



Sistem Pakar Deteksi Dini Risiko Putus Sekolah pada Siswa SMK Menggunakan Metode Certainty Factor

Amanda Meisyah Putri^{1*}, Irvan²

^{1,2}Program Studi Sistem Informasi, Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Medan, Indonesia
Email: ^{1*}amandaputrii853@gmail.com, ²irvan@umsu.ac.id

Abstrak

Putus sekolah pada jenjang Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) merupakan persoalan pendidikan multidimensional yang dipengaruhi oleh faktor akademik, ekonomi, dan sosial secara bersamaan, sementara identifikasi risiko yang masih dilakukan secara manual oleh guru Bimbingan dan Konseling (BK) cenderung subjektif dan sulit dilakukan secara menyeluruh karena keterbatasan jumlah guru BK dibandingkan jumlah siswa yang harus dipantau. Penelitian ini bertujuan merancang dan membangun sistem pakar berbasis web untuk mendeteksi dini risiko putus sekolah pada siswa SMK Muhammadiyah 9 Medan menggunakan metode Certainty Factor (CF), yang mengakomodasi ketidakpastian pengetahuan pakar melalui nilai Measure of Belief (MB) dan Measure of Disbelief (MD). Basis pengetahuan sistem disusun melalui wawancara dan validasi bersama guru BK sehingga diperoleh dua belas gejala risiko beserta nilai CF pakar, yang kemudian diproses menggunakan mekanisme inferensi forward chaining dan rumus CF Combine untuk menghasilkan tingkat keyakinan akhir terhadap tiga kategori risiko, yaitu rendah, sedang, dan tinggi. Sistem bernama SIPRIS (Sistem Informasi Prediksi Risiko Siswa) ini dikembangkan menggunakan PHP, basis data MySQL, dan antarmuka berbasis Bootstrap 5. Pengujian black-box terhadap enam modul utama menunjukkan seluruh fungsi berjalan sesuai rancangan, sedangkan validasi manual pada tiga data uji siswa menunjukkan kesesuaian penuh antara hasil sistem dan perhitungan pakar (Risiko Tinggi 85%, Risiko Sedang 65%, Risiko Rendah 35%). Pengujian confusion matrix pada 158 data siswa menghasilkan akurasi 100%, meskipun data uji masih didominasi kategori risiko rendah sehingga evaluasi pada kategori sedang dan tinggi masih terbatas dan perlu diperluas pada penelitian lanjutan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem pakar berbasis Certainty Factor dapat membantu pihak sekolah melakukan identifikasi dini risiko putus sekolah secara lebih sistematis, objektif, dan terukur.

Kata Kunci: Sistem Pakar, Certainty Factor, Deteksi Dini, Putus Sekolah, Risiko Siswa.

PENDAHULUAN

Putus sekolah masih menjadi tantangan serius dalam penyelenggaraan pendidikan menengah di Indonesia, termasuk pada jenjang Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) yang menuntut kehadiran dan praktik belajar secara konsisten. Data Kementerian Pendidikan Dasar dan Menengah mencatat ratusan siswa SMK mengalami putus sekolah setiap tahunnya (Kemendikdasmen, 2023), sebuah fenomena yang tidak terjadi secara tiba-tiba, melainkan merupakan proses bertahap yang diawali oleh indikator-indikator seperti penurunan prestasi akademik, peningkatan ketidakhadiran, serta rendahnya keterlibatan siswa dalam proses belajar. Pada SMK Muhammadiyah 9 Medan, data internal sekolah periode 2022–2025 menunjukkan jumlah siswa putus sekolah yang didominasi oleh siswa laki-laki, dengan temuan awal dari wawancara pendahuluan bahwa penyebab utamanya adalah ketidakmampuan mengelola stres dan kondisi kesehatan mental selama mengikuti proses belajar-mengajar. Kondisi ini diperburuk oleh pola penanganan sekolah yang masih bersifat reaktif, yaitu baru merespons setelah siswa benar-benar berhenti sekolah, bukan bersifat preventif sejak gejala risiko mulai tampak.

Risiko putus sekolah pada dasarnya bersifat multidimensional karena dipengaruhi oleh interaksi berbagai faktor individual, keluarga, sekolah, dan lingkungan sosial secara bersamaan. Beberapa penelitian terkini telah mengeksplorasi penerapan pembelajaran mesin (machine learning) seperti regresi logistik, decision tree, random forest, dan SMOTE untuk memprediksi risiko putus sekolah maupun capaian akademik siswa (M., 2026; Fitriana et al., 2024; Putri & Rachmatika, 2025). Pendekatan tersebut umumnya mampu menghasilkan akurasi prediksi yang tinggi, namun sebagian besar model bersifat black box sehingga sulit dipahami proses pengambilan keputusannya oleh guru maupun pihak sekolah. Keterbatasan pada aspek explainability inilah yang menjadi kendala utama ketika hasil prediksi perlu diterjemahkan

menjadi kebijakan atau intervensi pendidikan yang konkret dan dapat dipertanggungjawabkan secara pedagogis (Dosilovic et al., 2018).

Sebagai alternatif terhadap model machine learning yang kurang transparan, sistem pakar (expert system) menawarkan pendekatan berbasis pengetahuan yang mensimulasikan pola pikir pakar melalui mekanisme penalaran berbasis aturan (rule-based reasoning), sehingga setiap kesimpulan yang dihasilkan dapat ditelusuri kembali ke aturan dan fakta yang mendasarinya. Pendekatan ini memungkinkan penggabungan wawasan pakar pendidikan, seperti guru dan konselor, ke dalam suatu sistem yang mampu menghasilkan rekomendasi secara konsisten dan terorganisir (Asyraf et al., 2025). Sejumlah penelitian telah menerapkan sistem pakar berbasis aturan untuk mendukung bimbingan akademik dan konseling siswa, misalnya Student Academic Guidance System yang dikembangkan Asyraf et al. (2025) untuk menghasilkan rekomendasi bimbingan akademik secara konsisten dan terstruktur bagi siswa. Meskipun demikian, implementasi sistem pakar tetap memerlukan metode yang mampu mengakomodasi ketidakpastian pengetahuan pakar, mengingat gejala yang ditunjukkan siswa pada praktiknya sering kali bersifat ambigu dan tidak selalu berkorelasi langsung dengan satu penyebab tunggal.

Certainty factor (CF) merupakan salah satu metode penalaran dalam sistem pakar yang dikembangkan untuk mengatasi ketidakpastian tersebut dengan merepresentasikan derajat keyakinan pakar terhadap hubungan antara gejala dan kesimpulan dalam bentuk nilai Measure of Belief (MB) dan Measure of Disbelief (MD). Metode ini telah banyak diterapkan secara efektif pada berbagai persoalan di bidang pendidikan dan psikologi, antara lain deteksi dini Covid-19 (Nasution et al., 2022), identifikasi minat dan bakat khusus siswa (Sunaryo et al., 2021), diagnosa gaya belajar siswa (Haryoko & Miftahudin, 2025), identifikasi masalah siswa SMK (Hardiansyah et al., 2026), serta analisis tingkat stres pada karyawan pabrik (Dinafa & Rohman, 2025). Keberhasilan metode certainty factor pada ragam konteks tersebut menunjukkan fleksibilitasnya dalam memodelkan ketidakpastian pengetahuan pakar pada permasalahan yang bersifat multidimensional, termasuk potensinya untuk diterapkan pada deteksi dini risiko putus sekolah yang hingga saat ini masih belum banyak dieksplorasi.

