

Sistem Pakar Diagnosis Awal Penyakit HIV Menggunakan Metode *Forward Chaining* (Studi Kasus: Kota Jayapura)

Zarus Grahan Imanuel Kawulur^{1,*}, Heru Sutejo², Tengadi Boney Bun³

^{1*2,3} Program Studi Teknik Informatika, Universitas Sepuluh Nopember Papua, Jayapura, Indonesia

Email: ^{1,*}kawulurseroan@gmail.com, ²heru.sutejo03@gmail.com, ³boney.bun@usn-papua.ac.id

^{*)} Email Penulis Utama

Abstrak— Perkembangan teknologi informasi telah memberikan kontribusi besar dalam mendukung efisiensi pengolahan data dan pengambilan keputusan, termasuk di bidang kesehatan. Salah satu implementasi teknologi yang memiliki peran penting dalam dunia medis adalah sistem pakar, yaitu sistem berbasis komputer yang dirancang untuk meniru kemampuan dan pemikiran seorang pakar dalam menganalisis dan memberikan solusi terhadap suatu permasalahan tertentu. Penelitian ini berfokus pada pengembangan sistem pakar berbasis metode *forward chaining* untuk membantu proses diagnosis awal HIV (*Human Immunodeficiency Virus*) di Kota Jayapura, Provinsi Papua. Kota Jayapura menghadapi berbagai tantangan dalam hal diagnosis HIV, seperti terbatasnya jumlah tenaga medis, keterbatasan waktu layanan, serta gejala HIV yang tidak spesifik dan sulit dikenali secara dini. Selain itu, tingginya angka kasus HIV yang mencapai 3.206 pada tahun 2023 turut menambah beban kerja fasilitas kesehatan setempat. Faktor-faktor risiko utama yang dijadikan dasar dalam diagnosis sistem ini meliputi riwayat keluarga dengan HIV/AIDS, penggunaan narkotika dan zat adiktif (NAPZA), perilaku seksual berisiko seperti berganti-ganti pasangan, penggunaan alat tidak steril untuk tato, tindik, atau suntikan, serta hubungan seksual dengan pasangan yang telah terinfeksi. Sistem pakar yang dikembangkan menggunakan metode *forward chaining*, sebuah metode penalaran dari bawah ke atas yang dimulai dari fakta-fakta dasar (gejala) menuju kesimpulan akhir (diagnosa), berdasarkan aturan yang tersimpan dalam basis pengetahuan. Pengembangan sistem dilakukan dengan pendekatan *Rational Unified Process (RUP)*, yang mencakup empat tahapan utama yaitu *Inception, Elaboration, Construction, dan Transition*. Penelitian ini saat ini berada pada tahap *Construction*, yang berfokus pada implementasi kode program, integrasi antar modul, serta pengujian fungsional menggunakan metode *Blackbox*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem telah berjalan sesuai dengan fungsinya, dari proses login hingga pemberian diagnosa berdasarkan gejala yang dimasukkan. Selain itu, pengujian akurasi yang dilakukan terhadap 15 data uji menghasilkan tingkat akurasi sebesar 100%, di mana semua hasil diagnosa yang diberikan sistem sesuai dengan keputusan pakar. Temuan ini menunjukkan bahwa sistem pakar yang dikembangkan tidak hanya berfungsi dengan baik dari sisi fungsionalitas, tetapi juga mampu memberikan hasil diagnosis yang akurat. Selain membantu tenaga medis dalam memberikan diagnosis awal secara cepat dan efisien, sistem ini juga berfungsi sebagai alat edukasi untuk meningkatkan kesadaran masyarakat mengenai gejala HIV. Namun demikian, ruang lingkup sistem ini terbatas pada diagnosis awal dan belum mencakup verifikasi melalui laboratorium maupun penanganan medis lanjutan. Akurasi diagnosis juga sangat bergantung pada kelengkapan dan keakuratan data gejala yang dimasukkan.

Kata Kunci: Sistem Pakar, *Forward chaining*, HIV, Diagnosis Awal, *RUP (Rational Unified Process)*

Abstract— The development of information technology has made a significant contribution to improving the efficiency of data processing and decision-making, including in the healthcare sector. One of the most impactful implementations of technology in the medical field is expert systems computer-based systems designed to mimic the reasoning and decision-making abilities of a human expert in analyzing and providing solutions to specific problems. This study focuses on the development of an expert system based on the forward chaining method to assist in the early diagnosis of HIV (*Human Immunodeficiency Virus*) in Jayapura City, Papua Province. Jayapura faces various challenges in HIV diagnosis, such as a limited number of medical personnel, time constraints in healthcare services, and the non-specific and difficult-to-detect nature of early HIV symptoms. Moreover, the high number of HIV cases reaching 3,206 in 2023 has further increased the burden on local healthcare facilities. The system's diagnostic foundation is based on key risk factors, including a family history of HIV/AIDS, the use of narcotics and addictive substances (NAPZA), risky sexual behavior such as having multiple partners, the use of unsterilized instruments for tattoos, piercings, or injections, and sexual contact with an infected partner. The expert system was developed using the forward chaining method, a bottom-up reasoning approach that starts from basic facts (symptoms) and proceeds logically toward a final conclusion (diagnosis), based on rules stored in a knowledge base. The development process follows the *Rational Unified Process (RUP)* methodology, which includes four main phases: *Inception, Elaboration, Construction, and Transition*. This research is currently in the *Construction* phase, focusing on code implementation, module integration, and functional testing using the *Black Box* method. The testing results show that the system operates according to its intended functions, from the login process to diagnosis generation based on the entered symptoms. In addition, accuracy testing using 15 test data sets yielded an accuracy rate of 100%, indicating that all diagnoses produced by the system matched expert assessments. These findings demonstrate that the developed expert system not only performs well functionally but also delivers highly accurate diagnostic results. Besides assisting healthcare workers in delivering early diagnoses efficiently, the system also serves as an educational tool to raise public awareness of HIV symptoms. However, the scope of the system remains limited to preliminary diagnosis and does not include laboratory verification or subsequent medical treatment. Diagnostic accuracy also heavily relies on the completeness and correctness of the symptom data entered.

Keywords: Expert System, *Forward chaining*, HIV, Early Diagnosis, *Rational Unified Process (RUP)*

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi telah mendorong terciptanya berbagai sistem yang mampu mendukung efisiensi dalam pengolahan data dan pengambilan keputusan di berbagai bidang, termasuk di bidang kesehatan [1]. Sistem informasi dalam dunia medis menjadi salah satu solusi yang menjanjikan, karena mampu mempercepat proses analisis dan rekomendasi tindakan medis. Salah satu bentuk sistem informasi yang berkembang pesat adalah sistem pakar, yaitu sistem berbasis komputer yang dirancang untuk meniru cara berpikir dan kemampuan analisis seorang pakar dalam menyelesaikan suatu masalah secara spesifik [2]. Sistem pakar sangat relevan diterapkan dalam diagnosis penyakit, khususnya penyakit yang memerlukan deteksi dini namun memiliki gejala yang tidak spesifik, seperti *HIV (Human Immunodeficiency Virus)*. *HIV* merupakan virus yang menyerang sistem kekebalan tubuh manusia dan dapat berkembang menjadi *AIDS (Acquired Immunodeficiency Syndrome)* jika tidak ditangani dengan baik [3][4]. Penularan *HIV* dipengaruhi oleh berbagai faktor risiko, seperti riwayat keturunan dengan *HIV/AIDS*, penggunaan narkotika dan zat adiktif (NAPZA), perilaku seksual berisiko seperti berganti-ganti pasangan, penggunaan alat tidak steril untuk tato atau suntikan, serta hubungan seksual dengan pasangan yang telah terinfeksi[5].

Kota Jayapura, sebagai ibu kota Provinsi Papua, menjadi salah satu wilayah dengan tingkat prevalensi *HIV* yang cukup tinggi. Data Dinas Kesehatan Provinsi Papua menunjukkan bahwa jumlah total kasus *HIV* mencapai 21.947 pada tahun 2023, dengan Kota Jayapura menyumbang sebanyak 3.206 kasus pada tahun yang sama. Situasi ini semakin kompleks karena jumlah tenaga medis di fasilitas kesehatan terbatas, rata-rata hanya 3–5 orang per fasilitas, dengan beban layanan mencapai 30–50 pasien per hari. Di sisi lain, gejala *HIV* yang muncul sering kali tidak spesifik, sehingga menyulitkan proses diagnosis awal tanpa bantuan laboratorium. Oleh karena itu, diperlukan suatu solusi berbasis teknologi yang dapat mendukung proses diagnosis awal secara cepat dan akurat.

