

Digital Intelligent Management System Platform for Adaptive Student Development and Mental Health Support Using an Expert Counselor System

[Platform Digital Sistem Manajemen Cerdas Untuk Pembinaan Adaptif dan Dukungan Kesehatan Mental Santri Menggunakan Expert System Konselor]

Muhammad Nur Rifqi Baharis ¹⁾, Ika Ratna Indra Astutik ²⁾, Ade Eviyanti ³⁾, Novia Ariyanti ⁴⁾

^{1,2,3,4)}Program Studi Informatika, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

*Email Penulis Korespondensi: ikaratna@umsida.com

Abstract. *Islamic boarding schools face significant limitations in managing counseling services, particularly in recording student behavior through manual and unstructured processes with minimal early detection of mental health conditions. This study designs and implements a digital platform based on a Rule-Based Expert System integrating Natural Language Processing and Forward Chaining inference engine to support adaptive and measurable student guidance. The system was developed using Laravel 12, React.js with Inertia.js, and Python 3 with the Sastrawi library, incorporating a knowledge base of 16 violation variables, 3 appreciation variables, 19 counselor variables, 10 consequence variables, 5 reward variables, and 43 rules. Testing on 8 real report texts achieved 100% preprocessing accuracy, while Black Box Testing across 26 test scenarios on three user roles reached 100% success rate. The system successfully triggers consequence and reward reports automatically and executes Forward Chaining to produce mental health diagnoses with relevant intervention recommendations. This platform contributes to the digital transformation of pesantren counseling services toward faster, objective, and data-driven case handling.*

Keywords - Expert System, Forward Chaining, Natural Language Processing, Counseling Guidance.

Abstrak. Pondok pesantren menghadapi keterbatasan dalam pengelolaan bimbingan konseling, khususnya pencatatan perilaku santri yang masih manual dan minim kemampuan deteksi dini kondisi kesehatan mental. Penelitian ini merancang dan mengimplementasikan platform digital berbasis Rule-Based Expert System yang mengintegrasikan Natural Language Processing dan mesin inferensi Forward Chaining untuk mendukung pembinaan santri secara adaptif dan terukur. Sistem dikembangkan menggunakan Laravel 12, React.js dengan Inertia.js, serta Python 3 berbasis library Sastrawi, dengan basis pengetahuan memuat 16 variabel pelanggaran, 3 apresiasi, 19 konselor, 10 konsekuensi, 5 reward, dan 43 rule. Pengujian terhadap 8 teks laporan nyata menghasilkan akurasi preprocessing 100%, sementara Black Box Testing pada 26 skenario uji mencapai keberhasilan 100%. Sistem mampu memicu laporan konsekuensi dan reward secara otomatis serta mengeksekusi Forward Chaining yang menghasilkan diagnosis kondisi mental santri beserta rekomendasi penanganan. Platform ini berkontribusi dalam transformasi digital layanan bimbingan konseling pesantren menuju penanganan kasus yang lebih cepat, objektif, dan berbasis data.

Kata Kunci - Sistem Pakar, Forward Chaining, Natural Language Processing, Bimbingan Konseling.

I. PENDAHULUAN

Era digital mendorong transformasi menyeluruh di berbagai sektor, termasuk penerapan teknologi Kecerdasan Buatan (AI) yang terbukti mampu menekan asimetri informasi dan meningkatkan efektivitas komunikasi dalam sebuah organisasi [1]. Transformasi ini menjadi sangat krusial ketika diimplementasikan pada institusi pendidikan dengan kompleksitas tinggi seperti pesantren, yang tidak hanya berfokus pada pencapaian akademik tetapi juga pada pembentukan karakter santri secara holistic [2]. Terlebih, mayoritas santri berada pada fase remaja yang merupakan masa transisi psikologis kritis, sehingga layanan Bimbingan dan Konseling (BK) memegang peranan fundamental dalam mengawal kematangan emosional dan pembentukan konsep diri yang positif [3].

Namun demikian, operasional layanan bimbingan konseling di banyak institusi pendidikan masih terhambat oleh infrastruktur manajemen yang konvensional. Sistem pendokumentasian manual memicu berbagai persoalan turunan, seperti lambatnya penanganan kasus, rendahnya transparansi informasi antar pihak terkait, hingga minimnya pencatatan apresiasi yang berimbang atas prestasi santri [4]. Akibatnya, beban kerja konselor menjadi tidak proporsional dan pengawasan terhadap dinamika kesehatan mental santri berjalan tidak optimal [5].

Berdasarkan observasi lapangan di Pondok Pesantren Muhammadiyah An-Nur Sidoarjo, ditemukan tiga permasalahan utama: pencatatan pelanggaran dan apresiasi santri masih dilakukan secara manual pada buku catatan fisik sehingga rawan kehilangan data. Kedua, tidak tersedianya mekanisme deteksi dini kondisi kesehatan mental santri berbasis data dan Ketiga, tidak adanya sistem poin terintegrasi yang dapat memberikan konsekuensi maupun reward secara otomatis berdasarkan rekam jejak perilaku santri. Ketiga permasalahan ini menciptakan kesenjangan signifikan antara kebutuhan pembinaan yang adaptif dengan kapabilitas sistem yang tersedia.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan platform digital sistem manajemen cerdas berbasis *Rule-Based Expert System* yang mampu mengotomatisasi pengolahan laporan perilaku santri, mendeteksi kondisi kesehatan mental secara dini melalui mesin inferensi *Forward Chaining*, serta memberikan rekomendasi pembinaan yang objektif, terukur, dan konsisten kepada Guru BK di lingkungan pesantren.

Solusi yang dirancang mencakup tiga komponen teknologi yang terintegrasi. Pertama, pipeline *Natural Language Processing* (NLP) berbasis Python-Sastrawi untuk mengonversi teks laporan bebas dari tenaga pendidik menjadi kode variabel terstruktur secara otomatis. Kedua, mesin inferensi *Forward Chaining* dengan 43 rule IF-THEN yang mencocokkan kombinasi kode pelanggaran dan gejala mental santri untuk menghasilkan diagnosis dan rekomendasi penanganan. Ketiga, sistem poin akumulatif yang secara otomatis memicu laporan konsekuensi maupun reward ketika ambang batas nilai terlampaui. Keseluruhan komponen ini diintegrasikan dalam platform web berbasis Laravel 11 dan React.js dengan arsitektur tiga peran pengguna: Guru BK, Tenaga Pendidik, dan Santri [5].