Relevansi pendekatan certainty factor pada konteks deteksi dini di lingkungan pendidikan juga diperkuat oleh penelitian Ajrina dan Rizky (2026) yang mengembangkan sistem pakar diagnosis dini gangguan membaca pada anak sekolah dasar berbasis certainty factor, dengan basis pengetahuan sebanyak tiga puluh gejala dan delapan puluh delapan aturan yang divalidasi oleh pakar, serta terbukti menghasilkan nilai keyakinan yang konsisten dengan perhitungan manual. Temuan tersebut menegaskan bahwa sistem pakar berbasis certainty factor dapat diandalkan sebagai alat bantu skrining awal pada ranah pendidikan sebelum dilakukan evaluasi lebih lanjut oleh tenaga profesional, sebuah karakteristik yang sejalan dengan kebutuhan deteksi dini risiko putus sekolah pada jenjang SMK, yaitu memberikan peringatan awal (early warning) kepada guru Bimbingan dan Konseling (BK) sebelum siswa benar-benar mengambil keputusan untuk berhenti sekolah.

Risiko putus sekolah juga tidak dapat dilepaskan dari kondisi sosial ekonomi keluarga dan lingkungan tempat siswa tinggal. Riandani et al. (2026) mengungkap bahwa tingkat kemiskinan dan keterbatasan sumber daya akibat urbanisasi turut membebani keberlanjutan pendidikan anak. Senada dengan itu, Nurzanna et al. (2025) dan Qomariyah dan Mufarrikoh (2025) menemukan bahwa keputusan siswa untuk melanjutkan atau menghentikan pendidikan dipengaruhi oleh kombinasi faktor ekonomi, motivasi, dan dukungan keluarga, dan Amarosi et al. (2022) menunjukkan bahwa intervensi bantuan sosial dapat membantu meringankan beban ekonomi keluarga yang berisiko terhadap keberlanjutan sekolah anak. Temuan-temuan tersebut menegaskan bahwa deteksi dini risiko putus sekolah perlu mempertimbangkan indikator akademik sekaligus indikator ekonomi dan sosial secara terintegrasi, sebagaimana juga ditegaskan oleh Bañeres et al. (2023) melalui pengembangan early warning system yang mengombinasikan indikator akademik, perilaku, dan sosial untuk meningkatkan akurasi deteksi dini risiko putus sekolah pada pembelajaran daring.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan merancang dan membangun sistem pakar berbasis web yang menerapkan metode certainty factor untuk mendeteksi dini risiko putus sekolah pada siswa SMK Muhammadiyah 9 Medan. Basis pengetahuan sistem disusun melalui akuisisi pengetahuan dari guru BK sebagai pakar, sehingga mampu mengidentifikasi faktor-faktor risiko putus sekolah secara sistematis dan menghasilkan tingkat keyakinan terhadap kategori risiko yang objektif dan terukur. Penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi teoretis bagi pengembangan sistem pakar di bidang pendidikan serta kontribusi praktis bagi sekolah dalam meningkatkan kualitas layanan bimbingan dan pencegahan putus sekolah secara lebih preventif.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan Research and Development (R&D) untuk merancang, membangun, dan menguji sistem pakar berbasis web yang menerapkan metode certainty factor dalam mendeteksi dini risiko putus sekolah. Tahapan penelitian meliputi analisis permasalahan, akuisisi dan

representasi pengetahuan pakar, perancangan sistem menggunakan Unified Modeling Language (UML), implementasi perangkat lunak, serta pengujian fungsional dan validasi akurasi metode.

Lokasi dan Subjek Penelitian

Penelitian dilaksanakan di SMK Muhammadiyah 9 Medan dengan subjek penelitian berupa data siswa serta guru Bimbingan dan Konseling (BK) yang bertindak sebagai pakar dalam proses akuisisi pengetahuan. Identifikasi risiko putus sekolah difokuskan pada indikator internal dan eksternal yang relevan dengan kondisi siswa di lingkungan sekolah tersebut, meliputi aspek kehadiran, prestasi akademik, kondisi ekonomi keluarga, serta keterlibatan siswa dalam kegiatan belajar.

Teknik Pengumpulan Data

Data penelitian dikumpulkan melalui dua jenis sumber, yaitu data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh secara langsung dari lingkungan SMK Muhammadiyah 9 Medan melalui wawancara mendalam (deep interview) dengan guru BK dan wali kelas untuk menggali gejala-gejala risiko putus sekolah beserta nilai Measure of Belief (MB) dan Measure of Disbelief (MD) pada setiap gejala, serta observasi langsung terhadap pola perilaku siswa yang berisiko, seperti frekuensi ketidakhadiran, penurunan prestasi akademik, dan tingkat partisipasi dalam kegiatan sekolah. Data sekunder diperoleh dari literatur ilmiah, buku, serta dokumen kebijakan pendidikan yang relevan untuk memperkuat landasan teoretis penelitian. Seluruh data yang terkumpul kemudian direduksi dan diverifikasi untuk memastikan relevansi dan menghindari duplikasi informasi sebelum digunakan dalam penyusunan basis pengetahuan sistem.

Analisis Permasalahan

Permasalahan utama yang melandasi penelitian ini adalah keterbatasan sumber daya guru BK dalam memantau kondisi siswa secara mendalam setiap harinya, sementara gejala risiko putus sekolah sering kali bersifat ambigu dan muncul secara bersamaan, misalnya siswa dengan tingkat kehadiran rendah belum tentu berniat putus sekolah karena dapat pula disebabkan faktor kesehatan yang tidak dilaporkan. Sifat data yang tidak pasti tersebut memerlukan pendekatan logika yang mampu mengukur derajat keyakinan terhadap suatu kemungkinan, sehingga diperlukan sistem pakar yang dapat mensimulasikan keahlian guru BK dalam mengenali pola-pola kritis berdasarkan kombinasi gejala akademik, kehadiran, motivasi belajar, dan kondisi ekonomi keluarga.