Penelitian ini mengusulkan pengembangan sistem pakar berbasis metode *forward chaining* untuk membantu proses diagnosis awal *HIV* di Kota Jayapura. *Forward chaining* merupakan metode penalaran dari bawah ke atas, di mana sistem menarik kesimpulan berdasarkan fakta-fakta awal atau gejala yang dimasukkan, kemudian mencocokkannya dengan aturan-aturan dalam basis pengetahuan untuk menghasilkan kesimpulan atau diagnosis[6][7]. Proses ini dimulai dengan data input berupa gejala yang dilaporkan oleh pasien atau tenaga medis, kemudian sistem akan secara bertahap menerapkan aturan yang sesuai dalam basis pengetahuan hingga diperoleh kesimpulan akhir. Pengembangan sistem ini menggunakan pendekatan *Rational Unified Process (RUP)*, yang merupakan metode rekayasa perangkat lunak bersifat iteratif dan terstruktur. *RUP* memiliki empat fase utama, yaitu *Inception*, *Elaboration*, *Construction*, dan *Transition*. Tahap *Inception* bertujuan untuk mengidentifikasi ruang lingkup sistem, kebutuhan awal, serta kelayakan proyek. Tahap *Elaboration* dilakukan untuk memperjelas kebutuhan secara rinci dan menyusun arsitektur sistem. Saat ini, sistem telah berada pada tahap *Construction*, yaitu tahap pengkodean dan pengujian sistem. Pengujian dilakukan menggunakan metode *Blackbox* untuk memastikan bahwa semua fungsi sistem bekerja sesuai dengan desain, mulai dari proses login pengguna hingga pemberian diagnosis berdasarkan gejala. Sistem pakar ini memanfaatkan lima faktor risiko utama dalam proses penalarannya. Faktor-faktor tersebut meliputi riwayat keluarga dengan *HIV/AIDS*, penggunaan NAPZA, perilaku seksual berisiko, penggunaan alat tidak steril, serta hubungan dengan pasangan yang terinfeksi. Dengan mencocokkan kombinasi gejala ini pada basis pengetahuan, sistem dapat menyarankan diagnosis awal kepada tenaga medis secara cepat. Selain itu, sistem ini juga dapat diakses oleh masyarakat umum sebagai media edukasi untuk mengenali potensi gejala *HIV* sejak dini, sehingga dapat meningkatkan kesadaran dan pencegahan secara lebih luas. Meskipun sistem ini menunjukkan kinerja yang memadai, terdapat beberapa batasan dalam ruang lingkup penelitian. Sistem ini hanya berfungsi untuk diagnosis awal dan tidak mencakup proses konfirmasi melalui pemeriksaan laboratorium atau penanganan medis lanjutan. Akurasi sistem sangat bergantung pada kualitas data gejala yang dimasukkan, sehingga pelatihan pengguna dan validasi data tetap menjadi aspek penting dalam implementasi.

Penelitian ini juga dibandingkan dengan beberapa studi sebelumnya yang relevan. Salah satu penelitian terdahulu meneliti efektivitas media informasi dalam meningkatkan pengetahuan remaja mengenai pencegahan *HIV/AIDS*. Dengan melibatkan 71 siswa SMA di Jakarta, penelitian tersebut menyimpulkan bahwa video merupakan media paling efektif dalam menyampaikan informasi terkait *HIV/AIDS*, terutama bagi generasi Z. Video dianggap lebih mudah dipahami dan menarik dibandingkan media situs web. Hasil ini menunjukkan bahwa aspek edukasi berbasis media digital sangat berpotensi digunakan dalam program pencegahan *HIV/AIDS* di kalangan remaja[8].

Penelitian lain mengidentifikasi faktor-faktor yang memengaruhi kepatuhan konsumsi obat antiretroviral (ARV) pada ODHA (Orang dengan *HIV/AIDS*) melalui pendekatan *systematic literature review*. Dari 1.367 artikel yang disaring, hanya 10 artikel yang memenuhi kriteria dan dianalisis lebih lanjut. Temuan penting dari penelitian ini adalah bahwa dukungan sosial memiliki pengaruh hingga 90% terhadap kepatuhan minum ARV, sementara pengetahuan individu menyumbang pengaruh sekitar 50%. Artinya, intervensi berbasis pengetahuan dan dukungan sosial dapat secara signifikan meningkatkan keberhasilan pengobatan *HIV*[9].

Studi lain yang juga relevan mengembangkan sistem pakar untuk diagnosis *HIV/AIDS* menggunakan metode *backward chaining* dan *certainty factor* [10]. *Backward chaining* bekerja dari kesimpulan ke data awal, berbeda dengan *forward chaining* yang digunakan dalam penelitian ini. Sistem tersebut diuji terhadap 20 data dan menghasilkan tingkat akurasi sebesar 75%. Meskipun cukup efektif, pendekatan *forward chaining* dalam penelitian ini dianggap lebih cocok untuk kasus diagnosis awal karena mampu memberikan hasil berdasarkan indikasi awal tanpa perlu hipotesis awal terlebih dahulu.

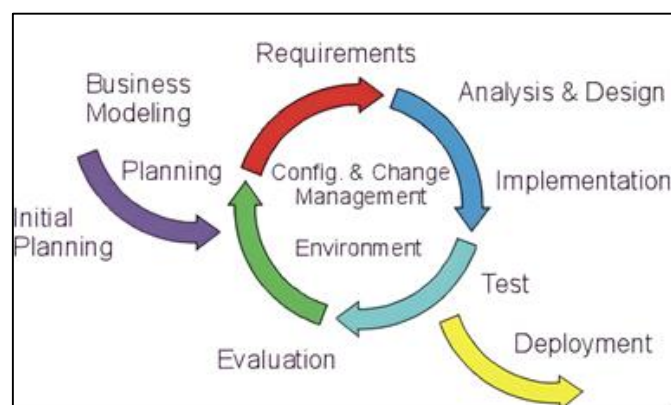
Kebaruan dari penelitian ini terletak pada pengembangan sistem pakar untuk diagnosis awal *HIV* yang secara khusus dirancang untuk menjawab permasalahan keterbatasan tenaga medis serta kompleksitas identifikasi gejala awal *HIV* di wilayah dengan tingkat prevalensi tinggi, seperti Kota Jayapura. Berbeda dengan penelitian-penelitian terdahulu yang umumnya berfokus pada edukasi berbasis media atau penerapan metode *backward chaining* yang memerlukan hipotesis awal, penelitian ini mengimplementasikan metode *forward chaining* yang memungkinkan proses inferensi dimulai langsung dari data gejala awal tanpa asumsi awal. Selain itu, sistem yang dikembangkan memanfaatkan lima faktor risiko utama sebagai basis pengetahuan, dan dirancang secara terstruktur menggunakan pendekatan *Rational Unified Process (RUP)*, sehingga menghasilkan sistem yang adaptif, sistematis, dan mendukung efisiensi proses diagnosis awal secara lebih optimal.

Secara keseluruhan, sistem pakar berbasis *forward chaining* yang dikembangkan dalam penelitian ini menunjukkan potensi yang besar dalam mendukung pelayanan kesehatan di Kota Jayapura. Sistem ini tidak hanya mempercepat proses diagnosis awal *HIV*, tetapi juga berperan penting sebagai media edukasi masyarakat. Integrasi teknologi seperti ini merupakan langkah maju dalam meningkatkan efisiensi dan kualitas layanan kesehatan, terutama di wilayah dengan keterbatasan sumber daya medis.