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Penelitian Terdahulu

Eksplorasi terhadap keamanan lingkungan pesantren [6] mengungkapkan bahwa perlindungan hak santri melalui strategi "Pesantren Ramah Anak" menjadi kebutuhan mendesak untuk mencegah kekerasan di lembaga pendidikan Islam. Penelitian [7] memposisikan bimbingan konseling sebagai instrumen vital dalam membentuk orientasi positif siswa serta menciptakan iklim pembelajaran yang kondusif bagi keberhasilan akademik.

Hambatan utama dalam mewujudkan layanan ideal tersebut sering kali berakar pada infrastruktur manajemen yang tertinggal [5]. menyoroti bagaimana sistem pendokumentasian manual memicu inefisiensi perhitungan poin pelanggaran serta keterlambatan koordinasi data antar-pembina [8]. mengenai terbatasnya pendekatan konseling konvensional yang mengakibatkan potensi psikologis dan bakat siswa sulit teridentifikasi secara dini.

Untuk mengatasi kesenjangan tersebut, implementasi *Expert System* dipandang sebagai solusi strategis dalam mereplikasi keahlian pakar ke dalam sistem komputasi [9]. Teknologi ini mengintegrasikan basis pengetahuan dengan mesin inferensi untuk menghasilkan keputusan yang efektif dan efisien [10]. Sistem berbasis aturan terbukti secara efektif memitigasi beban kerja konselor melalui otomasi bimbingan yang konsisten [11]. Dalam ranah teknis, pendekatan *forward chaining* berhasil mendiagnosis berbagai permasalahan siswa dan memberikan rekomendasi perbaikan yang presisi [12].

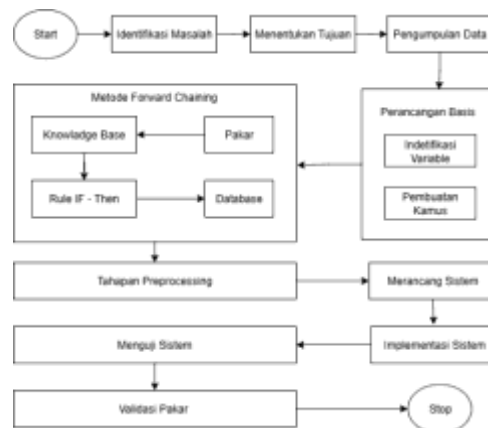
B. Analisis Gap

Berdasarkan Tinjauan terhadap penelitian terdahulu, diidentifikasi beberapa kesenjangan (gap) yang menjadi fokus penelitian ini :

- a. Kesenjangan antara Teori dan Teknologi Praktis: Penelitian sebelumnya cenderung terbagi menjadi dua arah yang tidak saling bertemu. Di satu sisi, ada penelitian yang sangat bagus dalam membahas teori bimbingan konseling [6][2].
- b. Sistem yang Masih Terpisah-pisah (Belum Holistik): Aplikasi BK yang ada saat ini masih berdiri sendiri-sendiri untuk fungsi yang terbatas. Belum ada satu platform utuh yang mampu menggabungkan dua hal krusial sekaligus.
- c. Kebaruan Solusi (Novelty): Penelitian ini hadir untuk mengisi kekosongan tersebut dengan merancang satu sistem terintegrasi. Platform digital ini tidak hanya menghitung poin sanksi secara matematis, melainkan menyematkan kecerdasan *Expert System*. Sistem pakar ini bertugas mengolah data perilaku santri menggunakan aturan "konsekuensi logis" untuk menghasilkan diagnosis dan rekomendasi pembinaan mental yang adaptif, tepat sasaran, dan mendidik.

III. METODE PENELITIAN

Metodologi yang diterapkan dalam penelitian ini berpusat pada pengembangan sistem pakar berbasis aturan (*Rule-Based Expert System*) sebagai berikut :



Gambar 1. Diagram alur penelitian

Gambar 1 menampilkan alur penelitian yang terdiri dari lima tahap berurutan. Tahap pertama adalah identifikasi masalah Tahap kedua adalah pengumpulan data Tahap ketiga adalah perancangan basis Tahap keempat adalah perancangan sistem Tahap terakhir adalah implementasi dan pengujian [12].

A. Identifikasi Masalah

Dalam mewujudkan lingkungan pesantren yang ramah anak, rekam jejak kedisiplinan dan pemberian konsekuensi seharusnya menjadi tolok ukur utama dalam proses pembinaan. Namun, implementasi saat ini masih terhambat oleh sistem pendokumentasian konvensional yang tidak terstruktur, sehingga berdampak langsung pada lambatnya pemantauan dinamika psikologis dan deteksi dini kesehatan mental santri.

B. Pengumpulan Data

Pengambilan data dalam penelitian ini melibatkan Guru Bimbingan Konseling Pondok Pesantren dalam Menentukan Data Pelanggaran, Data Reward, Data Konselor, dan Data Kosekuensi berikut Kumpulan data di bawah ini :

Tabel 1. Data awal

Jenis Data	Jumlah	Kamus Kata
Pelanggaran	14 Kategori	140 Kata
Apresiasi	-	-
Reward	5 Kategori	40 Kata
Konselor	19 Kategori	154 Kata
Kosekuensi	10 Kategori	-
Diagnosis	19 Kategori	-
Rule Expert System	43 Rule	-

C. Perancangan Basis

Tahap Perancangan basis ini akan di di paparkan Tahapan yang menghasilkan sejumlah variable diantaranya variable pelanggaran, apresiasi, kosekuensi, reward, dan diagnosis yang menjadi pengetahuan utama sebagai Berikut :

Tabel 2. Struktur variable

Kode	Variabel	Jumlah	Tipe	Fungsi
P001 - dst	Pelanggaran	16	Kode, kategori, poin, tindakan, kamus_kata	Input
A001 - dst	Apresiasi	3	Kode, kategori, poin, apresiasi, kamus_kata	Input
K001 - dst	Konsekuensi	10	Kode, konsekuensi, poin threshold, rekomendasi	Output -
G001 - dst	Konselor	19	Kode, gangguan mental, kamus_kata, rekomendasi	Premise
R001 - dst	Reward	5	Kode, reward, poin threshold, rekomendasi	Output +
DX001 - dst	Diagnosis	36	Kode, diagnosis, penjelasan, rekomendasi	Conclusion

Tabel 2 menjelaskan bahwa variable saling terhubung membentuk rantai inferensi dari deteksi perilaku hingga tindak lanjut pembinaan. Variabel Pelanggaran dan Apresiasi berfungsi sebagai input utama dari teks laporan, Variabel

Konsekuensi dan Reward sebagai output akumulasi poin, Variabel Konselor sebagai premise deteksi gejala mental, dan Variabel Diagnosis sebagai conclusion forward chaining.