Basis Pengetahuan dan Metode Certainty Factor

Basis pengetahuan sistem direpresentasikan dalam bentuk data gejala yang telah divalidasi oleh pakar (guru BK), dengan setiap gejala memiliki nilai Measure of Belief (MB), Measure of Disbelief (MD), dan Certainty Factor (CF) pakar yang menjadi dasar dalam proses perhitungan tingkat risiko putus sekolah. Basis pengetahuan yang digunakan terdiri atas dua belas gejala risiko, dengan contoh sebagian gejala beserta nilai bobotnya ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Contoh Basis Pengetahuan Gejala Risiko Putus Sekolah

Kode	Gejala	MB	MD	CF Pakar
G01	Sering tidak hadir tanpa keterangan (alpa) dalam sebulan terakhir	0,80	0,20	0,60
G02	Mengalami kesulitan ekonomi keluarga	0,70	0,20	0,50
G03	Prestasi belajar menurun secara drastis	0,60	0,20	0,40
G04	Sering terlambat atau membolos	0,70	0,20	0,50
G05	Bekerja paruh waktu membantu ekonomi keluarga	0,80	0,20	0,60

Sumber: Hasil akuisisi pengetahuan dengan guru BK, SMK Muhammadiyah 9 Medan (2026)

Secara matematis, nilai Certainty Factor untuk satu gejala diperoleh dari selisih antara nilai Measure of Belief dan Measure of Disbelief, sebagaimana dirumuskan berikut.

$$CF(H, E) = MB(H, E) - MD(H, E)$$

dengan $CF(H, E)$ adalah nilai keyakinan terhadap hipotesis H berdasarkan gejala E, $MB(H, E)$ adalah ukuran keyakinan pakar, dan $MD(H, E)$ adalah ukuran ketidakpercayaan pakar terhadap hipotesis tersebut. Apabila terdapat lebih dari satu gejala yang mendukung kesimpulan yang sama, nilai CF dari masing-masing gejala dikombinasikan menggunakan rumus CF Combine berikut.

$$CF_{combine} = CF_1 + CF_2 \times (1 - CF_1)$$

Proses penggabungan tersebut dilakukan secara bertahap untuk setiap gejala tambahan yang terpenuhi, sehingga sistem dapat mengintegrasikan berbagai indikator risiko secara simultan dan menghasilkan nilai keyakinan akhir yang lebih komprehensif dan proporsional terhadap kombinasi gejala yang dipilih pengguna.

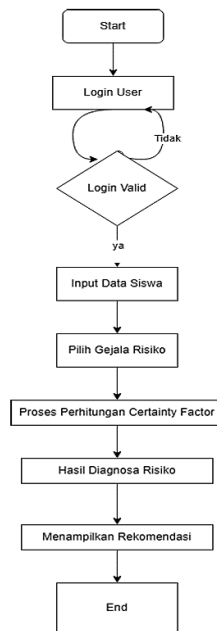
Proses Inferensi Sistem

Proses inferensi pada sistem pakar ini menggunakan teknik forward chaining, yaitu penalaran yang dimulai dari sekumpulan fakta atau gejala yang dipilih pengguna menuju suatu kesimpulan tertentu. Mesin

inferensi mencocokkan gejala yang dipilih dengan aturan IF–THEN yang tersedia pada basis pengetahuan, kemudian menghitung nilai Certainty Factor berdasarkan bobot MB dan MD yang telah ditentukan pakar untuk menghasilkan tingkat keyakinan akhir terhadap kemungkinan siswa mengalami risiko putus sekolah. Hasil akhir sistem berupa kategori tingkat risiko, yaitu risiko rendah, risiko sedang, atau risiko tinggi, disertai nilai persentase tingkat keyakinan hasil perhitungan certainty factor.

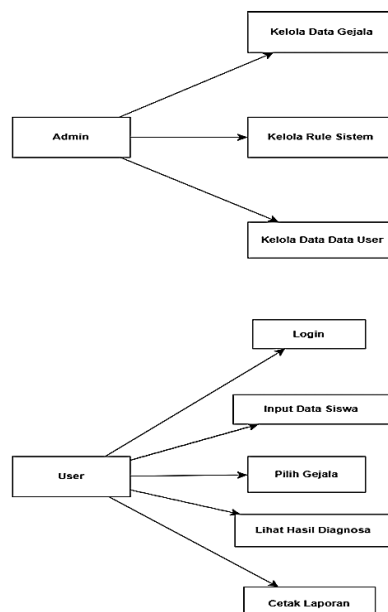
Perancangan Sistem

Perancangan sistem dilakukan menggunakan pendekatan Unified Modeling Language (UML), yang terbukti membantu pengembang memahami kebutuhan fungsional dan nonfungsional sistem secara lebih terarah sehingga dapat meminimalkan kesalahan pada tahap pengodean (Peter & Mulyawan, 2025), untuk menggambarkan alur proses, interaksi antara pengguna dan sistem, serta struktur data yang digunakan. Alur kerja sistem secara keseluruhan dimulai dari proses login pengguna, penginputan data siswa, pemilihan gejala risiko, proses perhitungan menggunakan metode certainty factor, hingga penampilan hasil diagnosa dan rekomendasi awal, sebagaimana digambarkan pada flowchart sistem.



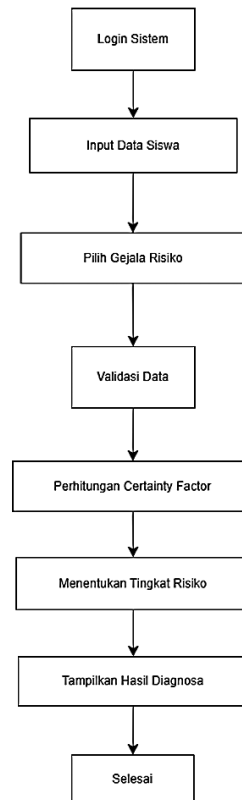
Gambar 1. Flowchart Sistem

Sistem melibatkan dua aktor utama, yaitu Admin dan Guru BK, yang digambarkan melalui Use Case Diagram. Admin bertanggung jawab mengelola basis pengetahuan sistem, seperti data gejala, aturan sistem, dan data pengguna, sedangkan Guru BK berperan melakukan konsultasi terhadap kondisi siswa dengan menginputkan gejala yang muncul serta melihat hasil analisis risiko putus sekolah.



Gambar 2. Use Case Diagram

Activity Diagram digunakan untuk menggambarkan alur aktivitas pengguna saat berinteraksi dengan sistem, mulai dari proses login, input data siswa, pemilihan gejala risiko, validasi data, perhitungan certainty factor, penentuan tingkat risiko, hingga penampilan hasil diagnosa. Adapun struktur data sistem digambarkan melalui Class Diagram yang terdiri atas kelas User, Siswa, Gejala, Rule, dan Hasil_Konsultasi beserta atribut dan relasi antarkelasnya, yang menjadi dasar perancangan basis data dan pengodean program.



Gambar 3. Activity Diagram dan Class Diagram

Implementasi Perangkat Lunak

Sistem pakar deteksi dini risiko putus sekolah diimplementasikan sebagai aplikasi berbasis web bernama SIPRIS (Sistem Informasi Prediksi Risiko Siswa) menggunakan bahasa pemrograman PHP sebagai pengolah logika aplikasi dan mekanisme inferensi certainty factor, basis data MySQL untuk menyimpan data siswa, data gejala, nilai MB/MD, serta hasil diagnosa, dan web server XAMPP yang mengintegrasikan Apache, PHP, dan MySQL dalam satu lingkungan pengembangan. Antarmuka pengguna dibangun menggunakan HTML, CSS, JavaScript, dan framework Bootstrap 5 agar tampilan responsif, dilengkapi pustaka pendukung Chart.js untuk visualisasi data pada dashboard, DataTables untuk fungsionalitas pencarian dan penyaringan tabel data, serta SweetAlert2 untuk notifikasi interaktif.

