PRIMER: Jurnal Ilmiah Multidisiplin
2026, Vol. 4, No. 4, 162-171
https://doi.org/10.55681/primer.v4i4.551

Rancang Bangun *Expert System* Berbasis Web dengan Metode *Rule-Based Forward Chaining* untuk Pemilihan Material Percetakan Digital

Yudha Dwi Priandani[1], Sukry Harly[2]
[1,2] Universitas Muhammadiyah Tangerang
Corresponding Author's e-mail : yudhapriandani@gmail.com, sukry.harly@umt.ac.id

e-ISSN: 2985-7996

Article History:
Received: 11-07-2026
Revised: 07-08-2026
Accepted: 25-08-2026

© 2026, The Author(s)

Abstrak : Pemilihan material cetak merupakan faktor penting dalam proses percetakan digital karena berpengaruh terhadap kualitas hasil cetak, daya tahan produk, dan kepuasan pelanggan. Pada praktiknya, proses pemilihan material masih sangat bergantung pada pengetahuan dan pengalaman pegawai tertentu, sehingga berpotensi menimbulkan ketidakkonsistenan rekomendasi, terutama pada kondisi operasional yang padat. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem pakar berbasis web yang mampu memberikan rekomendasi pemilihan material percetakan digital secara sistematis dan konsisten. Sistem yang dikembangkan menggunakan pendekatan rule-based system dengan metode inferensi forward chaining, di mana pengetahuan diperoleh melalui wawancara dengan pakar dan studi literatur, kemudian direpresentasikan dalam bentuk aturan. Metode pengembangan sistem yang digunakan adalah prototyping untuk menyesuaikan kebutuhan pengguna. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem pakar mampu memberikan rekomendasi material sesuai dengan kebutuhan pengguna berdasarkan aturan yang telah ditetapkan. Sistem ini diharapkan dapat membantu meningkatkan efisiensi pelayanan serta konsistensi dalam proses pemilihan material pada percetakan digital.

Kata kunci: expert system, forward chaining, rule-based system, percetakan digital, pemilihan material.

How to cite: Yudha Dwi Priandani, & Sukry Harly. (2026). Rancang Bangun Expert System Berbasis Web dengan Metode Rule-Based Forward Chaining untuk Pemilihan Material Percetakan Digital. *PRIMER : Jurnal Ilmiah Multidisiplin*, *4*(4), 162–171. https://doi.org/10.55681/primer.v4i4.551

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.

PENDAHULUAN

Perkembangan industri manufaktur dan jasa modern di era transformasi digital menuntut efisiensi operasional, ketepatan layanan, dan konsistensi kualitas produk yang tinggi. Salah satu sektor yang mengalami disrupsi teknologi cukup masif adalah industri percetakan digital (digital printing). Secara global, pasar percetakan digital terus mengalami pertumbuhan eksponensial seiring dengan meningkatnya kebutuhan personalisasi produk massal, on-demand printing, serta percepatan waktu produksi (time-to-market). Namun, di balik pertumbuhan volume pasar yang pesat ini, industri cetak menghadapi tantangan teknis yang kompleks dalam menjaga standardisasi mutu hasil akhir produk. Kualitas produk cetak tidak lagi hanya ditentukan oleh performa mesin cetak digital itu sendiri, melainkan sangat dipengaruhi oleh variabel pemilihan jenis material atau media cetak. Pemilihan material yang keliru berisiko memicu kecacatan fisik, pudarnya ketajaman warna, degradasi daya tahan produk, hingga peningkatan biaya sisa produksi (waste cost) yang secara langsung mendegradasi tingkat kepuasan pelanggan secara global.

Dalam domain arsitektur sistem informasi dan manajemen operasional, proses pengambilan keputusan terkait penentuan material cetak idealnya ditopang oleh sebuah fondasi teoritis yang kuat. Berdasarkan grand theory pengambilan keputusan, salah satunya adalah decision support theory dan konsep sistem informasi berbasis pengetahuan (knowledge-based systems), efektivitas operasional sebuah organisasi sangat bergantung pada bagaimana pengetahuan yang bersifat tidak berwujud (tacit knowledge) dapat dikodifikasi menjadi pengetahuan terstruktur (explicit knowledge). Evolusi pemikiran teoretis dalam kecerdasan buatan (artificial intelligence) sejak dekade terakhir menegaskan bahwa sistem pakar (expert system) berbasis aturan (rule-based system) merupakan salah satu pilar utama yang andal untuk mereplikasi kemampuan penalaran logis seorang pakar manusia ke dalam arsitektur komputasi. Sistem ini memodelkan kepakaran melalui serangkaian kaidah inferensi terstruktur untuk memecahkan masalah semi-terstruktur, seperti yang sering ditemukan pada penentuan parameter material industri.