D. Perancangan Sistem

a. Arsitektur Sistem

Sistem yang dibangun menggunakan arsitektur tiga lapisan =sesuai dengan flowchart, use case dan erd di bawah ini :

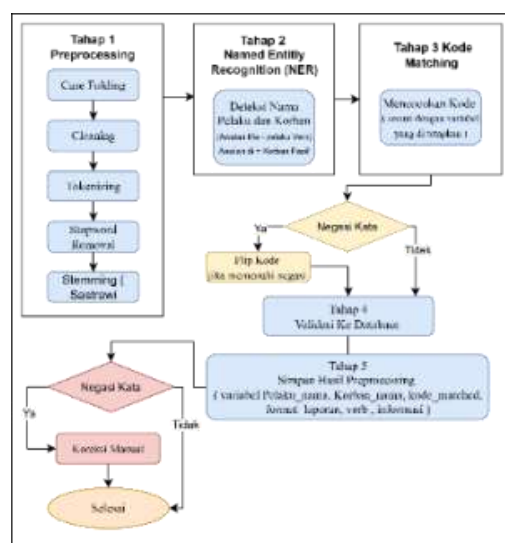


Gambar 2. Flowchart

Gambar 2 menggambarkan alur kerja keseluruhan sistem dari sudut pandang tiga peran pengguna. Tenaga Pendidik memulai alur dengan membuat laporan teks bebas. Guru BK kemudian melakukan validasi laporan awal, proses NLP secara otomatis melalui antrian tugas. Dan Hasil *preprocessing*. [13]

b. Alur Preprocessing

Alur *preprocessing* pada penelitian ini terdiri dari enam tahap sebagai berikut :

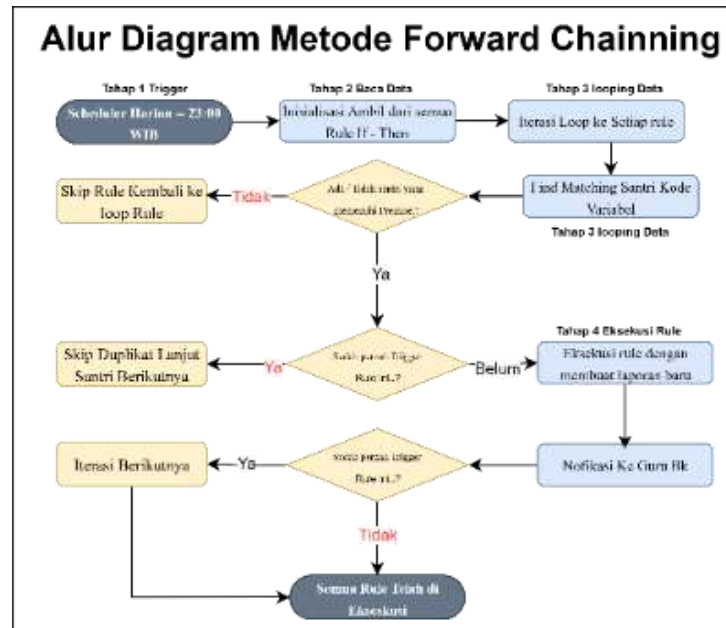


Gambar 3. Diagram alur preprocessing

Gambar 3 menjelaskan tahapan preprocessing yaitu Tahap pertama adalah case folding, Tahap kedua adalah cleaning, Tahap ketiga adalah tokenisasi, Tahap keempat adalah *stopword removal* menggunakan *library Sastrawi*, dilanjutkan, Tahap kelima adalah *Named Entity Recognition (NER)* yang mendeteksi nama pelaku dan korban, Tahap keenam adalah kode *matching*, di mana token yang tersisa dicocokkan dengan kamus kata variabel yang tersimpan di database.[14]

c. Forward Chaining

Berikut alur tahapan metode yang kami gunakan sebagai berikut :



Gambar 4. Diagram alur forward chaining

Gambar 4 menjelaskan Mesin inferensi menggunakan metode forward chaining yang dieksekusi secara terjadwal setiap malam. Sistem membaca seluruh 43 rule *IF-THEN* dari basis pengetahuan, kemudian mencocokkan setiap rule dengan riwayat kode santri yang tersimpan di database menggunakan logika *AND*, artinya santri harus memenuhi seluruh kode dalam satu premise sekaligus, dengan struktur tabel 3 di bawah ini :

Tabel 3. Struktur variable expert system

Kode	RA-01, RB-01,dan RC-01
Logika	AND (IF – Then)
Keputusan (Then)	Variabel Diagnosis
Contoh	IF = P001 AND G017 AND P006 Then DX001 (Ledakan Amarah)

E. Implementasi Sistem

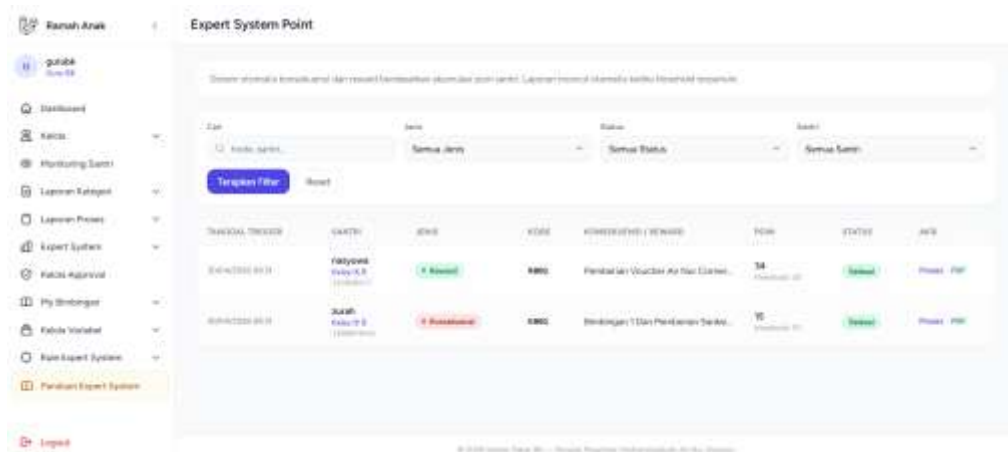
Sistem Ramah Anak diimplementasikan menggunakan arsitektur berbasis web dengan framework Laravel 12 sebagai backend serta React.js melalui Inertia.js sebagai. Proses pengolahan bahasa alami NLP diimplementasikan menggunakan Python 3 dengan library Sastrawi untuk stemming Bahasa Indonesia, yang dipanggil secara asinkron melalui mekanisme Laravel Queue (Job Dispatcher) sehingga tidak mengganggu respons sistem utama. Basis data menggunakan MariaDB untuk menyimpan seluruh entitas sistem meliputi data pengguna, laporan, hasil preprocessing, knowledge base variabel, rule expert system, dan riwayat santri.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahap ini merupakan realisasi dari perancangan yang telah di lakukan sebelumnya, yang menghasilkan antarmuka aplikasi konseling berbasis expert system, Adapun hasil sebagai berikut:

otomatis tidak sesuai konteks, dan setiap koreksi dicatat dalam log sistem dengan flag `is_corrected = true` untuk keperluan evaluasi akurasi model.

