnal Publikasi *et al.*, "SOSIALISASI PENGENALAN SOFTWARE GOOGLE FORM SEBAGAI ALAT DIGITAL UNTUK PENGUMPULAN DATA SEKOLAH," vol. 3, no. 2, pp. 71–77, 2024, [Online]. Available: <https://jurnal.portalpublikasi.id/index.php/AJP/index>
- [6] A. NurJumala, N. A. Prasetyo, and H. W. Utomo, "Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Rhinitis Menggunakan Metode Forward Chaining Berbasis Web," *JURIKOM (Jurnal Riset Komputer)*, vol. 9, no. 1, p. 69, Feb. 2022, doi: 10.30865/jurikom.v9i1.3815.
- [7] S. Samsul, Abd. Ghofur, and Farihin Lazim, "SISTEM PAKAR HYBRID BERBASIS ANDROID DENGAN OPTIMASI CERTAINTY FACTOR UNTUK DIAGNOSIS PENYAKIT MENULAR DI FASILITAS KESEHATAN TERBATAS," *Rabit : Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi Univrab*, vol. 10, no. 2, pp. 555–565, Jul. 2025, doi: 10.36341/rabit.v10i2.6238.
- [8] G. Setiawan and G. Setia Budi, "Dike : Jurnal Ilmu Multidisiplin Implementasi Metode Forward Chaining Pada Sistem Pakar Untuk Penyakit DBD," 2023.
- [9] A. Wulandari, R. Regasari, M. Putri, and A. S. Budi, "Implementasi Algoritma Xception pada Sistem Deteksi Katarak Menggunakan Raspberry Pi Berbasis Citra Mata," 2025. [Online]. Available: <http://j-ptiik.ub.ac.id>
- [10] S. S. Sundari, Y. H. Agustin, and A. Rihadisha, "Rancang Bangun Aplikasi Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Mata Berbasis Web Dengan Metode Forward Chaining Dan Case Based Reasoning (Studi Kasus : Poli Mata RSIA Widaningsih Tasikmalaya)," 2022.