Teknik Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan melalui tiga tahapan. Pertama, pengujian fungsionalitas menggunakan metode black-box testing terhadap enam modul utama sistem, yaitu login, pengelolaan data siswa, impor data, pengelolaan data gejala, proses diagnosa, dan penampilan hasil analisis, untuk memastikan setiap fitur berjalan sesuai rancangan. Kedua, pengujian akurasi dan validasi metode certainty factor dilakukan dengan membandingkan hasil perhitungan sistem terhadap hasil perhitungan manual oleh pakar pada beberapa data uji siswa dengan kombinasi gejala berbeda-beda. Ketiga, evaluasi tambahan dilakukan menggunakan confusion matrix pada data siswa yang lebih luas untuk mengukur tingkat akurasi klasifikasi sistem terhadap keputusan pakar secara agregat.

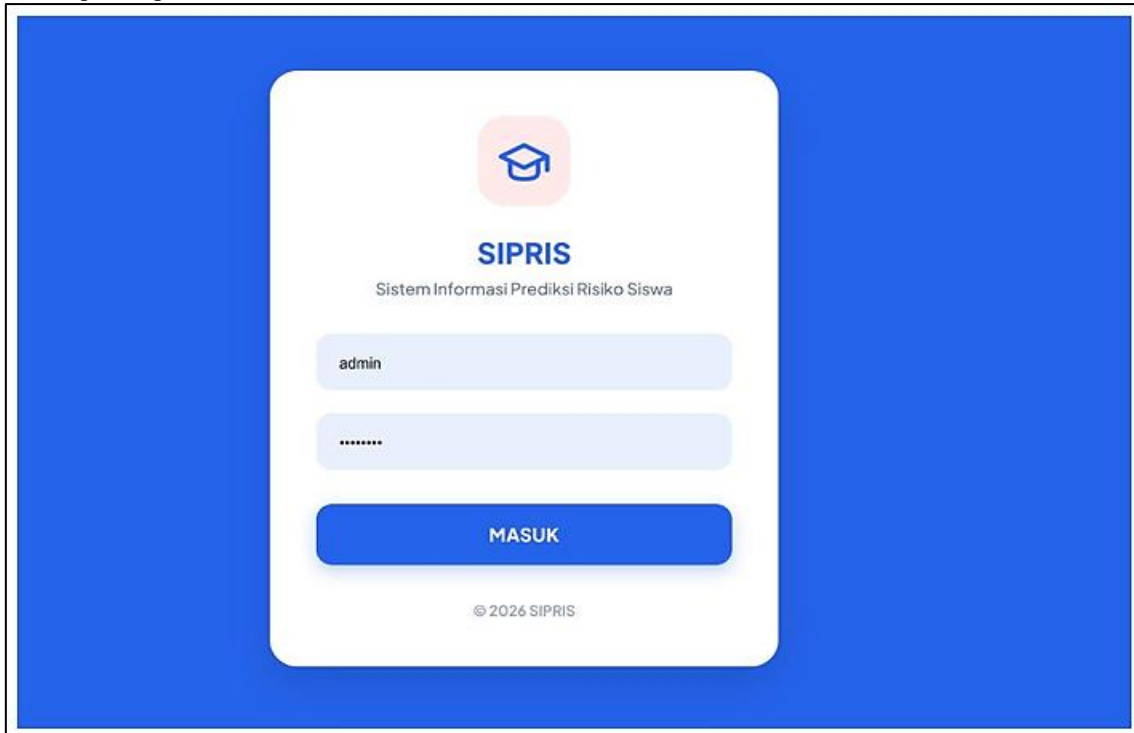
HASIL DAN PEMBAHASAN

Implementasi Sistem

Sistem pakar deteksi dini risiko putus sekolah berhasil diimplementasikan sebagai aplikasi berbasis web bernama SIPRIS (Sistem Informasi Prediksi Risiko Siswa) yang dapat diakses oleh dua jenis pengguna, yaitu Admin dan Guru BK. Sistem memanfaatkan metode certainty factor untuk menghitung tingkat keyakinan terhadap risiko putus sekolah berdasarkan dua belas gejala yang telah divalidasi oleh pakar.

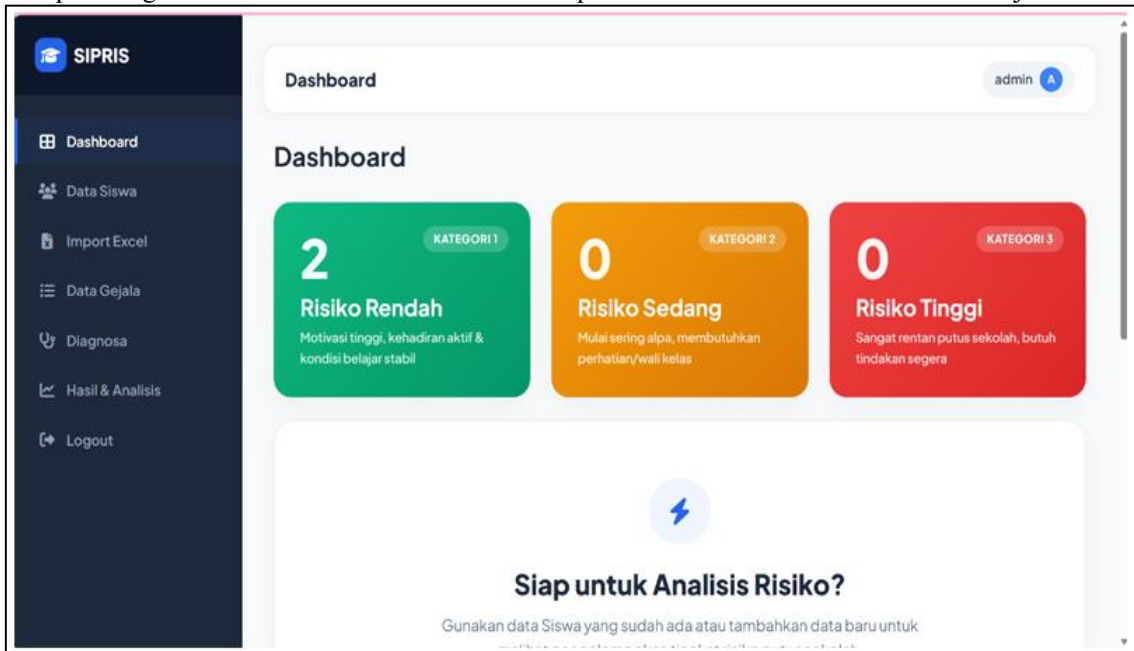
Implementasi Antarmuka

Halaman Login merupakan pintu masuk sistem yang mewajibkan pengguna memasukkan nama pengguna dan kata sandi yang telah terdaftar. Sistem akan memvalidasi kredensial yang dimasukkan; apabila sesuai, pengguna diarahkan ke halaman Dashboard, sedangkan apabila tidak sesuai, sistem menampilkan pesan kesalahan.