C. Halaman Expert System Point

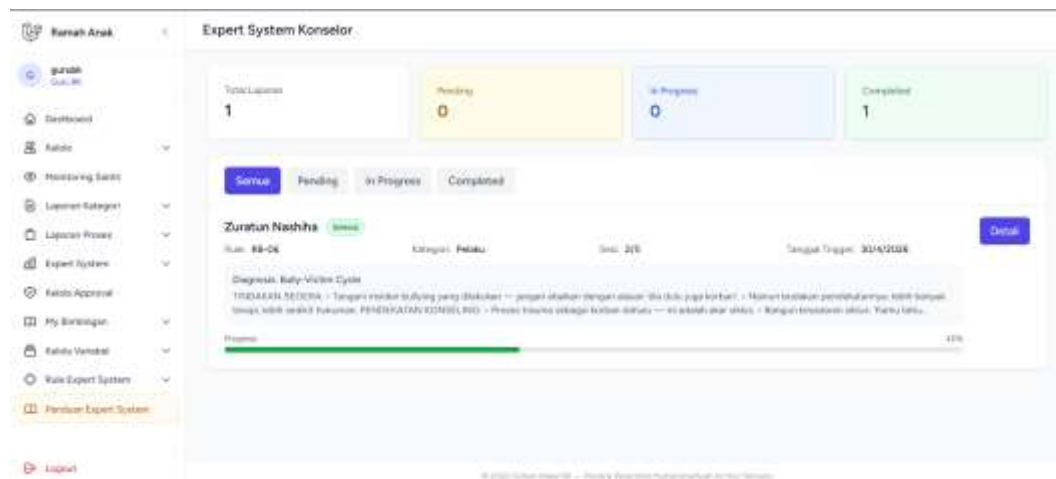


ID	Nama	Status	Aksi
1	Fakhrul	Konsekuensi	Detail
2	Sulih	Konsekuensi	Detail

Gambar 7. Halaman expert system point

Gambar 7 menampilkan halaman pengelolaan laporan *Expert System Point* yang dibangkitkan secara otomatis oleh layanan *ExpertSystemPointService* ketika akumulasi poin santri melampaui nilai ambang batas (*threshold*) yang telah ditetapkan di tabel variabel konsekuensi atau reward. Pada halaman ini, Guru BK dapat melihat detail laporan meliputi nama santri, total poin yang terkumpul, jenis konsekuensi atau reward yang dipicu, catatan profesional yang harus diisi, dan *deadline* pelaksanaan. Setelah Guru BK mengisi catatan dan menentukan tenggat waktu, santri yang bersangkutan menerima notifikasi dan dapat mengunggah bukti pelaksanaan melalui akun mereka. Mekanisme ini memastikan seluruh proses pembinaan terdokumentasi secara digital dan dapat diaudit kapan saja oleh pihak yang berwenang.

D. Halaman Expert System Konselor



Tipe Laporan	Pending	In Progress	Completed
1	0	0	1

Zuratan Nashiha Selesai

Riwayat: 88-06 | Kategori: Pelaku | Sifat: 215 | Tanggal Diterbitkan: 30/10/2024

Diagnosis: Bully-Victim Cycle

TRISLESAH NERUSA - Tanggapi masalah bullying yang dibuktikan — jangan abai! dan segera ambil tindakan. — Momen terbaik pemerintah untuk anak bangsa. Segera ambil langkah pencegahan. PERANGKATAN KEMENTERIAN — ini adalah cara terbaik. — Rangkai ekosistem yang baik. Yangmu lah...

Progress: 100%

Gambar 8. Halaman expert system konselor

Gambar 8 menampilkan halaman pengelolaan laporan *Expert System Konselor* yang merupakan output dari eksekusi mesin inferensi *forward chaining* yang berjalan secara terjadwal setiap malam melalui perintah `php artisan konselor:check-triggers`. Sistem membaca seluruh 43 rule IF-THEN dari basis pengetahuan, kemudian mencocokkan premise setiap rule dengan kombinasi kode pelanggaran dan gejala mental dalam riwayat santri menggunakan logika AND. Apabila seluruh kode premise terpenuhi secara bersamaan, sistem membuat laporan diagnosis yang memuat nama diagnosis, penjelasan klinis, dan panduan tindak lanjut dari tabel variabel diagnosis. Guru BK kemudian

mengelola sesi bimbingan konseling secara bertahap, mencatat perkembangan santri di setiap sesi, dan menyatakan laporan selesai ketika kondisi santri telah membaik berdasarkan penilaian profesional.