2. METODE PENELITIAN

Mesin inferensi pada sistem pakar yang dikembangkan dalam penelitian ini menggunakan metode *forward chaining*, yaitu teknik penalaran yang dimulai dari data atau fakta awal yang dimasukkan oleh pengguna (berupa gejala atau faktor risiko), kemudian secara bertahap mencocokkannya dengan aturan-aturan *IF-THEN* yang terdapat dalam basis pengetahuan untuk menghasilkan kesimpulan diagnosis. Setiap aturan akan diuji apakah kondisi pada bagian *IF* terpenuhi, dan jika ya, maka bagian *THEN* akan dieksekusi sebagai fakta baru yang dapat memicu aturan berikutnya. Proses ini berlangsung secara iteratif hingga tidak ada lagi aturan yang dapat dipicu, sehingga sistem dapat menyimpulkan kemungkinan status awal infeksi *HIV*. Pendekatan ini memungkinkan sistem memberikan diagnosis awal yang cepat dan berbasis data nyata, tanpa memerlukan hipotesis atau asumsi awal dari pengguna.

Dalam penelitian ini, metode pengembangan perangkat lunak yang digunakan adalah *Rational Unified Process (RUP)*, yaitu suatu pendekatan dalam rekayasa perangkat lunak yang bersifat iteratif, berorientasi pada use case, serta berfokus pada pengembangan arsitektur sistem secara menyeluruh dan sistematis [11]. *RUP* dikembangkan oleh Rational Software dan telah menjadi salah satu metode yang banyak digunakan karena kemampuannya dalam menangani proyek berskala besar maupun kecil secara terstruktur. *RUP* juga dikenal memiliki alur proses yang jelas dan terdokumentasi dengan baik, yang membedakannya dari pendekatan tradisional seperti waterfall [12].



Gambar 1. Alur Metode RUP

Metode *RUP* membagi proses pengembangan perangkat lunak ke dalam empat fase utama, yaitu *Inception*, *Elaboration*, *Construction*, dan *Transition*. Setiap fase memiliki tujuan, aktivitas, dan hasil kerja tertentu yang harus dicapai sebelum melanjutkan ke fase berikutnya. Pendekatan iteratif memungkinkan pengembangan

dilakukan secara bertahap, dengan evaluasi dan peningkatan kualitas sistem pada setiap iterasinya. Berikut penjelasan rinci dari keempat tahapan *RUP* [13]:

A. *Inception* (Permulaan)

Fase *Inception* merupakan tahap awal pengembangan sistem yang bertujuan untuk mengidentifikasi ruang lingkup proyek secara umum, menetapkan kebutuhan awal dari pengguna, serta menilai kelayakan proyek secara teknis dan ekonomi. Dalam tahap ini, dilakukan pula estimasi biaya, waktu pengerjaan, serta analisis risiko awal yang mungkin muncul selama proses pengembangan. Output utama dari fase ini adalah dokumen visi sistem, daftar kebutuhan awal, serta rencana proyek awal yang menjadi dasar pelaksanaan fase-fase berikutnya.

B. *Elaboration* (Perancangan)

Pada fase *elaboration*, dilakukan analisis kebutuhan secara lebih rinci serta perancangan arsitektur sistem yang menjadi kerangka utama dari seluruh pengembangan. Tujuan utama fase ini adalah memastikan bahwa semua kebutuhan pengguna telah dipahami secara menyeluruh dan bahwa solusi teknis yang diusulkan dapat mendukung kebutuhan tersebut dengan baik. Pada tahap ini juga dilakukan identifikasi *use case* utama, pemodelan sistem menggunakan *UML (Unified Modeling Language)*, serta pemilihan teknologi dan strategi implementasi. Hasil akhir dari fase ini berupa arsitektur sistem yang stabil dan spesifikasi kebutuhan fungsional serta non-fungsional yang telah divalidasi.

C. *Construction* (Konstruksi)

Fase *construction* adalah tahap implementasi, di mana sistem mulai dibangun berdasarkan desain dan spesifikasi yang telah ditetapkan pada fase *elaboration*. Aktivitas utama dalam tahap ini meliputi proses pengkodean (*coding*), pengujian modul, integrasi antar komponen, serta uji coba sistem secara menyeluruh. Hasil dari fase ini adalah perangkat lunak versi beta yang telah dapat diuji secara fungsional oleh tim pengembang. Pengujian dilakukan menggunakan metode *Blackbox*, untuk memastikan bahwa seluruh fungsi sistem berjalan sesuai dengan kebutuhan pengguna. Penelitian ini saat ini berada pada tahap *construction*, yang menandakan bahwa sistem telah mulai diimplementasikan ke dalam bentuk perangkat lunak nyata. Fokus utama dalam tahap ini adalah membangun kode program, mengintegrasikan berbagai modul sistem, serta melakukan pengujian untuk memastikan bahwa sistem berjalan dengan benar. Sistem pakar yang dikembangkan telah dirancang berdasarkan kebutuhan dan arsitektur yang diperoleh pada tahap *elaboration*, namun belum diuji secara langsung di lingkungan nyata atau digunakan oleh pengguna akhir secara luas.

D. *Transition* (Transisi)

Tahap *transition* merupakan fase akhir dalam proses pengembangan perangkat lunak menggunakan *RUP*. Fase ini mencakup proses penyebaran sistem ke lingkungan pengguna akhir, pelatihan pengguna, pengumpulan umpan balik dari penggunaan riil, serta perbaikan berdasarkan temuan di lapangan. Tujuannya adalah untuk memastikan bahwa sistem dapat dioperasikan secara optimal, diterima oleh pengguna, serta dapat mendukung kebutuhan riil di lingkungan kerja. Fase ini juga dapat mencakup proses migrasi data dari sistem lama, dokumentasi akhir, serta dapat mendukung kebutuhan riil di lingkungan kerja. Fase ini juga dapat mencakup proses migrasi data dari sistem lama, dokumentasi akhir, serta dukungan teknis pasca-implementasi.

Dalam konteks penelitian ini, tahap *transition* belum dapat dilaksanakan karena sistem masih dalam tahap pengembangan dan belum mencapai kondisi yang benar-benar stabil. Sistem belum diterapkan di fasilitas kesehatan atau diakses langsung oleh tenaga medis maupun masyarakat umum. Oleh karena itu, implementasi dan pelatihan pengguna masih menjadi agenda lanjutan yang akan dilaksanakan setelah sistem selesai diuji secara menyeluruh dan siap untuk digunakan. Penggunaan metode *RUP* dalam pengembangan sistem pakar ini memberikan kerangka kerja yang jelas dan terstruktur, sehingga dapat meminimalkan risiko kegagalan sistem dan memastikan bahwa setiap kebutuhan pengguna diperhatikan dengan baik.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari sisi implementasi sistem pakar, mesin inferensi dirancang untuk menjalankan proses penalaran menggunakan metode *forward chaining*. Proses ini dilakukan dengan memeriksa kumpulan fakta awal (gejala atau faktor risiko yang dipilih pengguna) dan mencocokkannya secara iteratif dengan aturan-aturan dalam basis pengetahuan. Jika seluruh kondisi pada bagian premis (*IF*) terpenuhi, maka bagian konsekuen (*THEN*) dari aturan tersebut akan dieksekusi sebagai fakta baru hingga diperoleh kesimpulan akhir.

Untuk mengilustrasikan mekanisme ini, berikut disajikan *pseudocode* dari algoritma forward chaining yang diimplementasikan dalam sistem:

Input: fakta_awal (list gejala yang dipilih)

Output: kesimpulan (diagnosis awal)

Mulai

 Ulangi selama masih ada aturan yang belum diperiksa:

 Untuk setiap aturan dalam basis pengetahuan:

 Jika semua kondisi pada bagian IF terpenuhi oleh fakta awal:

 Jika kesimpulan (bagian THEN) belum ada dalam fakta awal:

 Tambahkan kesimpulan ke fakta_awal

 Tandai aturan sebagai telah digunakan

 Simpan kesimpulan sebagai hasil sementara

 Jika tidak ada aturan baru yang dapat dipicu:

 Hentikan proses

 Tampilkan kesimpulan sebagai hasil akhir diagnosis

Selesai

Penerapan algoritma ini dalam sistem terbukti mampu menelusuri kombinasi gejala yang dilaporkan pengguna secara dinamis dan menghasilkan diagnosis yang sesuai dengan aturan yang tersedia. Hasil pengujian menggunakan metode Blackbox menunjukkan bahwa sistem mampu mengeksekusi proses inferensi secara akurat dan konsisten berdasarkan data input yang diberikan.