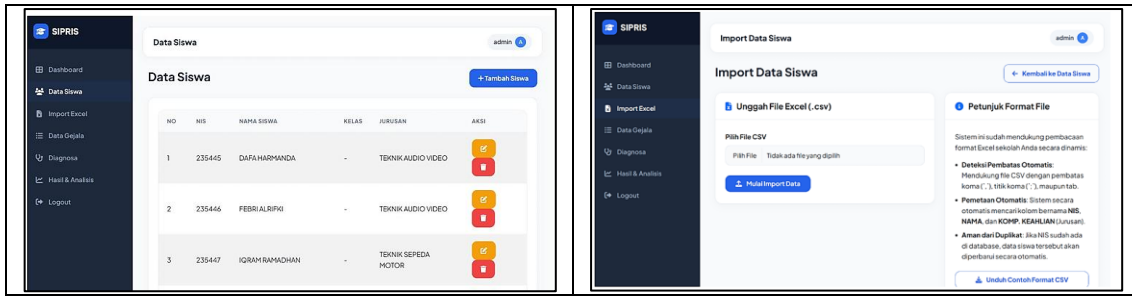
Gambar 4. Halaman Login Admin

Halaman Dashboard ditampilkan setelah pengguna berhasil login dan berfungsi sebagai pusat navigasi sistem. Pada halaman ini ditampilkan ringkasan jumlah siswa berdasarkan kategori risiko (rendah, sedang, tinggi) beserta visualisasi grafik menggunakan Chart.js, sehingga Admin maupun Guru BK dapat memperoleh gambaran umum kondisi siswa secara cepat sebelum melakukan analisis lebih lanjut.



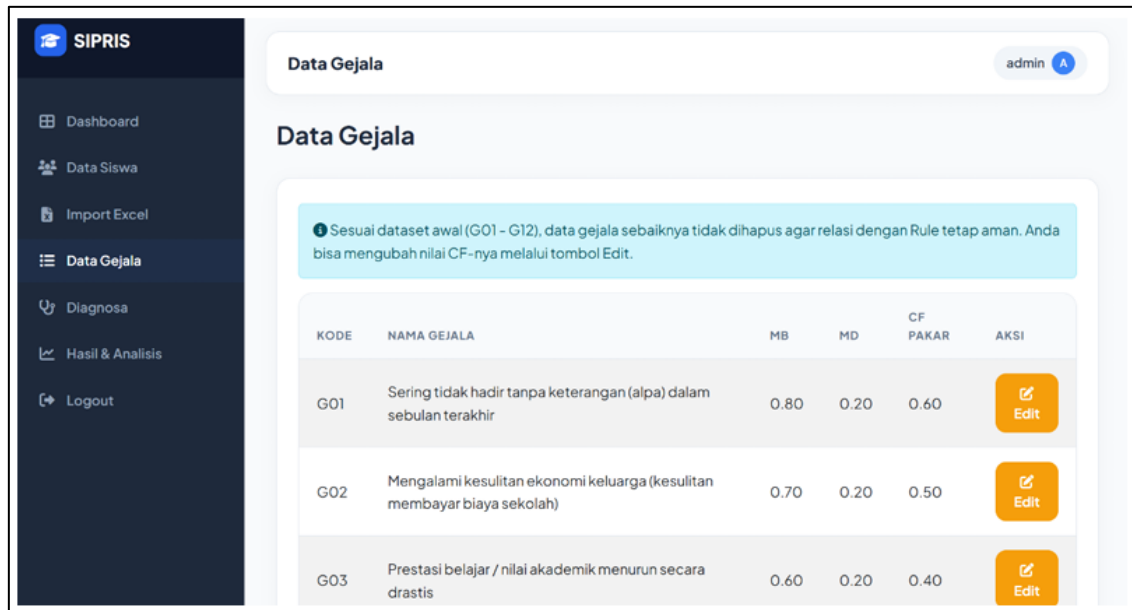
Gambar 5. Halaman Dashboard

Halaman Data Siswa digunakan Admin untuk mengelola identitas siswa (nama, NIS, kelas, dan jurusan) yang akan dianalisis, dengan fitur tambah, ubah, dan hapus data, serta fitur impor data siswa dari berkas CSV agar proses penginputan data dalam jumlah besar dapat dilakukan lebih efisien dibandingkan pengisian manual satu per satu.



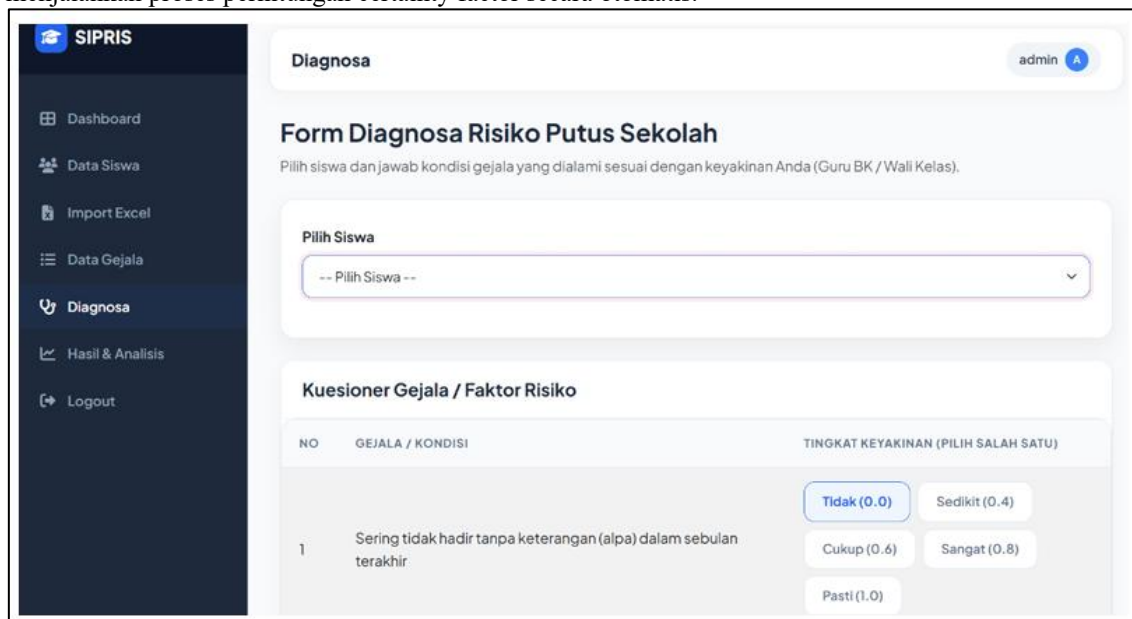
Gambar 6. Halaman Data Siswa dan Import Data

Halaman Data Gejala menampilkan dua belas gejala risiko putus sekolah beserta kode gejala, nilai Measure of Belief (MB), Measure of Disbelief (MD), dan nilai Certainty Factor (CF) pakar, yang dapat diperbarui oleh Admin apabila terjadi perubahan kondisi di lapangan agar basis pengetahuan sistem tetap relevan.