Meskipun fondasi teoretis sistem pakar telah matang, implementasi praktis pada sektor industri percetakan digital berskala lokal dan menengah masih menghadapi permasalahan spesifik yang krusial. Pada realitas operasional percetakan seperti Fortune Printing, proses penentuan material cetak seperti bahan kertas, vinil, maupun jenis penyelesaian akhir (finishing) mayoritas masih bersandar pada intuisi, ingatan, dan pengalaman subjektif dari pegawai senior atau operator tertentu secara individual. Ketergantungan terhadap sumber daya manusia (human dependency) ini memicu kerentanan operasional yang tinggi. Ketika volume order meningkat secara masif (peak season) atau saat staf ahli tidak berada di tempat, rekomendasi material yang diberikan kepada pelanggan seringkali tidak konsisten, kurang optimal, dan rentan terhadap human error. Kondisi ini diperparah oleh ketiadaan dokumentasi pengetahuan karakteristik material yang terpusat dan sistematis, sehingga menyulitkan proses transfer pengetahuan (knowledge transfer) kepada pegawai baru maupun akses informasi mandiri bagi pelanggan. Urgensi penyelesaian masalah ini menjadi sangat mendesak karena inkonsistensi layanan secara langsung menurunkan performa bisnis dan retensi konsumen.

Konteks permasalahan ini menjadi sangat relevan jika ditarik ke dalam karakteristik sektor industri kreatif dan percetakan di Indonesia. Sebagian besar pelaku usaha percetakan digital beroperasi dalam ekosistem dinamis dengan variasi produk yang sangat luas—mulai dari stiker, kartu nama, spanduk, hingga kemasan produk UMKM. Karakteristik khusus dari pasar Indonesia ditandai dengan tingginya ekspektasi konsumen terhadap kecepatan

pelayanan dengan harga yang kompetitif, namun seringkali konsumen awam tidak memiliki pemahaman teknis mengenai kesesuaian antara fungsi produk cetak dengan jenis materialnya. Oleh karena itu, menjembatani keterbatasan pengetahuan pelanggan serta inkonsistensi keahlian internal pegawai melalui sebuah platform digital interaktif berbasis web menjadi sebuah kebutuhan mendesak bagi keberlanjutan bisnis percetakan di era modern.

Dalam pemetaan metodologi penelitian sejenis dalam lima tahun terakhir, terdapat polarisasi dan perdebatan akademik mengenai efektivitas metode penalaran dalam sistem pakar. Sejumlah peneliti berpendapat bahwa metode inferensi backward chaining lebih efisien untuk sistem diagnosis karena bergerak mundur dari tujuan (goal-driven) menuju fakta pendukung. Di sisi lain, mayoritas studi terkini menunjukkan bahwa untuk domain pemilihan, konfigurasi, atau rekomendasi produk yang berbasis pada identifikasi kebutuhan pengguna, metode forward chaining (data-driven) jauh lebih unggul dan intuitif. Metode forward chaining memulai penalaran dari premis atau fakta-fakta awal yang diinput oleh pengguna (seperti jenis penggunaan produk cetak, penempatan di dalam atau luar ruangan, dan aspek ketahanan air), untuk kemudian dicocokkan dengan kaidah aturan (IF-THEN) hingga menghasilkan kesimpulan akhir berupa jenis material yang paling optimal. Kendati demikian, sebagian literatur juga mengkritik bahwa sistem berbasis aturan murni memiliki keterbatasan jika dihadapkan pada ketidakpastian data, sehingga beberapa peneliti menawarkan metode alternatif seperti certainty factor atau fuzzy logic. Namun, untuk konteks pemilihan material cetak digital yang bersifat deterministik dan memiliki batasan parameter yang jelas berdasarkan spesifikasi teknis pabrikan, pendekatan rule-based murni dinilai paling efektif, stabil, dan mudah dipelihara oleh administrator sistem.

Meskipun penelitian mengenai sistem pakar rekomendasi produk telah banyak dilakukan, research gap atau kesenjangan penelitian masih ditemukan pada minimnya literatur yang secara spesifik mengintegrasikan basis pengetahuan karakteristik material cetak digital kontemporer ke dalam arsitektur sistem berbasis web yang siap pakai untuk end-user. Kebaruan (novelty) dari penelitian ini terletak pada formulasi dan kodifikasi aturan produksi (production rules) yang secara detail memetakan relasi spesifik antara karakteristik fisik material cetak digital (seperti tingkat opasitas, daya rekat stiker, ketahanan terhadap air atau sinar UV, dan tipe laminasi) dengan kebutuhan aplikatif konsumen secara real-time. Pengembangan sistem ini dimodelkan menggunakan Unified Modeling Language (UML) dan dibangun melalui metode prototyping yang adaptif guna menjamin antarmuka sistem yang dihasilkan benar-benar intuitif baik bagi pegawai maupun pelanggan awam.