E. Halaman Kelola Rule Expert System

Kode Rule	Kategori	Premise	Kesimpulan	Status
IK-01	Kelelahan	IK-01 AND IK-02 AND IK-03 AND IK-04	IK-05	Aktif
IK-02	Kelelahan	IK-01 AND IK-02 AND IK-03 AND IK-04	IK-06	Aktif
IK-03	Kelelahan	IK-01 AND IK-02 AND IK-03 AND IK-04	IK-07	Aktif
IK-04	Kelelahan	IK-01 AND IK-02 AND IK-03 AND IK-04	IK-08	Aktif
IK-05	Kelelahan	IK-01 AND IK-02 AND IK-03 AND IK-04	IK-09	Aktif
IK-06	Kelelahan	IK-01 AND IK-02 AND IK-03 AND IK-04	IK-10	Aktif
IK-07	Kelelahan	IK-01 AND IK-02 AND IK-03 AND IK-04	IK-11	Aktif
IK-08	Kelelahan	IK-01 AND IK-02 AND IK-03 AND IK-04	IK-12	Aktif
IK-09	Kelelahan	IK-01 AND IK-02 AND IK-03 AND IK-04	IK-13	Aktif
IK-10	Kelelahan	IK-01 AND IK-02 AND IK-03 AND IK-04	IK-14	Aktif
IK-11	Kelelahan	IK-01 AND IK-02 AND IK-03 AND IK-04	IK-15	Aktif
IK-12	Kelelahan	IK-01 AND IK-02 AND IK-03 AND IK-04	IK-16	Aktif
IK-13	Kelelahan	IK-01 AND IK-02 AND IK-03 AND IK-04	IK-17	Aktif
IK-14	Kelelahan	IK-01 AND IK-02 AND IK-03 AND IK-04	IK-18	Aktif
IK-15	Kelelahan	IK-01 AND IK-02 AND IK-03 AND IK-04	IK-19	Aktif
IK-16	Kelelahan	IK-01 AND IK-02 AND IK-03 AND IK-04	IK-20	Aktif
IK-17	Kelelahan	IK-01 AND IK-02 AND IK-03 AND IK-04	IK-21	Aktif
IK-18	Kelelahan	IK-01 AND IK-02 AND IK-03 AND IK-04	IK-22	Aktif
IK-19	Kelelahan	IK-01 AND IK-02 AND IK-03 AND IK-04	IK-23	Aktif
IK-20	Kelelahan	IK-01 AND IK-02 AND IK-03 AND IK-04	IK-24	Aktif
IK-21	Kelelahan	IK-01 AND IK-02 AND IK-03 AND IK-04	IK-25	Aktif
IK-22	Kelelahan	IK-01 AND IK-02 AND IK-03 AND IK-04	IK-26	Aktif
IK-23	Kelelahan	IK-01 AND IK-02 AND IK-03 AND IK-04	IK-27	Aktif
IK-24	Kelelahan	IK-01 AND IK-02 AND IK-03 AND IK-04	IK-28	Aktif
IK-25	Kelelahan	IK-01 AND IK-02 AND IK-03 AND IK-04	IK-29	Aktif
IK-26	Kelelahan	IK-01 AND IK-02 AND IK-03 AND IK-04	IK-30	Aktif
IK-27	Kelelahan	IK-01 AND IK-02 AND IK-03 AND IK-04	IK-31	Aktif
IK-28	Kelelahan	IK-01 AND IK-02 AND IK-03 AND IK-04	IK-32	Aktif
IK-29	Kelelahan	IK-01 AND IK-02 AND IK-03 AND IK-04	IK-33	Aktif
IK-30	Kelelahan	IK-01 AND IK-02 AND IK-03 AND IK-04	IK-34	Aktif
IK-31	Kelelahan	IK-01 AND IK-02 AND IK-03 AND IK-04	IK-35	Aktif
IK-32	Kelelahan	IK-01 AND IK-02 AND IK-03 AND IK-04	IK-36	Aktif
IK-33	Kelelahan	IK-01 AND IK-02 AND IK-03 AND IK-04	IK-37	Aktif
IK-34	Kelelahan	IK-01 AND IK-02 AND IK-03 AND IK-04	IK-38	Aktif
IK-35	Kelelahan	IK-01 AND IK-02 AND IK-03 AND IK-04	IK-39	Aktif
IK-36	Kelelahan	IK-01 AND IK-02 AND IK-03 AND IK-04	IK-40	Aktif
IK-37	Kelelahan	IK-01 AND IK-02 AND IK-03 AND IK-04	IK-41	Aktif
IK-38	Kelelahan	IK-01 AND IK-02 AND IK-03 AND IK-04	IK-42	Aktif
IK-39	Kelelahan	IK-01 AND IK-02 AND IK-03 AND IK-04	IK-43	Aktif
IK-40	Kelelahan	IK-01 AND IK-02 AND IK-03 AND IK-04	IK-44	Aktif
IK-41	Kelelahan	IK-01 AND IK-02 AND IK-03 AND IK-04	IK-45	Aktif
IK-42	Kelelahan	IK-01 AND IK-02 AND IK-03 AND IK-04	IK-46	Aktif
IK-43	Kelelahan	IK-01 AND IK-02 AND IK-03 AND IK-04	IK-47	Aktif
IK-44	Kelelahan	IK-01 AND IK-02 AND IK-03 AND IK-04	IK-48	Aktif
IK-45	Kelelahan	IK-01 AND IK-02 AND IK-03 AND IK-04	IK-49	Aktif
IK-46	Kelelahan	IK-01 AND IK-02 AND IK-03 AND IK-04	IK-50	Aktif
IK-47	Kelelahan	IK-01 AND IK-02 AND IK-03 AND IK-04	IK-51	Aktif
IK-48	Kelelahan	IK-01 AND IK-02 AND IK-03 AND IK-04	IK-52	Aktif
IK-49	Kelelahan	IK-01 AND IK-02 AND IK-03 AND IK-04	IK-53	Aktif
IK-50	Kelelahan	IK-01 AND IK-02 AND IK-03 AND IK-04	IK-54	Aktif
IK-51	Kelelahan	IK-01 AND IK-02 AND IK-03 AND IK-04	IK-55	Aktif
IK-52	Kelelahan	IK-01 AND IK-02 AND IK-03 AND IK-04	IK-56	Aktif
IK-53	Kelelahan	IK-01 AND IK-02 AND IK-03 AND IK-04	IK-57	Aktif
IK-54	Kelelahan	IK-01 AND IK-02 AND IK-03 AND IK-04	IK-58	Aktif
IK-55	Kelelahan	IK-01 AND IK-02 AND IK-03 AND IK-04	IK-59	Aktif
IK-56	Kelelahan	IK-01 AND IK-02 AND IK-03 AND IK-04	IK-60	Aktif
IK-57	Kelelahan	IK-01 AND IK-02 AND IK-03 AND IK-04	IK-61	Aktif
IK-58	Kelelahan	IK-01 AND IK-02 AND IK-03 AND IK-04	IK-62	Aktif
IK-59	Kelelahan	IK-01 AND IK-02 AND IK-03 AND IK-04	IK-63	Aktif
IK-60	Kelelahan	IK-01 AND IK-02 AND IK-03 AND IK-04	IK-64	Aktif
IK-61	Kelelahan	IK-01 AND IK-02 AND IK-03 AND IK-04	IK-65	Aktif
IK-62	Kelelahan	IK-01 AND IK-02 AND IK-03 AND IK-04	IK-66	Aktif
IK-63	Kelelahan	IK-01 AND IK-02 AND IK-03 AND IK-04	IK-67	Aktif
IK-64	Kelelahan	IK-01 AND IK-02 AND IK-03 AND IK-04	IK-68	Aktif
IK-65	Kelelahan	IK-01 AND IK-02 AND IK-03 AND IK-04	IK-69	Aktif
IK-66	Kelelahan	IK-01 AND IK-02 AND IK-03 AND IK-04	IK-70	Aktif
IK-67	Kelelahan	IK-01 AND IK-02 AND IK-03 AND IK-04	IK-71	Aktif
IK-68	Kelelahan	IK-01 AND IK-02 AND IK-03 AND IK-04	IK-72	Aktif
IK-69	Kelelahan	IK-01 AND IK-02 AND IK-03 AND IK-04	IK-73	Aktif
IK-70	Kelelahan	IK-01 AND IK-02 AND IK-03 AND IK-04	IK-74	Aktif
IK-71	Kelelahan	IK-01 AND IK-02 AND IK-03 AND IK-04	IK-75	Aktif
IK-72	Kelelahan	IK-01 AND IK-02 AND IK-03 AND IK-04	IK-76	Aktif
IK-73	Kelelahan	IK-01 AND IK-02 AND IK-03 AND IK-04	IK-77	Aktif
IK-74	Kelelahan	IK-01 AND IK-02 AND IK-03 AND IK-04	IK-78	Aktif
IK-75	Kelelahan	IK-01 AND IK-02 AND IK-03 AND IK-04	IK-79	Aktif
IK-76	Kelelahan	IK-01 AND IK-02 AND IK-03 AND IK-04	IK-80	Aktif
IK-77	Kelelahan	IK-01 AND IK-02 AND IK-03 AND IK-04	IK-81	Aktif
IK-78	Kelelahan	IK-01 AND IK-02 AND IK-03 AND IK-04	IK-82	Aktif
IK-79	Kelelahan	IK-01 AND IK-02 AND IK-03 AND IK-04	IK-83	Aktif
IK-80	Kelelahan	IK-01 AND IK-02 AND IK-03 AND IK-04	IK-84	Aktif
IK-81	Kelelahan	IK-01 AND IK-02 AND IK-03 AND IK-04	IK-85	Aktif
IK-82	Kelelahan	IK-01 AND IK-02 AND IK-03 AND IK-04	IK-86	Aktif
IK-83	Kelelahan	IK-01 AND IK-02 AND IK-03 AND IK-04	IK-87	Aktif
IK-84	Kelelahan	IK-01 AND IK-02 AND IK-03 AND IK-04	IK-88	Aktif
IK-85	Kelelahan	IK-01 AND IK-02 AND IK-03 AND IK-04	IK-89	Aktif
IK-86	Kelelahan	IK-01 AND IK-02 AND IK-03 AND IK-04	IK-90	Aktif
IK-87	Kelelahan	IK-01 AND IK-02 AND IK-03 AND IK-04	IK-91	Aktif
IK-88	Kelelahan	IK-01 AND IK-02 AND IK-03 AND IK-04	IK-92	Aktif
IK-89	Kelelahan	IK-01 AND IK-02 AND IK-03 AND IK-04	IK-93	Aktif
IK-90	Kelelahan	IK-01 AND IK-02 AND IK-03 AND IK-04	IK-94	Aktif
IK-91	Kelelahan	IK-01 AND IK-02 AND IK-03 AND IK-04	IK-95	Aktif
IK-92	Kelelahan	IK-01 AND IK-02 AND IK-03 AND IK-04	IK-96	Aktif
IK-93	Kelelahan	IK-01 AND IK-02 AND IK-03 AND IK-04	IK-97	Aktif
IK-94	Kelelahan	IK-01 AND IK-02 AND IK-03 AND IK-04	IK-98	Aktif
IK-95	Kelelahan	IK-01 AND IK-02 AND IK-03 AND IK-04	IK-99	Aktif
IK-96	Kelelahan	IK-01 AND IK-02 AND IK-03 AND IK-04	IK-100	Aktif