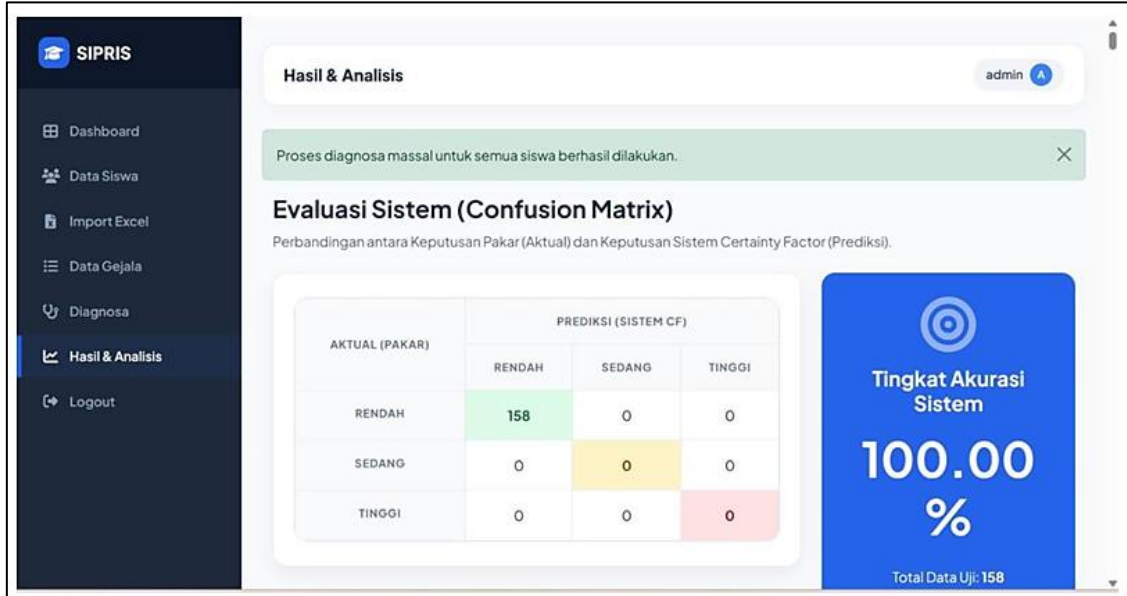
Gambar 7. Halaman Data Gejala

Halaman Diagnosa digunakan Guru BK untuk melakukan proses analisis risiko putus sekolah dengan memilih data siswa yang akan dianalisis, kemudian menjawab kuesioner gejala sesuai tingkat keyakinan yang diamati (tidak, sedikit, cukup, sangat, atau pasti). Setelah seluruh gejala dipilih, sistem menjalankan proses perhitungan certainty factor secara otomatis.



Gambar 8. Halaman Diagnosa

Halaman Hasil Analisis menampilkan kategori tingkat risiko putus sekolah beserta nilai persentase tingkat keyakinan hasil perhitungan certainty factor, serta evaluasi sistem dalam bentuk confusion matrix yang membandingkan keputusan pakar (aktual) dengan keputusan sistem (prediksi) beserta tingkat akurasinya.



Gambar 9. Halaman Hasil Analisis dan Confusion Matrix

Pengujian Fungsionalitas Sistem

Pengujian fungsionalitas dilakukan menggunakan metode black-box testing terhadap enam modul utama sistem untuk memastikan setiap fitur menghasilkan keluaran sesuai dengan yang diharapkan, sebagaimana dirangkum pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian Fungsionalitas Sistem

No	Modul	Skenario Pengujian	Hasil
1	Login	Memasukkan username dan password yang benar	Berhasil
2	Data Siswa	Menambah data siswa	Berhasil
3	Import Data	Mengunggah berkas CSV	Berhasil
4	Data Gejala	Mengubah nilai MB dan MD	Berhasil
5	Diagnosa	Memilih siswa dan gejala	Berhasil
6	Hasil Analisis	Menampilkan hasil diagnosa	Berhasil

Sumber: Hasil pengujian sistem (2026)

Seluruh skenario pengujian black-box menunjukkan bahwa sistem berjalan sesuai dengan kebutuhan fungsional yang dirancang, dengan setiap modul dapat diakses dan menghasilkan keluaran yang sesuai tanpa ditemukan kegagalan fungsi, sehingga sistem dinyatakan layak digunakan sebagai alat bantu deteksi dini risiko putus sekolah.

Validasi Akurasi Metode Certainty Factor

Validasi dilakukan dengan membandingkan hasil perhitungan certainty factor oleh sistem terhadap hasil perhitungan manual berdasarkan aturan yang ditetapkan pakar pada tiga data uji siswa dengan kombinasi gejala yang berbeda, sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Validasi Perhitungan Certainty Factor

Data Uji	Hasil Perhitungan Manual	Hasil Sistem	Kesesuaian
Siswa 1	Risiko Tinggi (85%)	Risiko Tinggi (85%)	Sesuai
Siswa 2	Risiko Sedang (65%)	Risiko Sedang (65%)	Sesuai
Siswa 3	Risiko Rendah (35%)	Risiko Rendah (35%)	Sesuai

Sumber: Hasil validasi manual dan sistem (2026)

Hasil validasi menunjukkan kesesuaian penuh antara nilai certainty factor yang dihasilkan sistem dan hasil perhitungan manual pakar pada ketiga data uji, yang mengindikasikan bahwa implementasi algoritma certainty factor, mulai dari perhitungan CF per gejala hingga penggabungan menggunakan rumus CF Combine, telah berjalan dengan benar sesuai rancangan pada Bab Metode.

Evaluasi Confusion Matrix

Evaluasi lanjutan dilakukan menggunakan confusion matrix yang membandingkan kategori risiko hasil keputusan pakar (aktual) dengan kategori risiko hasil prediksi sistem certainty factor pada 158 data siswa, dengan hasil ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Confusion Matrix Evaluasi Sistem (N = 158)

Aktual (Pakar) \ Prediksi (Sistem)	Rendah	Sedang	Tinggi
Rendah	158	0	0
Sedang	0	0	0
Tinggi	0	0	0

Sumber: Hasil pengujian sistem terhadap 158 data siswa (2026); tingkat akurasi = (total prediksi benar / total data uji) × 100% = 100%

Hasil pengujian confusion matrix menunjukkan tingkat akurasi sebesar 100% karena seluruh 158 data uji yang tersedia berada pada kategori risiko rendah dan seluruhnya diklasifikasikan dengan tepat oleh sistem. Meskipun hasil ini secara teknis membuktikan bahwa mekanisme pencocokan aturan dan perhitungan certainty factor pada sistem bekerja secara konsisten dengan keputusan pakar, angka akurasi tersebut perlu dibaca secara proporsional karena data uji yang digunakan belum mencakup kombinasi gejala yang mengarah pada kategori risiko sedang maupun tinggi. Dengan kata lain, evaluasi pada kategori sedang dan tinggi masih terbatas dan memerlukan data uji tambahan dengan distribusi kategori yang lebih berimbang pada penelitian lanjutan agar klaim akurasi sistem dapat digeneralisasi secara lebih meyakinkan.

Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem pakar berbasis certainty factor mampu mendeteksi dini risiko putus sekolah dengan mengakomodasi ketidakpastian pengetahuan pakar melalui nilai Measure of Belief dan Measure of Disbelief pada setiap gejala, sejalan dengan karakteristik metode certainty factor yang dirancang untuk menangani ketidakpastian dalam sistem berbasis aturan (Hardiansyah et al., 2026). Pendekatan ini memberikan keunggulan dibandingkan model machine learning yang bersifat black box, karena setiap hasil diagnosa pada sistem ini dapat ditelusuri kembali ke gejala dan bobot keyakinan pakar yang mendasarinya, sehingga lebih mudah dipahami dan dipertanggungjawabkan oleh guru BK sebagai pengguna utama (Dosilovic et al., 2018).