Berdasarkan latar belakang tersebut, tujuan utama dari penelitian ini adalah merancang dan membangun sebuah aplikasi sistem pakar berbasis web memanfaatkan metode penalaran rule-based forward chaining untuk mengotomatisasi dan menstandardisasi proses pemilihan material pada industri percetakan digital. Melalui implementasi sistem ini, diharapkan proses pengambilan keputusan dalam operasional percetakan dapat berjalan secara sistematis, mandiri, dan konsisten. Dengan demikian, ketergantungan mutlak pada personel tertentu dapat direduksi, efisiensi pelayanan dapat ditingkatkan, dan potensi kesalahan pemilihan material cetak dapat diminimalisasi demi tercapainya kualitas produk cetak yang optimal.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif yang bertujuan untuk memahami permasalahan serta kebutuhan pengguna dalam proses pemilihan material percetakan digital. Pendekatan ini dipilih karena memungkinkan peneliti menggali pengetahuan pakar secara mendalam, yang selanjutnya direpresentasikan ke dalam sistem pakar berbasis

aturan.

Pengembangan sistem dilakukan menggunakan metode prototyping, yang memungkinkan proses perancangan dan penyempurnaan sistem dilakukan secara bertahap berdasarkan umpan balik pengguna (Kurniyanti & Murdiani, 2022). Tahapan prototyping meliputi identifikasi kebutuhan pengguna, pembuatan prototipe awal, evaluasi prototipe, serta penyempurnaan sistem hingga diperoleh sistem pakar yang sesuai dengan kebutuhan operasional percetakan digital. Tahapan model prototyping dapat dilihat pada gambar di bawah ini :



Gambar 1. Tahapan Metode Prototyping

Sistem pakar yang dikembangkan menerapkan pendekatan rule-based system dengan metode inferensi forward chaining. Pengetahuan pakar direpresentasikan dalam bentuk aturan produksi dengan struktur IF–THEN (Hartanto, 2017). Proses inferensi dimulai dari fakta-fakta yang diperoleh dari jawaban pengguna terhadap sejumlah pertanyaan yang disediakan oleh sistem. Fakta tersebut kemudian dicocokkan dengan aturan yang terdapat dalam basis pengetahuan untuk menghasilkan rekomendasi material cetak yang sesuai (Putri et al., 2021).



Gambar 2. Alur Metode Forward Chaining

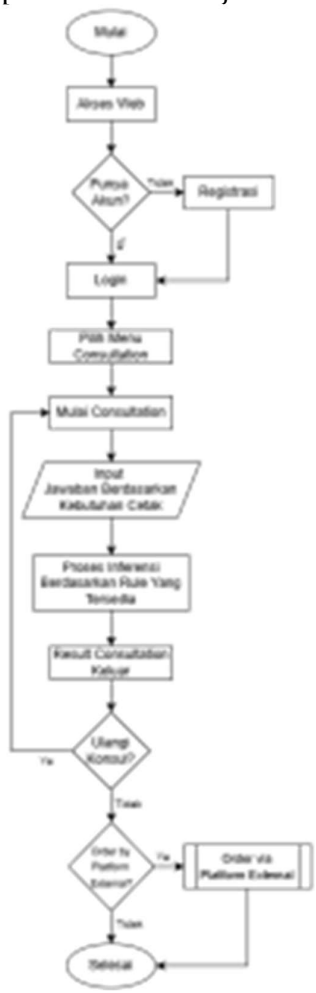
Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini meliputi wawancara dan studi literatur. Wawancara dilakukan dengan pihak yang memiliki keahlian dan pengalaman dalam bidang percetakan digital untuk memperoleh informasi mengenai karakteristik dan pemilihan material cetak. Studi literatur dilakukan dengan mengkaji buku, jurnal ilmiah, dan referensi terkait sistem pakar, metode forward chaining, serta material percetakan digital guna mendukung penyusunan basis pengetahuan sistem.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini membahas hasil dari perancangan dan implementasi sistem pakar berbasis web untuk pemilihan material percetakan digital. Pembahasan difokuskan pada gambaran umum sistem yang dibangun, perancangan sistem menggunakan Unified Modeling Language (UML), mekanisme inferensi forward chaining, serta tampilan antar muka sistem. Uraian pada bagian ini bertujuan untuk memberikan pemahaman mengenai cara kerja sistem dan bagaimana sistem tersebut mampu mendukung proses pemilihan material cetak secara sistematis dan konsisten sesuai dengan kebutuhan pengguna.