3.1 Basis Pengetahuan

a. Data Gejala

Untuk mendukung proses diagnosis, sistem pakar ini menggunakan sejumlah gejala sebagai fakta awal yang dapat dipilih oleh pengguna. Informasi lengkap mengenai gejala yang digunakan dalam proses diagnosis dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Gejala

Kode Gejala	Nama Gejala
G01	Mempunyai Keturunan <i>HIV/AIDS</i>
G02	Menggunakan NAPZA / narkotika
G03	Berganti-ganti pasangan seksual
G04	Suntik, tato, tindik menggunakan alat yang tidak steril
G05	Tertular dari suami istri
G06	Transfusi darah dari pasien <i>HIV</i>
G07	Penurunan berat badan
G08	Terdapat kutil di daerah kemaluan
G09	Mengalami pendarahan di alat kelamin
G10	Sesak nafas disertai batuk kering
G11	Terdapat bercak putih di lidah, mulut, kelamin, dan anus.
G12	Terjadi ruam kulit (kulit kemerahan & gatal)
G13	Sulit berkonsentrasi
G14	Timbul Luka disekitar mulut dan sariawan yang berulang
G15	Pembekakan di ketiak, dagu, belakang telinga, leher, pangkal paha, atau belakang kepala
G16	Nafsu makan menghilang
G17	Terasa mual dan muntah
G18	Mengalami diare
G19	Demam
G20	Nyeri pada otot dan sendi
G20	Lemas
G22	Mengalami susah tidur

Data gejala memuat daftar 22 jenis gejala atau faktor risiko yang dikodekan dengan format “G” diikuti oleh angka, yang digunakan dalam proses diagnosis awal HIV/AIDS dalam sistem pakar. Gejala-gejala ini mencakup faktor risiko penularan, seperti memiliki keturunan dengan HIV/AIDS (G01), penggunaan NAPZA (G02), perilaku seksual berisiko (G03), penggunaan alat tidak steril (G04), serta penularan dari pasangan atau melalui transfusi darah (G05–G06). Selain itu, terdapat gejala klinis umum dan lanjutan yang sering muncul pada

penderita HIV, seperti penurunan berat badan (G07), ruam kulit (G12), sariawan berulang (G14), pembengkakan kelenjar getah bening (G15), hingga gangguan sistemik seperti demam (G19), diare (G18), dan nyeri otot (G20). Beberapa gejala neurologis dan psikologis seperti sulit konsentrasi (G13) dan susah tidur (G22) juga disertakan. Kode-kode ini digunakan sebagai input dalam sistem pakar berbasis forward chaining untuk membantu proses identifikasi awal kemungkinan infeksi HIV secara cepat dan sistematis.

b. Data Penyakit

Data penyakit yang menjadi objek diagnosis dalam sistem pakar ini disajikan secara lebih jelas pada Tabel 2.

Tabel 2. Data Penyakit

Kode Penyakit	Nama Penyakit
P01	<i>HIV Stadium 1</i>
P02	<i>HIV Stadium 2</i>
P03	<i>HIV Stadium 3</i>
P04	<i>AIDS</i>

Data penyakit yang ditampilkan terdiri dari empat entri yang masing-masing merepresentasikan tingkatan atau stadium dari infeksi HIV hingga mencapai tahap akhir yaitu AIDS. Setiap entri memiliki kode unik (P01 hingga P04) yang berfungsi untuk memudahkan identifikasi dan pengolahan data secara sistematis dalam sistem pakar. Kode P01 merujuk pada HIV Stadium 1, yaitu tahap awal infeksi di mana seseorang mungkin tidak menunjukkan gejala sama sekali atau hanya mengalami gejala ringan seperti demam ringan, pembengkakan kelenjar getah bening, atau kelelahan. Pada tahap ini, HIV telah mulai menyerang sistem kekebalan tubuh, tetapi kerusakan yang ditimbulkan masih minimal. Selanjutnya, kode P02 digunakan untuk HIV Stadium 2, yang ditandai dengan munculnya gejala klinis seperti infeksi kulit, penurunan berat badan ringan, dan sering sariawan. Sistem kekebalan mulai melemah, sehingga penderita mulai rentan terhadap infeksi ringan. Tahap lebih lanjut adalah P03, yaitu HIV Stadium 3, di mana gejala yang dialami menjadi lebih serius, seperti diare kronis, demam berkepanjangan, infeksi jamur parah, serta penurunan berat badan yang signifikan. Pada tahap ini, sistem kekebalan tubuh sudah sangat lemah dan penderita mulai menunjukkan tanda-tanda klinis berat. Terakhir, kode P04 merepresentasikan kondisi AIDS (Acquired Immunodeficiency Syndrome), yaitu tahap akhir dari infeksi HIV. Pada tahap ini, jumlah sel CD4 menurun drastis dan penderita sangat rentan terhadap infeksi oportunistik yang mengancam jiwa, seperti tuberkulosis, pneumonia, dan kanker tertentu. AIDS merupakan fase paling berbahaya, karena tubuh sudah kehilangan kemampuan untuk melawan penyakit. Pengelompokan penyakit berdasarkan kode ini sangat penting dalam sistem pakar, karena membantu proses diagnosis secara terstruktur, memungkinkan sistem memberikan hasil yang sesuai dengan kombinasi gejala yang dilaporkan oleh pengguna atau pasien.

c. Rule

Aturan-aturan dalam basis pengetahuan sistem pakar disusun dalam bentuk pasangan gejala dan kesimpulan diagnosis. Tabel 3 menyajikan daftar aturan yang digunakan dalam proses penalaran.

Tabel 3. Rule

Kode Penyakit	Rule
Stadium 1	G1, G2, G3, G4, G5,
Stadium 2	G4, G6, G7, G9, G9, G11
Stadium 3	G6, G8, G10, G12, G13
<i>AIDS</i>	G12, G14, G15, G16, G17, G18, G19, G20, G21, G22

Aturan (rule) penyakit ini menunjukkan hubungan antara gejala (yang dikodekan sebagai G01 hingga G22) dengan stadium infeksi HIV hingga tahap akhir yaitu AIDS. Setiap stadium memiliki kombinasi gejala tertentu yang menjadi indikator untuk sistem pakar dalam melakukan proses diagnosis. Stadium 1 diidentifikasi melalui kombinasi gejala awal yang bersifat sebagai faktor risiko, seperti mempunyai keturunan HIV/AIDS (G01),

menggunakan NAPZA atau narkoba (G02), berganti-ganti pasangan seksual (G03), melakukan suntik, tato, atau tindik dengan alat tidak steril (G04), serta penularan dari pasangan suami atau istri (G05). Gejala-gejala ini belum menunjukkan dampak fisik yang signifikan, namun berperan besar sebagai indikasi awal risiko terinfeksi HIV. Stadium 2 ditandai oleh gejala yang mulai melibatkan kondisi fisik tubuh seperti penggunaan alat tidak steril (G04), transfusi darah dari pasien HIV (G06), penurunan berat badan (G07), pendarahan di alat kelamin (G09), serta bercak putih di mulut, lidah, kelamin, atau anus (G11). Terlihat adanya duplikasi gejala G09 dalam daftar, yang sebaiknya dikoreksi agar tidak membingungkan dalam implementasi sistem. Stadium ini menunjukkan adanya dampak dari infeksi terhadap kondisi tubuh, meskipun belum masuk pada gejala berat. Stadium 3 menunjukkan progresi lebih lanjut dari penyakit dengan gejala seperti transfusi darah dari pasien HIV (G06), timbulnya kutil di daerah kelamin (G08), sesak napas disertai batuk kering (G10), ruam kulit (G12), dan sulit berkonsentrasi (G13). Pada tahap ini, sistem kekebalan mulai terganggu secara signifikan sehingga infeksi mulai menyerang lebih luas dan memengaruhi fungsi tubuh secara menyeluruh. Terakhir, AIDS merupakan tahap paling parah yang dicirikan oleh kombinasi banyak gejala sistemik dan kronis seperti ruam kulit (G12), luka dan sariawan berulang (G14), pembengkakan kelenjar getah bening di berbagai area tubuh (G15), nafsu makan hilang (G16), mual dan muntah (G17), diare (G18), demam (G19), nyeri otot dan sendi (G20), kondisi tubuh yang sangat lemas (G21), dan susah tidur (G22). Kombinasi gejala ini menunjukkan bahwa sistem kekebalan telah rusak parah, dan tubuh sangat rentan terhadap infeksi oportunistik atau penyakit berat lainnya.

d. Solusi

Setiap hasil diagnosis yang dihasilkan oleh sistem pakar disertai dengan saran atau solusi tindak lanjut. Tabel 4 menyajikan daftar solusi yang direkomendasikan berdasarkan jenis diagnosis yang teridentifikasi.