Gambar 9. Halaman kelola rule expert system

Gambar 9 menampilkan halaman pengelolaan rule IF-THEN yang menjadi landasan mesin inferensi *forward chaining*. Setiap rule terdiri dari kode rule unik, kategori, satu atau lebih kode premise yang merepresentasikan kombinasi variabel pelanggaran dan gejala mental, serta kode conclusion yang mengarah ke satu diagnosis spesifik. Sistem saat ini memuat 43 rule aktif yang dapat ditambah, diubah, atau dihapus secara langsung oleh Guru BK melalui antarmuka modal tanpa perlu intervensi teknis pada kode program. Fleksibilitas ini memungkinkan basis pengetahuan terus berkembang seiring pengalaman dan kebijakan pesantren tanpa bergantung pada pengembang sistem. Setiap perubahan rule langsung berdampak pada eksekusi *forward chaining* pada malam berikutnya karena sistem selalu memuat rule terbaru dari basis data.

F. Halaman Monitoring Santri

Gambar 10. Halaman monitoring santri

Gambar 10 menampilkan halaman monitoring santri yang menyediakan profil komprehensif setiap individu santri bagi Guru BK. Halaman ini merangkum data pribadi, informasi kelas, akumulasi poin pelanggaran dan apresiasi terkini, daftar laporan konsekuensi dan reward yang pernah atau sedang berjalan, serta status bimbingan konseling aktif. Dengan melihat satu halaman ini, Guru BK dapat menilai kondisi perkembangan santri secara menyeluruh tanpa harus membuka berbagai halaman laporan secara terpisah. Fitur ini berfungsi sebagai sistem deteksi dini proaktif,

karena Guru BK dapat mengidentifikasi santri dengan tren poin pelanggaran meningkat sebelum kondisi mencapai ambang batas yang memerlukan intervensi lebih serius, sehingga pembinaan dapat dilakukan lebih awal dan lebih tepat sasaran.

G. Hasil Pengujian Akurasi Preprocessing NLP

Pengujian preprocessing dilakukan terhadap 8 teks laporan dengan variasi jenis meliputi pelanggaran fisik, pelanggaran disiplin, kondisi mental, dan apresiasi prestasi. Tabel 4 merangkum hasil deteksi otomatis sistem dibandingkan dengan kode yang diharapkan berdasarkan konteks laporan.