Gambaran Umum Sistem

Alur kerja sistem dimulai dari pengguna mengakses sistem dan memilih menu konsultasi. Selanjutnya, pengguna menjawab pertanyaan yang berkaitan dengan kebutuhan cetak, seperti jenis produk, penggunaan, dan karakteristik hasil cetak yang diinginkan. Jawaban pengguna tersebut akan menjadi fakta awal yang diproses oleh sistem menggunakan metode inferensi forward chaining. Hasil akhir dari proses ini berupa rekomendasi jenis material percetakan digital yang dapat digunakan oleh pengguna. Gambaran alur proses sistem ini selanjutnya disajikan dalam bentuk flowchart untuk memudahkan pemahaman terhadap mekanisme kerja sistem secara keseluruhan.



Gambar 3. *Flowchart Expert System*

UML (*Unified Modeling Language*)

Perancangan sistem pakar ini dimodelkan menggunakan Unified Modeling Language (UML) untuk menggambarkan interaksi antara pengguna dan sistem serta alur aktivitas yang terjadi di dalam sistem.

a) Usecase Diagram

Use case diagram digunakan untuk menggambarkan fungsi-fungsi utama yang dapat diakses oleh pengguna. Pada sistem ini, pengguna memiliki hak akses untuk melakukan konsultasi pemilihan material, melihat hasil rekomendasi material, serta mengakses informasi terkait

material percetakan digital. Use case diagram memberikan gambaran umum mengenai peran pengguna dan layanan yang disediakan oleh sistem.



Gambar 4. *Usecase Diagram Expert System*

b) Activity Diagram

Activity diagram digunakan untuk menggambarkan alur aktivitas proses konsultasi pemilihan material. Activity diagram ini menunjukkan tahapan yang dimulai dari pengguna memulai konsultasi, menjawab pertanyaan yang diberikan oleh sistem, hingga sistem memproses jawaban menggunakan aturan forward chaining dan menampilkan rekomendasi material. Activity diagram ini membantu menjelaskan alur logika sistem secara runtut dan sistematis, khususnya pada proses utama konsultasi yang menjadi inti dari sistem pakar.



Gambar 5. *Activity Diagram Expert System*

Komponen Sistem Pakar

Basis pengetahuan pada sistem pakar dibangun berdasarkan hasil wawancara dengan pakar percetakan digital dan studi literatur. Pengetahuan tersebut direpresentasikan dalam bentuk aturan produksi dengan struktur IF–THEN, yang menghubungkan kondisi kebutuhan cetak dengan jenis material yang sesuai.

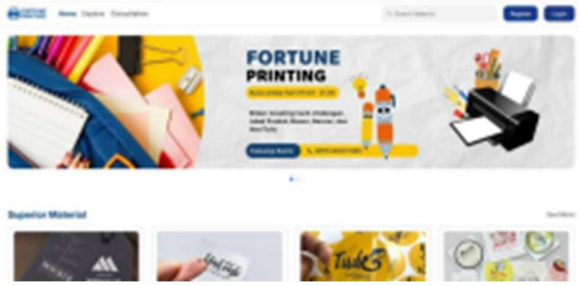
Metode inferensi forward chaining digunakan untuk memproses fakta yang diperoleh dari jawaban pengguna. Proses inferensi dimulai dengan mencocokkan fakta awal ke bagian IF pada setiap aturan dalam basis pengetahuan. Apabila seluruh kondisi pada suatu aturan terpenuhi, maka sistem akan mengeksekusi bagian THEN untuk menghasilkan kesimpulan berupa rekomendasi material. Proses ini dilakukan secara berurutan hingga sistem memperoleh hasil akhir yang sesuai dengan kebutuhan pengguna.