Penerapan metode certainty factor pada penelitian ini sejalan dengan temuan Nasution et al. (2022) dan Sunaryo et al. (2021) yang membuktikan bahwa metode ini efektif digunakan pada berbagai persoalan pendidikan dan psikologi yang melibatkan ketidakpastian gejala, seperti deteksi dini penyakit serta identifikasi minat dan bakat siswa. Dibandingkan dengan penelitian Haryoko dan Miftahudin (2025) yang menerapkan certainty factor untuk mendiagnosa gaya belajar siswa dan Hardiansyah et al. (2026) yang mengidentifikasi masalah umum siswa SMK, penelitian ini memfokuskan penerapan certainty factor secara spesifik pada konteks deteksi dini risiko putus sekolah dengan basis pengetahuan dua belas gejala yang divalidasi langsung oleh guru BK di lingkungan SMK Muhammadiyah 9 Medan, sehingga lebih kontekstual terhadap kebutuhan pencegahan putus sekolah pada jenjang pendidikan vokasi.

Temuan ini juga memperkuat hasil penelitian Ajrina dan Rizky (2026) yang mengembangkan sistem pakar berbasis certainty factor untuk diagnosis dini gangguan membaca pada anak sekolah dasar, di mana nilai certainty factor hasil sistem terbukti konsisten dengan perhitungan manual pakar. Konsistensi serupa juga ditemukan pada penelitian ini, sebagaimana ditunjukkan oleh kesesuaian penuh antara hasil sistem dan perhitungan manual pada ketiga data uji validasi (Tabel 3), yang menegaskan bahwa metode certainty factor secara umum dapat diandalkan sebagai mekanisme inferensi pada sistem pakar berbasis skrining dini di ranah pendidikan, baik untuk kebutuhan diagnosis gangguan belajar maupun deteksi risiko putus sekolah.

Meskipun demikian, hasil evaluasi confusion matrix pada penelitian ini (Tabel 4) menunjukkan keterbatasan serupa dengan yang diungkapkan M. (2026) serta Putri dan Rachmatika (2025) dalam penelitian prediksi putus sekolah berbasis machine learning, yaitu pentingnya ketersediaan data uji dengan distribusi kategori yang berimbang agar evaluasi kinerja sistem tidak didominasi satu kategori saja. Data uji pada penelitian ini masih didominasi kategori risiko rendah sehingga kemampuan sistem dalam mengklasifikasikan kategori risiko sedang dan tinggi secara agregat belum dapat diukur secara menyeluruh, meskipun validasi kasus per kasus pada Tabel 3 telah menunjukkan hasil yang sesuai untuk ketiga kategori risiko tersebut.

Dibandingkan dengan penelitian sistem pakar lain yang menggunakan metode penalaran berbeda, seperti backward chaining untuk mendeteksi tingkat stres belajar siswa SMK (Kamase et al., 2025), forward chaining untuk mendiagnosa tingkat stres belajar siswa SMA (Amalia & Mahyuddin, 2023), serta pendekatan Dempster-Shafer Theory untuk diagnosis mood disorder pada anak (Priyangan et al., 2024), penerapan certainty factor pada penelitian ini memberikan keunggulan berupa representasi tingkat keyakinan yang eksplisit dalam bentuk nilai persentase pada setiap hasil diagnosa, bukan sekadar klasifikasi

biner atau peringkat skor. Karakteristik keterjelasan (explainability) semacam ini penting ditekankan, mengingat hasil analisis risiko siswa pada akhirnya akan digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan yang berdampak langsung terhadap kebijakan intervensi dan pendampingan siswa oleh pihak sekolah.

Secara keseluruhan, sistem pakar SIPRIS yang dikembangkan pada penelitian ini terbukti mampu membantu Admin dan Guru BK melakukan identifikasi risiko putus sekolah secara lebih sistematis, objektif, dan terukur dibandingkan proses identifikasi manual yang bersifat subjektif. Hasil analisis berupa kategori risiko beserta nilai persentase tingkat keyakinan diharapkan dapat menjadi dasar pertimbangan bagi pihak sekolah dalam menentukan prioritas dan strategi intervensi pencegahan putus sekolah, khususnya pada siswa dengan kategori risiko sedang dan tinggi yang memerlukan penanganan lebih segera.

KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil merancang dan membangun sistem pakar berbasis web bernama SIPRIS (Sistem Informasi Prediksi Risiko Siswa) yang menerapkan metode certainty factor untuk mendeteksi dini risiko putus sekolah pada siswa SMK Muhammadiyah 9 Medan. Basis pengetahuan sistem disusun melalui akuisisi pengetahuan dari guru Bimbingan dan Konseling (BK) sebagai pakar, menghasilkan dua belas gejala risiko beserta nilai Measure of Belief (MB), Measure of Disbelief (MD), dan Certainty Factor (CF) pakar, yang kemudian diproses menggunakan mekanisme inferensi forward chaining dan rumus CF Combine untuk menghasilkan tingkat keyakinan akhir terhadap tiga kategori risiko, yaitu risiko rendah, sedang, dan tinggi. Sistem dikembangkan menggunakan bahasa pemrograman PHP, basis data MySQL, serta antarmuka berbasis Bootstrap 5 yang dilengkapi fitur pengelolaan data siswa, data gejala, proses diagnosa, dan penyajian hasil analisis. Pengujian black-box terhadap enam modul utama menunjukkan seluruh fungsi sistem berjalan sesuai rancangan, sedangkan validasi manual pada tiga data uji siswa menunjukkan kesesuaian penuh antara hasil perhitungan sistem dan perhitungan manual pakar untuk ketiga kategori risiko (Risiko Tinggi 85%, Risiko Sedang 65%, dan Risiko Rendah 35%). Pengujian confusion matrix pada 158 data siswa menghasilkan tingkat akurasi 100%, meskipun data uji yang tersedia masih didominasi kategori risiko rendah sehingga kemampuan sistem dalam mengklasifikasikan kategori risiko sedang dan tinggi secara agregat belum dapat diukur secara menyeluruh. Dengan demikian, sistem yang dikembangkan terbukti mampu membantu pihak sekolah, khususnya guru BK, melakukan identifikasi dini risiko putus sekolah secara lebih sistematis, objektif, dan terukur dibandingkan proses identifikasi manual yang cenderung subjektif. Penelitian selanjutnya disarankan memperluas basis pengetahuan dengan menambah gejala dan aturan baru, melibatkan lebih banyak pakar dalam proses validasi, mengumpulkan data uji dengan distribusi kategori risiko yang lebih berimbang guna memperkuat evaluasi confusion matrix, menambahkan fitur rekomendasi penanganan berdasarkan kategori risiko yang dihasilkan, mengintegrasikan sistem dengan sistem informasi akademik sekolah, serta mempertimbangkan pengembangan atau kombinasi metode kecerdasan buatan lain sebagai pembanding untuk memperoleh hasil analisis yang lebih optimal.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada SMK Muhammadiyah 9 Medan beserta guru Bimbingan dan Konseling yang telah bersedia menjadi narasumber pakar, serta kepada FIKTI UMSU, atas dukungan fasilitas dan bimbingan akademik selama penelitian ini dilaksanakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ajrina, N., & Rizky, F. (2026). Sistem Pakar Diagnosis Dini Gangguan Membaca pada Anak Sekolah Dasar Berbasis Certainty Factor. *Indonesian Journal of Multidisciplinary Scientific Studies (IJOMSS)*, 4(5), 365–372. <https://doi.org/10.33151/ijomss.v4i5.1122>
- Amalia, C. R. P., & Mahyuddin. (2023). Perancangan Sistem Pakar untuk Mendiagnosa Tingkat Stress Belajar pada Siswa SMA dengan Menggunakan Metode Forward Chaining. *Design Journal*, 1(1), 38–54. <https://doi.org/10.58477/dj.v1i1.27>
- Amarosi, C., Purnamasari, H., & Rahman, R. (2022). Efektivitas Program Bantuan Sosial Tunai pada Masa Pandemi Covid-19 di Kelurahan Kota Baru, Bekasi Barat. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 8(10), 344–352.
- Asyraf, M. A. M., Raof, R. A. A., Mahrom, N., Sudin, S., Ahmad, Z. A., Daud, S., & Romli, M. A. (2025). Student Academic Guidance System Using Rule Based Expert System. *Studies in Computational Intelligence*, 1015, 279–289. https://doi.org/10.1007/978-3-031-78918-2_25
- Bañeres, D., Rodríguez-González, M. E., Guerrero-Roldán, A. E., & Cortadas, P. (2023). An Early Warning System to Identify and Intervene Online Dropout Learners. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 20(1), Article 3. <https://doi.org/10.1186/S41239-022-00371-5>