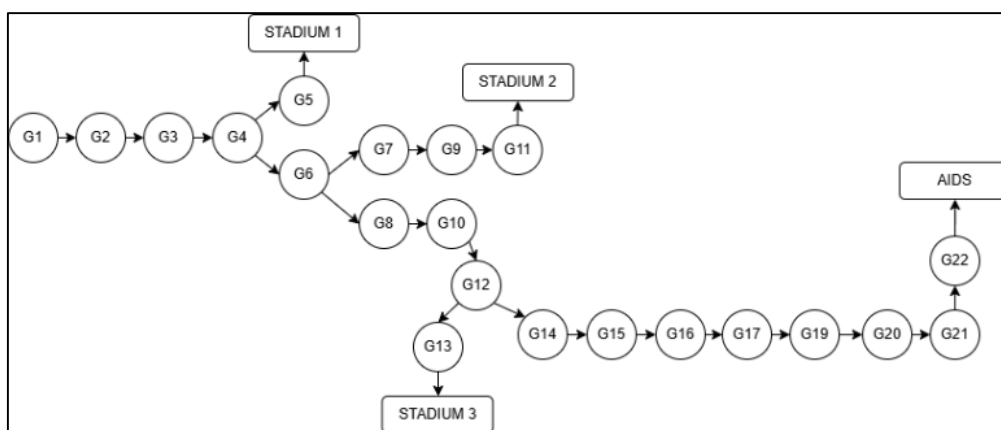
Tabel 4. Solusi

Kode Solusi	Nama Solusi
S01	Segera Periksa Diri anda lebih lanjut pada laboratorium terdekat

Sistem pakar hanya menyediakan satu solusi utama terkait hasil diagnosis gejala HIV, yaitu solusi dengan kode S01. Solusi ini berbunyi: "Segera periksakan diri Anda lebih lanjut pada laboratorium terdekat." Solusi ini bersifat umum dan menjadi rekomendasi lanjutan yang sangat penting setelah sistem mendeteksi adanya potensi infeksi HIV berdasarkan input gejala pengguna.

e. Pohon Keputusan

Untuk mempermudah pemahaman terhadap proses penalaran sistem, Gambar 2 menyajikan representasi pohon keputusan berdasarkan kombinasi gejala yang mengarah pada kesimpulan diagnosis.



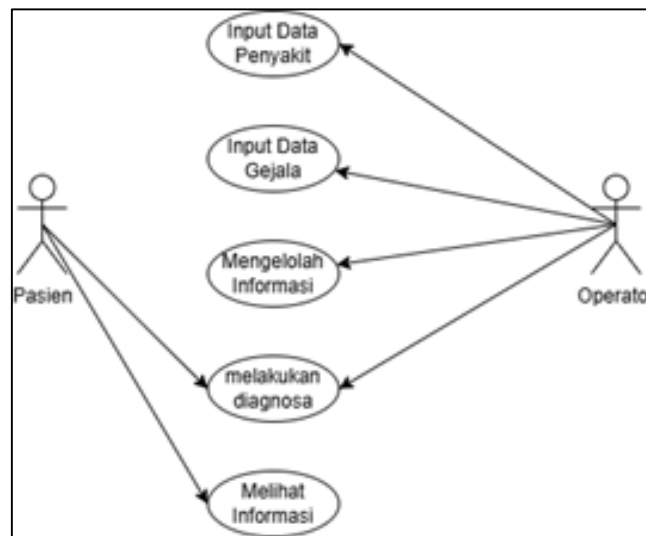
Gambar 2. Pohon Keputusan

Gambar di atas menggambarkan struktur pohon keputusan dalam sistem pakar yang digunakan untuk menentukan stadium penyakit HIV/AIDS berdasarkan gejala yang dilaporkan oleh pasien. Setiap simpul dalam pohon tersebut merepresentasikan satu gejala (dengan kode seperti G1, G2, dan seterusnya), yang menjadi titik

awal dalam proses penalaran berbasis *forward chaining*. *Forward chaining* adalah metode inferensi dari bawah ke atas, di mana sistem mulai dari data atau fakta gejala yang dimasukkan, kemudian mencocokkannya dengan aturan dalam basis pengetahuan untuk mencapai kesimpulan berupa stadium penyakit. Alur panah dalam pohon menunjukkan jalur logika yang dilalui sistem untuk mengarahkan diagnosis. Jika pasien menunjukkan gejala-gejala awal seperti G1 hingga G5, sistem akan mengidentifikasi Stadium 1. Apabila terdapat kombinasi gejala tambahan seperti G6 hingga G13, diagnosis akan mengarah ke Stadium 2 atau 3. Jika gejala berkembang lebih kompleks seperti G12 hingga G22, sistem akan mengindikasikan bahwa pasien berada pada tahap *AIDS*. Struktur pohon ini memungkinkan proses diagnosis berlangsung secara bertahap, terstruktur, dan sistematis, sehingga membantu tenaga medis dalam memberikan diagnosa awal secara cepat, serta meningkatkan akurasi dalam proses pengambilan keputusan medis.

3.2 Perancangan

Untuk menggambarkan interaksi antara pengguna dan sistem pakar yang dikembangkan, Gambar 3 menyajikan use case diagram yang menunjukkan fungsi-fungsi utama yang dapat diakses oleh aktor.



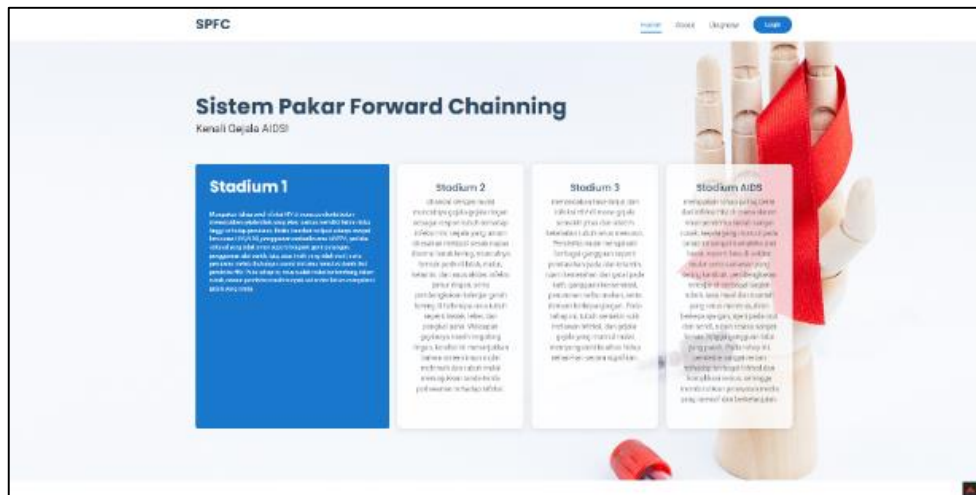
Gambar 3. Use Case Diagram

Gambar di atas merupakan diagram *use case* yang menggambarkan interaksi antara aktor (pengguna sistem) dan fungsi utama dalam sistem pakar diagnosis *HIV*. Terdapat dua aktor utama yaitu Pasien dan Operator. Operator bertanggung jawab untuk melakukan proses administratif seperti input data penyakit, input data gejala, serta mengelola informasi yang berkaitan dengan basis data sistem. Sementara itu, pasien berinteraksi dengan sistem untuk melakukan diagnosa berdasarkan gejala yang dirasakan dan dapat melihat informasi hasil diagnosa tersebut. Selain itu, operator juga memiliki akses terhadap fitur melakukan diagnosa, karena dalam beberapa kasus, tenaga medis atau operator sistemlah yang memasukkan data gejala pasien ke dalam sistem. Diagram ini memperlihatkan pembagian peran yang jelas dan alur proses penggunaan sistem, mulai dari pengumpulan data hingga penyajian hasil diagnosis, yang semuanya menunjang tujuan utama sistem yaitu membantu proses identifikasi awal *HIV* secara cepat dan efisien.