Tabel 4. Hasil akurasi preprocessing nlp

No	Teks Laporan	Kode Terdeteksi	Pelaku	Korban	Verb	Otomatis	Akurasi
1	zurah memukul adel ketika sedang makan	P001, G019	zurah	adel	pukul	Ya	Ya
2	zurah kabur malam dini hari dari pesantren	P010	zurah	-	kabur	Ya	Ya
3	adel terlihat sedih karena kejadian berantem waktu itu	G003	adel	-	-	Ya	Ya
4	nasyuwa juara perlombaan taekwondo di jawa timur dalam ajang porprov 2024	A002	nasyuwa	-	-	Ya	Ya
5	nasyuwa juara 4 perlombaan taekwondo di jawa timur dalam ajang porprov 2025	A002	nasyuwa	-	-	Ya	Ya
6	nasyuwa juara 5 perlombaan taekwondo di jawa timur dalam ajang porprov 2026	A002	nasyuwa	-	-	Ya	Ya
7	nasyuwa sopan sekali ketika di pembelajaran	A001, A003	nasyuwa	-	ajar	Ya	Ya
8	zurah korban bully kemarin ketika di kelas	G010	-	zurah	-	Ya	Ya

Sumber: Hasil pengujian sistem, 29 April 2026

Berdasarkan Tabel 4, dari 8 teks laporan yang diuji, sebanyak 8 laporan (100%) berhasil diproses secara otomatis oleh sistem dengan hasil yang sesuai ekspektasi tanpa memerlukan intervensi manual.

H. Hasil Blackbox Testing

Pengujian fungsionalitas sistem dilakukan menggunakan metode Black Box Testing dengan pendekatan skenario berbasis peran (*role-based scenario testing*). Pengujian mencakup 26 skenario uji yang melibatkan tiga peran pengguna: Guru BK (14 skenario), Tenaga Pendidik (5 skenario), dan Expert System (7 skenario termasuk santri). Seluruh aktivitas diverifikasi melalui activity log yang mencatat respons HTTP 302 REDIRECT (sukses) atau 200 OK untuk setiap aksi.

Tabel 5. Hasil uji black box

No	Fungsi	Skenario Uji	Hasil Aktual	Status
1	Login Guru BK	Email & password BK valid	Dashboard BK tampil, sidebar lengkap	Berhasil
2	Login password salah	Password salah 2x (GUEST)	Error credential, tidak masuk sistem	Berhasil
3	Approve Laporan Awal	Klik approve 8 laporan	8 laporan diproses Python NLP otomatis	Berhasil
4	Validasi Hasil Preprocessing	Approve hasil NLP	Laporan P/A/G terbuat sesuai kode	Berhasil
5	Koreksi Manual NLP	Edit kode/nama preprocessing	2 laporan berhasil dikoreksi manual	Berhasil
6	Selesaikan Laporan Pelanggaran	Final approve 2 laporan pelanggaran	Poin -5 dan -10 masuk riwayat zurah	Berhasil
7	Selesaikan Laporan Apresiasi	Final approve 5 laporan apresiasi	Poin 2,10,10,10,2 masuk riwayat nasyuwa	Berhasil
8	Selesaikan Laporan Konselor	Final approve 3 laporan konselor	3 laporan konselor selesai (G003,G010,G019)	Berhasil

9	Monitoring Santri & Dashboard	Buka dashboard 5x tercatat log	Dashboard 200 OK setiap akses	Berhasil
10	Kelola User (Edit)	Edit data user santri ID=150	User amel berhasil diupdate	Berhasil
11	Kelola Kelas (CRUD)	Tambah kelas VIII C lalu hapus	TAMBAH dan HAPUS berhasil (302 redirect)	Berhasil
12	Kelola Penugasan	Tambah penugasan wali_asrama	Penugasan kelas_id=2 user=146 tersimpan	Berhasil
13	Kelola Variabel (CRUD)	Tambah, edit, hapus P017	P017 tambah, edit, hapus semuanya 302 OK	Berhasil
14	Kelola Rule (CRUD)	Tambah, edit, hapus rc-20	rc-20 tambah, edit, hapus semuanya 302 OK	Berhasil
15	Login Tenaga Pendidik	Login amel@ramahaanak.id	Dashboard TP berhasil, 200 OK	Berhasil
16	Buat Laporan	Input 8 teks laporan bebas	8 laporan tersimpan (302 redirect)	Berhasil
17	Approval Laporan Wali	Approve 20 entri approval	20 WALI APPROVE berhasil tercatat log	Berhasil
18	Login TP kedua (wali_viiia)	Login wali kelas lain	wali_viiia berhasil login dan akses	Berhasil
19	Login GUEST gagal	Login email tidak terdaftar	2x percobaan GUEST gagal (302 tetap login)	Berhasil
20	ES Point — Trigger Otomatis	Poin zurah=15 (>10 K001), nasyuwa=34 (>30 R001)	K001 dan R001 auto-trigger berhasil	Berhasil
21	ES Point — Selesaikan BK	Complete K001 dan R001 dengan catatan+deadline	K001 dan R001 berhasil complete 09:45-09:47	Berhasil
22	ES Konselor — Forward Chaining	Rule RB-06 (P001+G010) fired untuk zurah	Laporan ES Konselor RB-06 DX-B06 terbuat	Berhasil
23	ES Konselor — Sesi Bimbingan	Tambah 2 sesi konseling	Sesi 1 progress 20%, Sesi 2 progress 40%	Berhasil
24	ES Konselor — Selesai	Complete ES Konselor	ES Konselor berhasil completed 09:43	Berhasil
25	Login Santri	Login nasyuwa@siswa.ramahaanak.id	Dashboard santri 200 OK, 09:46:53	Berhasil
26	Approve Bukti ES Point BK	BK approve 2 bukti pelaksanaan	2x APPROVE Bukti berhasil 14:08 dan 14:10	Berhasil

Berdasarkan Tabel 5, seluruh 26 skenario pengujian menunjukkan hasil Berhasil, sehingga tingkat keberhasilan sistem mencapai 100%. Pengujian alur laporan end-to-end berhasil diverifikasi, dimulai dari pembuatan laporan oleh Tenaga Pendidik (09:12–09:20), proses NLP otomatis, persetujuan bertingkat oleh dua wali kelas berbeda (hesti dan amel), hingga penyelesaian akhir oleh Guru BK. Expert System Point berhasil men-trigger laporan konsekuensi K001 secara otomatis ketika poin pelanggaran santri zurah mencapai 15 poin (melebihi threshold 10), dan laporan reward R001 untuk santri nasyuwa dengan total 34 poin apresiasi (melebihi threshold 30). Forward Chaining berhasil menjalankan rule RB-06 dengan premise {P001, G010} yang menghasilkan diagnosis *Bully-Victim Cycle* (DX-B06) untuk santri zurah, yang kemudian ditindaklanjuti melalui 2 sesi bimbingan konseling dan diselesaikan oleh Guru BK pada pukul 09:43.