- Dinafa, A. S., & Rohman, A. (2025). Expert System in Analyzing Stress Levels in Factory Employees Using the Certainty Factor Method. *Journal of Innovation and Technology Polbeng Series on Informatics (INOVTEK Polbeng)*, 10(3), 1381–1390. <https://doi.org/10.35314/qc6ag389>
- Dosilovic, F. K., Brcic, M., & Hlupic, N. (2018). Explainable Artificial Intelligence: A Survey. *2018 41st International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics (MIPRO)*, 210–215. <https://doi.org/10.23919/MIPRO.2018.8400040>
- Fitriana, S., Riniyanty, L., Rahma, P. S. A., & Lamasitudju, C. A. R. (2024). Prediction of Student Dropout and Academic Achievement Using Machine Learning. *The Indonesian Journal of Computer Science*, 13(6), 4975–4985. <https://doi.org/10.33022/ijcs.v13i6.4453>
- Hardiansyah, E., Hasrul, Yamin, N. S. P., Nurmin, Hasanah, N., Dedikasari, A. A., & Risna. (2026). Sistem Pakar untuk Identifikasi Masalah pada Siswa SMK Yadika Palu dengan Menggunakan Metode Certainty Factor. *Decode: Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi*, 6(1), 64–78. <https://doi.org/10.51454/decode.v6i1.1600>
- Haryoko, A., & Miftahudin, M. (2025). Penerapan Metode Certainty Factor pada Sistem Pakar untuk Diagnosa Gaya Belajar Siswa. *JEIS: Jurnal Elektro dan Informatika Swadharma*, 5(2), 12–21. <https://doi.org/10.56486/jeis.vol5no2.749>
- Kamase, H. W., Salim, M., & Pnua, S. (2025). Implementasi Backward Chaining untuk Mendeteksi Tingkat Stres Belajar Siswa SMK. *Jurnal Informatika Polinema*, 11(3), 327–332. <https://doi.org/10.33795/jip.v11i3.7245>
- Kementerian Pendidikan Dasar dan Menengah Republik Indonesia. (2023). *Jumlah Siswa Putus Sekolah SMK 2023*. <https://data.kemendikdasmen.go.id/dataset/p/peserta-didik/jumlah-siswa-putus-sekolah-smk>
- M., A. K. (2026). Perancangan Model Deteksi Potensi Siswa Putus Sekolah Menggunakan Metode Decision Tree di SMK Informatika Ciputat. *Indonesian Journal of Multidisciplinary on Social and Technology*, 4(3), 2428–2435. <https://doi.org/10.69693/ijmst.v4i3.12550>
- Nasution, R. D. F., Hutagalung, J. E., & Kifti, W. M. (2022). Sistem Pakar Deteksi Awal Covid-19 Menggunakan Metode Certainty Factor. *Building of Informatics, Technology and Science (BITS)*, 4(1), 60–68. <https://doi.org/10.47065/bits.v4i1.1508>
- Nurzanna, U., Rais Firousi, A., Damanik, P., & Ananda, R. (2025). Permasalahan Putus Sekolah Pendidikan Dasar. *Pendas: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 10(2), 697–704. <https://doi.org/10.23969/jp.v10i2.27652>
- Peter, P., & Mulyawan, B. (2025). Pemanfaatan Unified Modeling Language dalam Perancangan Aplikasi Pencatatan Transaksi Unipro Store. *Jurnal Ilmu Komputer dan Sistem Informasi*, 13(1), 229–236. <https://doi.org/10.24912/jiksi.v13i1.32877>
- Priyangan, D. M., Herdiansah, A., Mulyana, I., & Nurhayati, N. (2024). Sistem Pakar Diagnosis Mood Disorder pada Anak Menggunakan Pendekatan Dempster-Shafer Theory. *Bulletin of Computer Science Research*, 4(6), 422–431. <https://doi.org/10.47065/bulletincsr.v4i6.374>
- Putri, S. A., & Rachmatika, R. (2025). Penerapan Algoritma Random Forest dan SMOTE untuk Prediksi Risiko Putus Sekolah Siswa Sekolah Menengah Kejuruan. *Decode: Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi*, 5(3), 903–910. <https://doi.org/10.51454/decode.v5i3.1360>
- Qomariyah, N. W., & Mufarrikoh, Z. (2025). Keputusan Melanjutkan Pendidikan pada Siswa Kelas XII di SMK Negeri 3 Pamekasan. *JiIP – Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan*, 8(10), 12011–12020. <https://doi.org/10.54371/jiip.v8i10.9654>
- Riandani, K. P., Adila, M. F., Zid, M., Saputro, H. D., & Yusuf, M. (2026). Tingkat Kemiskinan dan Keterbatasan pada Sumber Daya Akibat Urbanisasi di DKI Jakarta. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan, Ilmu-Ilmu Sosial, dan Hukum (SENPIHUM)*, 1(1). <https://journal.unj.ac.id/unj/index.php/senpishum/article/view/64687>
- Sunaryo, N., Yuhandri, Y., & Sumijan, S. (2021). Sistem Pakar Menggunakan Metode Certainty Factor dalam Identifikasi Pengembangan Minat dan Bakat Khusus pada Siswa. *Jurnal Sistim Informasi dan Teknologi*, 3(2), 48–55. <https://doi.org/10.37034/jsisfotek.v3i2.43>