3.3 Implementasi

- a) Halaman Beranda

Gambar 4 menampilkan tampilan antarmuka halaman beranda dari sistem pakar, yang berfungsi sebagai titik awal bagi pengguna untuk mengakses seluruh fitur yang tersedia.

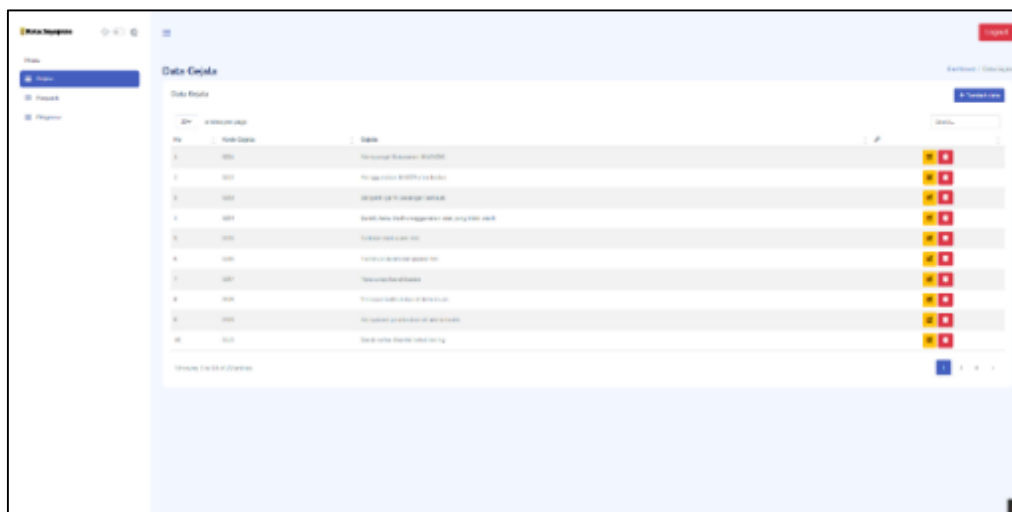


Gambar 4. Halaman Beranda

Halaman beranda ini merupakan tampilan dari sistem pakar bernama Sistem Pakar *Forward chaining* (SPFC), Konten utama menjelaskan empat tahapan atau stadium perkembangan *HIV*, mulai dari Stadium 1 hingga *AIDS*, lengkap dengan gejala pada masing-masing tahap.

b) Halaman Data gejala

Gambar 5 menunjukkan tampilan halaman data gejala pada sistem pakar, yang digunakan untuk mengelola daftar gejala atau faktor risiko yang menjadi dasar dalam proses diagnosis.

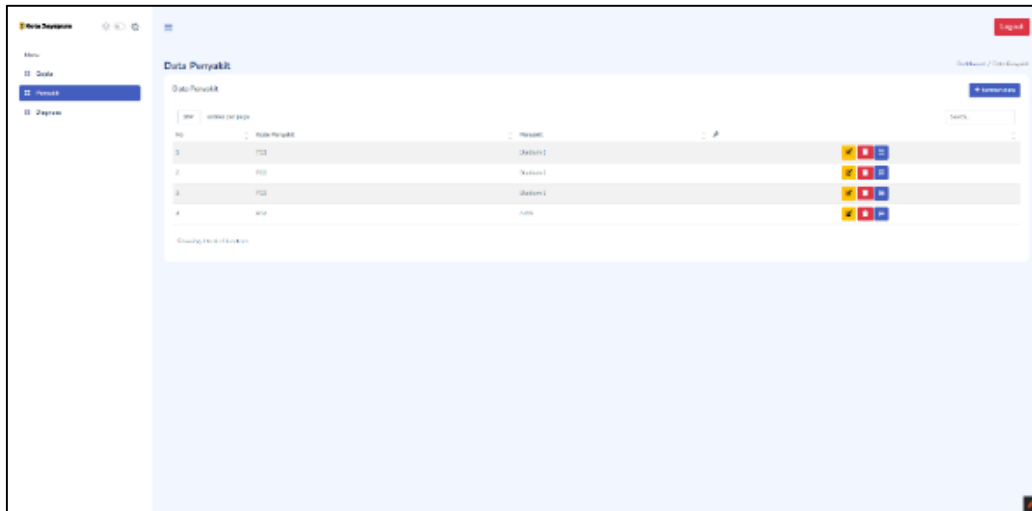


Gambar 5. Halaman Data Gejala

Halaman ini digunakan untuk mengelola daftar data gejala terkait penyakit, diantaranya seperti mempunyai keturunan *HIV*, menggunakan NAPZA, berganti-ganti pasangan seksual dan lain-lain.

c) Halaman Data Penyakit

Gambar 6 menampilkan tampilan halaman data penyakit pada sistem pakar, yang digunakan untuk mengelola informasi mengenai jenis-jenis penyakit atau kondisi yang menjadi keluaran diagnosis.

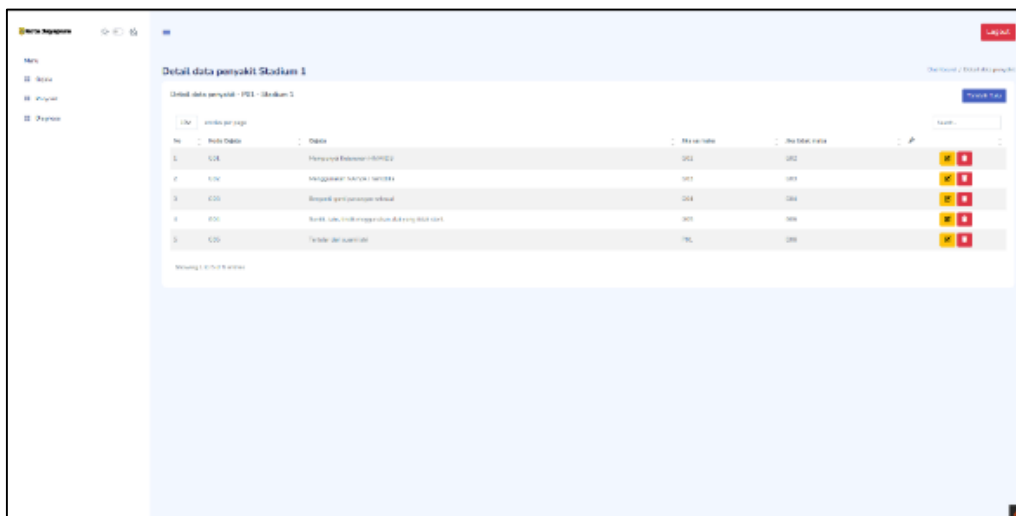


Gambar 6. Halaman Data Penyakit

Halaman ini digunakan untuk mengelola daftar data kode dan nama Penyakit diantaranya Stadium 1, 2, 3 hingga AIDS.

d) Halaman Rule

Gambar 7 menunjukkan tampilan halaman data aturan pada sistem pakar, yang digunakan untuk mendefinisikan hubungan antara gejala dan penyakit dalam bentuk aturan *IF-THEN*.