V. SIMPULAN

Penelitian ini berhasil merancang dan mengimplementasikan platform digital sistem manajemen cerdas berbasis *Rule-Based Expert System* dengan mesin inferensi *Forward Chaining* yang terintegrasi dengan pipeline *Natural Language Processing* untuk mendukung pembinaan adaptif dan pemantauan kesehatan mental santri

di pondok pesantren. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu memproses teks laporan bebas secara otomatis dengan akurasi 100% pada deteksi pertama, serta meraih tingkat keberhasilan 100% pada Black Box Testing yang mencakup 26 skenario uji meliputi alur laporan berjenjang, trigger Expert System Point, dan eksekusi Forward Chaining yang menghasilkan diagnosis kondisi mental santri secara presisi. Penelitian selanjutnya disarankan untuk memperluas kamus kata pada kategori kondisi mental yang bersifat implisit, mengintegrasikan model pembelajaran mesin untuk meningkatkan akurasi deteksi konteks negatif, serta menambahkan notifikasi real-time kepada orang tua santri sebagai bagian dari ekosistem pengawasan yang lebih holistik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, khususnya Program Studi Informatika, Keluarga, dan Teman dekat atas penyediaan fasilitas riset serta dukungan selama proses pengolahan data. Penulis juga mengapresiasi seluruh pihak yang telah memberikan bantuan, dukungan, dan motivasi sehingga penelitian mengenai kebijakan hilirisasi nikel ini dapat diselesaikan dengan baik.

REFERENSI

- [1] U. Karimah, U. Al Farisi, and W. S. Nurani, "Urgensi Bimbingan dan Konseling untuk Kesehatan Mental Mahasiswa Tingkat Akhir," *J. Bimbing. Konseling Indones.*, vol. 8, no. 2, pp. 45-52, 2023.
- [2] S. A. Finki et al., "Integrasi Teknologi dalam Manajemen Pendidikan Pesantren Modern," in *Seminar Nasional Teknologi dan Riset Terapan*, Politeknik Sukabumi, 2023, pp. 112-119.
- [3] S. Evingrum, "Sosialisasi Pesantren Ramah Anak dalam Upaya Pencegahan Kekerasan Terhadap Perempuan dan Anak di Satuan Pesantren Se-Kabupaten Madiun," *Abdimas Indones. J.*, vol. 3, no. 2, pp. 13-18, Dec. 2023, doi: 10.59525/aij.v3i2.316.
- [4] E. Y. Putra and F. Ardiani, "BULLETIN OF COMPUTER SCIENCE RESEARCH Adaptive Counseling System: Inovasi Pengembangan Layanan Konseling Digital Berbasis Metode Agile," *Media Online*, vol. 6, no. 1, pp. 13-19, 2025, doi: 10.47065/bulletincsr.v6i1.847.
- [5] D. P. Alamsyah, A. Mahmudi, and Y. A. Pranoto, "Penerapan Metode Simple Multi Attribute Rating Technique (SMART) untuk Menentukan Sanksi Pelanggaran Siswa Berbasis Web," *J. Sist. Inf. dan Teknol.*, vol. 5, no. 3, pp. 88-97, 2023.
- [6] N. Nurlaela, M. M. A., and S. Arifin, "STRATEGI MENGATASI KEKERASAN TERHADAP ANAK MELALUI PESANTREN RAMAH ANAK," *NUSRA J. Penelit. dan Ilmu Pendidik.*, vol. 4, no. 4, pp. 1257-1264, Nov. 2023, doi: 10.55681/nusra.v4i4.1835.
- [7] Z. Canu and C. Sitinjak, "The Importance of Guidance and Counseling in Effective School Learning," *J. Innov. Guid. Educ.*, vol. 4, no. 1, pp. 12-19, 2023.
- [8] T. Rivaldi et al., "Penerbit: LPPM Universitas Bina Sarana Informatika Journal of Accounting Information System Implementasi Metode Forward Chaining pada Sistem Pakar Identifikasi Kepribadian Siswa Berbasis Web (Studi Kasus: SMK Tiara Nusa)," *J. Account. Inf. Syst.*, vol. 05, p. 1, 2025.
- [9] A. Zaki, S. Defit, S. Sumijan, and R. Fauzana, "Sistem Pakar Menggunakan Metode Forward Chaining Untuk Mendeteksi Kerusakan Jaringan Internet (Studi Kasus : Di Layanan Internet Diskominfo Sumatera Barat)," *J. Nas. Teknol. dan Sist. Inf.*, vol. 9, no. 3, pp. 227-236, Dec. 2023, doi: 10.25077/teknosi.v9i3.2023.227-236.
- [10] M. A. R. Albulushi, "A Rule-Based Expert System for Academic Advising and Guidance Toward Undergraduate Students," *Sch. J. Econ. Bus. Manag.*, vol. 11, no. 03, pp. 74-77, Mar. 2024, doi: 10.36347/sjebm.2024.v11i03.001.
- [11] D. Susanto and M. Mizanul Achlaq, "Penerapan Sistem Pakar Bimbingan Konseling di SMK Siang Surabaya Menggunakan Metode Backward Chaining," *J. Teknol. Inf. dan Sist. Inf.*, vol. 8, no. 1, pp. 34-45, 2025.
- [12] S. Aprilia, R. Agustin, M. Marthalena, V. H. Pranatawijaya, and R. Priskila, "SISTEM PAKAR REKOMENDASI OBAT BERDASARKAN GEJALA PENYAKIT MENULAR UMUM DI MASYARAKAT MENGGUNAKAN METODE FORWARD CHAINING," *J. Inform. dan Tek. Elektro Terap.*, vol. 12, no. 2, Apr. 2024, doi: 10.23960/jitet.v12i2.4258.
- [13] J. Mantik, I. Ratna, I. Astutik, U. M. Sidoarjo, and R. Website, "Jurnal Mantik Responsive website for TK Aisyiyah VI Candi based on content management system wordpress," vol. 7, no. 3, 2023.
- [14] M. Preprocessing and A. Sentimen, "Optimizing Text Preprocessing for Accurate Sentiment Analysis on E-Wallet Reviews," vol. 7, no. 2, pp. 42-50, 2023, doi: 10.21070/jiecte.v7i2.1650.

Conflict of Interest Statement:

The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.