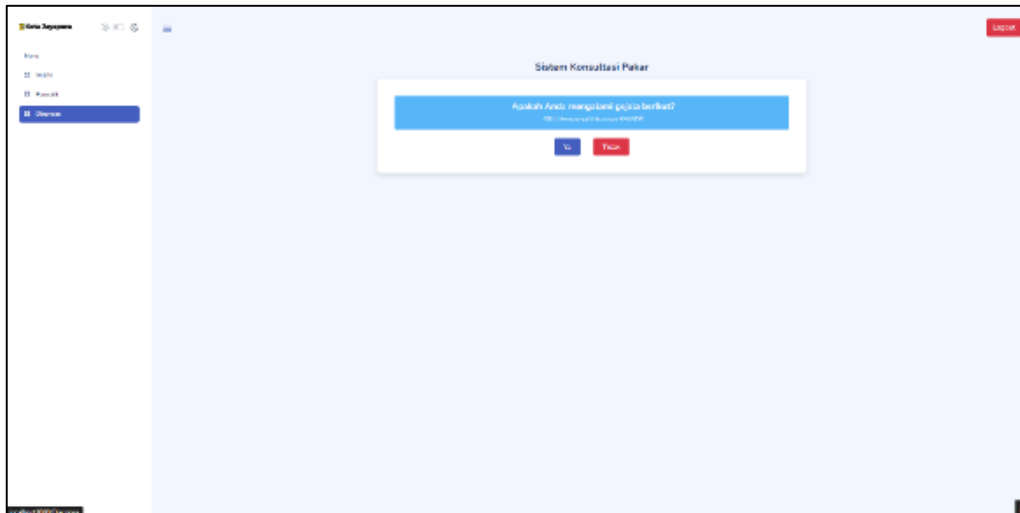


Gambar 7. Halaman Rule

Halaman Rule berfungsi untuk menampilkan dan mengelola aturan inferensi (*rules*) yang digunakan dalam proses penalaran sistem, khususnya dalam metode *forward chaining*. Setiap rule terdiri dari kombinasi gejala (sebagai premis) dan hasil diagnosis (sebagai kesimpulan), seperti penentuan stadium penyakit berdasarkan gejala-gejala tertentu.

e) Halaman Diagnosa

Gambar 8 menampilkan halaman diagnosis pada sistem pakar, di mana pengguna dapat memilih gejala yang dialami dan memperoleh hasil diagnosis secara otomatis berdasarkan mesin inferensi forward chaining.

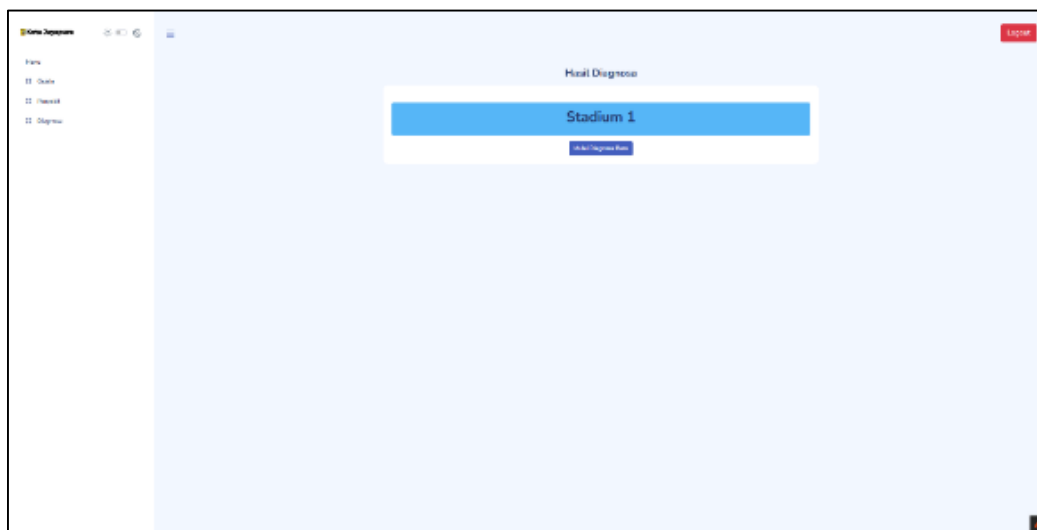


Gambar 8. Halaman Diagnosa

Pada halaman ini admin melakukan diagnosa terhadap pasien yang datang langsung untuk konsultasi terkait penyakit *HIV*.

f) Halaman Hasil Diagnosa

Gambar 9 menunjukkan tampilan halaman hasil diagnosa, yang menampilkan kesimpulan akhir dari proses penalaran berdasarkan gejala yang telah dipilih oleh pengguna. Pada halaman hasil terdapat tampilan hasil dari diagnosa penyakit *HIV*.



Gambar 9. Halaman Hasil Diagnosa

3.4 Uji Testing

Untuk memastikan kualitas dan keandalan sistem pakar yang dikembangkan, dilakukan dua jenis pengujian, yaitu pengujian fungsionalitas dan pengujian akurasi. Pengujian fungsionalitas dilakukan menggunakan metode Black Box untuk memastikan bahwa seluruh fitur sistem, seperti login, pengelolaan data gejala, penyakit, aturan, proses diagnosa, dan tampilan hasil, berjalan sesuai dengan kebutuhan dan spesifikasi yang ditentukan. Sementara itu, pengujian akurasi dilakukan untuk mengevaluasi kemampuan sistem dalam menghasilkan diagnosis yang sesuai dengan penilaian pakar berdasarkan data gejala yang diberikan. Kedua pengujian ini bertujuan untuk menilai kinerja sistem baik dari sisi teknis maupun validitas hasil diagnosa. Hasil pengujian ini disajikan pada Tabel 5 dan Tabel 6.

Tabel 5. *Blackbox Testing*

No	Pengujian	Prosedur Pengujian	Hasil yang Diperoleh	Catatan
1	Login Admin	Masukkan username dan password yang benar	Pengguna berhasil login dan halaman aplikasi utama ditampilkan	Valid
2	Login Admin	Masukkan username dan password yang salah	Pengguna gagal login dan menerima pesan untuk memasukkan username dan password yang benar	Valid
3	Halaman Data Penyakit	Klik menu data penyakit	Pengguna berhasil mengakses halaman data penyakit	Valid
4	Halaman Tambah Data Penyakit	Kosongkan semua kolom input dan klik "simpan"	Data tidak dapat disimpan	Valid
5	Halaman Tambah Data penyakit	Isi semua kolom input dan klik "simpan"	Data disimpan	Valid
6	Halaman Gejala	Klik menu Gejala	Pengguna berhasil mengakses halaman supplier	Valid
7	Halaman Tambah Gejala	Kosongkan semua kolom input dan klik "simpan"	Data tidak dapat disimpan	Valid
8	Halaman Tambah Gejala	Isi semua kolom input dan klik "simpan"	Data disimpan	Valid
9	Akses menu diagnosa (Pasien dan admin)	Klik menu "Diagnosa"	Menu diagnosa terbuka dan menampilkan form input	Valid
10	Input gejala lengkap	Pilih semua gejala yang tersedia lalu klik tombol "Diagnosa"	Sistem menampilkan hasil diagnosa berdasarkan input	Valid
11	Input gejala sebagian	Pilih beberapa gejala secara acak lalu klik tombol "Diagnosa"	Sistem tetap menampilkan hasil diagnosa yang relevan	Valid

Berdasarkan hasil pengujian *Blackbox* pada sistem, dapat disimpulkan bahwa seluruh fungsi utama dalam aplikasi telah berjalan dengan baik sesuai dengan yang diharapkan. Proses login mampu membedakan antara input yang valid dan tidak valid. Fitur manajemen data seperti penambahan data penyakit dan gejala menunjukkan validasi input yang tepat, di mana data hanya dapat disimpan jika semua kolom diisi. Selain itu, akses ke berbagai halaman seperti data penyakit, data gejala, dan menu diagnosa dapat dilakukan tanpa hambatan. Fitur diagnosa juga bekerja dengan benar, baik ketika gejala diinput secara lengkap maupun sebagian, sistem tetap mampu menghasilkan hasil diagnosa yang relevan.

Tabel 6. Pengujian akurasi

Data Uji Gejala	Hasil Sistem	Hasil Pakar	Hasil
G1,G2,G3,G4,G5	Stadium 1	Stadium 1	Valid
G4,G6,G7,G9,G11	Stadium 2	Stadium 2	Valid
G6,G8,G10,G12,G13	Stadium 3	Stadium 3	Valid
G12,G14,G15,G16,G17,G18,G19,G20,G21,G22	AIDS	AIDS	Valid
G1,G2,G3,G4	Stadium 1	Stadium 1	Valid

G4,G6,G7	Stadium 2	Stadium 2	Valid
G6,G8,G10	Stadium 3	Stadium 3	Valid
G14,G15,G16,G18	AIDS	AIDS	Valid
G6,G12	Stadium 3	Stadium 3	Valid
G4,G5	Stadium 1	Stadium 1	Valid
G12,G13,G14,G15,G16,G17,G18,G19,G20,G21,G22	AIDS	AIDS	Valid
G4,G9	Stadium 2	Stadium 2	Valid
G1,G3,G5	Stadium 1	Stadium 1	Valid
G6,G8,G13	Stadium 3	Stadium 3	Valid
G20,G21,G22	AIDS	AIDS	Valid

Berdasarkan Tabel 6, dari total 15 data uji yang dimasukkan ke sistem pakar, seluruh hasil diagnosa sistem menunjukkan kesesuaian dengan hasil diagnosa pakar, dengan tingkat validitas sebesar 100%. Hal ini mengindikasikan bahwa mesin inferensi forward chaining yang diterapkan dalam sistem mampu melakukan penalaran secara akurat dari gejala awal menuju diagnosis akhir. Seluruh stadium penyakit HIV mulai dari Stadium 1 hingga AIDS berhasil terdeteksi dengan tepat berdasarkan aturan yang telah ditentukan. Pengujian ini membuktikan bahwa metode forward chaining efektif dalam membantu proses diagnosa awal secara sistematis.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa pengembangan sistem pakar berbasis metode forward chaining dengan pendekatan Rational Unified Process (RUP) memiliki potensi yang signifikan dalam membantu proses diagnosis awal HIV di Kota Jayapura. Sistem ini dirancang untuk meniru cara kerja seorang pakar dalam menganalisis dan mengambil keputusan berdasarkan data gejala yang dimasukkan oleh pengguna. Dengan menggunakan metode forward chaining, sistem menelusuri fakta-fakta dari bawah ke atas secara logis hingga menghasilkan suatu kesimpulan berupa diagnosis awal terhadap kemungkinan infeksi HIV.

Lima faktor risiko utama yang dijadikan acuan dalam proses diagnosis meliputi riwayat keturunan HIV/AIDS, penggunaan NAPZA, perilaku seksual berisiko, penggunaan alat tidak steril, serta hubungan seksual dengan pasangan yang terinfeksi. Pengembangan sistem mengikuti tahapan dalam metode RUP, yaitu Inception, Elaboration, Construction, dan Transition, di mana sistem saat ini telah berada pada tahap Construction yang berfokus pada implementasi kode dan pengujian. Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh fungsionalitas sistem berjalan sesuai dengan kebutuhan, mulai dari login, pengelolaan data gejala, penyakit, aturan, proses diagnosa, hingga tampilan hasil diagnosa. Pengujian dilakukan menggunakan metode Black Box dan menunjukkan bahwa sistem telah berfungsi sesuai spesifikasi. Selain itu, pengujian akurasi terhadap 15 data uji menunjukkan bahwa sistem memberikan hasil diagnosa yang seluruhnya sesuai dengan hasil yang diberikan oleh pakar, dengan tingkat akurasi mencapai 100%.

Temuan ini mengindikasikan bahwa sistem pakar yang dikembangkan tidak hanya efektif sebagai alat bantu diagnosis awal di tengah keterbatasan tenaga medis, tetapi juga berfungsi sebagai media edukasi untuk meningkatkan kesadaran masyarakat terhadap HIV. Meskipun sistem ini belum mencakup konfirmasi laboratorium, kehadirannya merupakan inovasi yang menjanjikan untuk mendukung pelayanan kesehatan yang lebih efisien, cepat, dan responsif terhadap tantangan epidemi HIV di wilayah seperti Kota Jayapura.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih disampaikan kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan dalam pelaksanaan penelitian ini. Secara khusus, penulis mengucapkan terima kasih kepada dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, bimbingan, dan motivasi selama proses penelitian ini berlangsung. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Universitas Sepuluh Nopember Papua yang telah menjadi sarana pembelajaran dan pengembangan ilmu pengetahuan, serta kepada seluruh instansi-instansi kesehatan di Kota Jayapura yang telah memberikan dukungan, data, dan informasi yang sangat berarti dalam proses penelitian. Kontribusi dari semua pihak telah menjadi bagian penting dalam keberhasilan penelitian ini.

REFERENCES

- [1] I. A. Maharani, "Implementasi Metode Dempster-Shafer pada Aplikasi Sistem Pakar untuk Mendeteksi Dini HIV/AIDS Berbasis Web," *J. Infomedia*, vol. 5, no. 1, p. 17, 2020, doi: 10.30811/jim.v5i1.1599.
- [2] C. R. P. Amalia and Mahyuddin, "Perancangan Sistem Pakar untuk Mendiagnosa Tingkat Stress Belajar pada Siswa SMA dengan Menggunakan Metode *Forward chaining*," *Des. J.*, vol. 1, no. 1, pp. 38–54, 2023, doi: 10.58477/dj.v1i1.27.
- [3] B. A. Pamungkas, A. Voutama, B. N. Sari, and S. Susilawati, "Sistem Pakar Deteksi Dini HIV/AIDS Dengan Metode *Forward chaining* Dan Certainty Factor," *INTECOMS J. Inf. Technol. Comput. Sci.*, vol. 4, no. 1, pp. 120–130, 2021, doi: 10.31539/intecom.v4i1.2461.
- [4] R. Silvi, "Analisis Cluster dengan Data Outlier Menggunakan Centroid Linkage dan K-Means Clustering untuk Pengelompokan Indikator HIV/AIDS di Indonesia," *J. Mat. "MANTIK"*, vol. 4, no. 1, pp. 22–31, 2018, doi: 10.15642/mantik.2018.4.1.22-31.
- [5] R. Antika, "Sistem Pakar Mendiagnosa Penyakit HIV Menggunakan Metode *Forward chaining*," *J. SANTI - Sist. Inf. dan Tek. Inf.*, vol. 3, no. 1, pp. 1–10, 2023, doi: 10.58794/santi.v3i1.397.
- [6] N. G. Praseto, R. Munir, and A. Setiawan, "Implementasi Sistem Pakar Untuk Mengetahui Tingkat Kemungkinan Terjangkit Virus HIV Berdasarkan Komplikasi Penyakit Yang Ditimbulkan Dengan Algoritma *Forward chaining* Dan Case Based Reasoning," vol. 1, 2019.
- [7] A. Mulyani, F. Nuraeni, and J. M. Zaelani, "Rancang Bangun Aplikasi Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Ikan Air Tawar Menggunakan *Forward chaining*," *J. Algoritm.*, vol. 21, no. 1, pp. 47–56, 2024, doi: 10.33364/algoritma/v.21-1.1420.
- [8] N. Ismayati, A. Rifai, and T. Rahayu, "Media Informasi Kesehatan untuk Pencegahan HIV/AIDS Yang Disukai Generasi Z: Upaya Penurunan Kasus HIV/AIDS di Kalangan Remaja di Indonesia," *Tibandaru J. Ilmu Perpust. dan Inf.*, vol. 7, no. 1, p. 54, 2023, doi: 10.30742/tb.v7i1.2824.
- [9] A. R. Fahriati, F. Purnama, S. Indah, B. M. Satria, and A. Ayu, "Faktor-faktor yang berhubungan dengan kepatuhan minum antiretroviral pada ODHA (Orang Dengan HIV / AIDS) Berdasarkan Systematic Literature Review," *PHRASE (Pharm. Sci. J.)*, vol. 1, no. 1, pp. 29–46, 2021.
- [10] J. Hidayatullah, Y. Azhar, and W. Suharso, "Sistem Pakar Diagnosa HIV/AIDS Menggunakan Metode Backward Chaining dan Certainty Factor," *J. Repos.*, vol. 2, no. 11, pp. 1436–1443, 2020, doi: 10.22219/repositor.v2i11.715.
- [11] H. Effendi, "Sistem Pakar Diagnosa Penyakit pada Ibu Hamil," *Teknomatika*, vol. 10, no. 01, pp. 9–20, 2020, [Online]. Available: <http://ojs.palcomtech.com/index.php/teknomatika/article/view/482>
- [12] R. R. Siregar, K. Nasution, and T. Haramaini, "Aplikasi Ujian Online Untuk Siswa Sekolah Menengah Pertama Dengan Menggunakan Metode *Rational Unified Process (RUP)*," *J. Minfo Polgan*, vol. 10, no. 1, pp. 33–41, 2021, doi: 10.33395/jmp.v10i1.10953.
- [13] H. Herdiyanto and L. Lukman, "Sistem Informasi Pramuka Berbasis Website Menggunakan Rational Unified Process," *Build. Informatics, Technol. Sci.*, vol. 4, no. 2, pp. 819–828, 2022, doi: 10.47065/bits.v4i2.1731.