No	Kode Rule	IF (Fakta Kondisi)	THEN (Kesimpulan)
1	R01	S01 ^ S04 ^ S07	M01
2	R02	S01 ^ S04 ^ S08	M02
3	R03	S01 ^ S03 ^ S06 ^ S07	M03
4	R04	S01 ^ S03 ^ S06 ^ S08	M04
5	R05	S01 ^ S03 ^ S05 ^ S07	M05
6	R06	S01 ^ S03 ^ S05 ^ S08	M06
7	R07	S02 ^ S09 ^ S12	M07
8	R08	S02 ^ S09 ^ S13	M08
9	R09	S02 ^ S10 ^ S12	M09
10	R10	S02 ^ S10 ^ S13	M10
11	R11	S02 ^ S11 ^ S12	M11
12	R12	S02 ^ S11 ^ S13	M12

Tabel 1. Kaidah Produksi Aturan

Tampilan Antar Muka

Tampilan antar muka sistem dirancang dengan konsep sederhana dan mudah digunakan agar pengguna dapat melakukan konsultasi dengan nyaman. Halaman utama sistem menyediakan akses ke fitur konsultasi material, sehingga pengguna dapat langsung memulai proses pemilihan material cetak.



Gambar 6. Tampilan Halaman *Home*

Halaman home merupakan halaman utama sistem yang menampilkan navigasi utama melalui navbar dan menampilkan informasi mengenai material cetak yang tersedia. Navbar berfungsi sebagai menu navigasi untuk mengakses halaman home, explore, consultation serta menu profil pengguna.



Gambar 7. Tampilan Halaman *Consultation*

Halaman consultation merupakan fitur utama pada sistem pakar yang digunakan untuk menentukan material cetak yang sesuai dengan kebutuhan pengguna. Pada tahap start consultation, pengguna memulai proses konsultasi melalui tombol mulai konsultasi.



Gambar 8. Tampilan Halaman *Answer Consultation*

Selanjutnya pada tahap answer consultation, sistem menampilkan pertanyaan secara bertahap dan pengguna memilih jawaban yang paling sesuai dengan kebutuhannya.



Gambar 9. Tampilan Halaman *Result Consultation*

Setelah seluruh pertanyaan dijawab, sistem menampilkan result consultation berupa rekomendasi material yang dihasilkan dari proses inferensi sistem pakar, lengkap dengan informasi material yang direkomendasikan

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan penelitian ini menunjukkan bahwa rancang bangun sistem pakar berbasis web dengan metode *rule-based forward chaining* telah berhasil direalisasikan untuk mengotomatisasi dan menstandardisasi proses pemilihan material pada industri percetakan digital. Sistem ini mampu mengodifikasi pengetahuan pakar yang semula bersifat tidak berwujud menjadi aturan produksi terstruktur, sehingga dapat menghasilkan rekomendasi jenis material cetak yang konsisten dan akurat sesuai dengan parameter kebutuhan pengguna. Implikasi penting dari implementasi sistem ini adalah peningkatan efisiensi pelayanan operasional secara signifikan, pengurangan ketergantungan mutlak pada personel atau pegawai ahli tertentu, serta pemberian kemudahan bagi pelanggan untuk melakukan konsultasi pemilihan material secara mandiri.

Berdasarkan hasil yang telah dicapai, saran yang dapat diberikan untuk pengembangan penelitian selanjutnya adalah memperluas basis pengetahuan sistem dengan menambahkan variabel karakteristik material cetak yang lebih spesifik, seperti kalkulasi biaya produksi dan integrasi terhadap ketersediaan stok bahan secara *real-time*. Selain itu, penelitian berikutnya disarankan untuk mengintegrasikan metode penalaran lain seperti *certainty factor* guna menangani ketidakpastian atau ambiguitas jawaban pengguna saat melakukan konsultasi, serta memperluas fungsionalitas sistem agar dapat terhubung langsung dengan sistem manajemen pemesanan internal percetakan.

DAFTAR PUSTAKA

Abadi, S., & Purnomo, H. (2022). Web-based expert system utilizing forward chaining for industrial raw material selection. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, *13*(4), 412–418.

Al-Adhaileh, M. H. (2021). An efficient rule-based expert system for production and material optimization in printing industries. *Journal of King Saud University - Computer and Information Sciences*, *33*(8), 987–995.

Chen, T., & Wang, Y. (2023). Knowledge management and expert systems in digital manufacturing: A review of decision-support theories. *Computers in Industry*, *145*, Artikel 103820.

Darmansah, D. D., Chairuddin, I., & Putra, T. N. (2021). Perancangan sistem pakar tipe kepribadian menggunakan metode forward chaining berbasis web. *JATISI (Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi)*, *8*(3), 1200–1213.

Dipraja, F. H., & Fauzi, A. (2021). Perancangan sistem pakar diagnosa kerusakan smartphone android berbasis web menggunakan metode forward chaining. *Eprosiding Teknik Informatika (Protektif)*, *2*(1), 215–226.

Fatimah, D. D. S., Septiana, Y., Ramadhan, G., & Pariyatin, Y. (2022). Rancang bangun aplikasi sistem pakar diagnosa penyakit stunting berbasis web menggunakan 138 metode certainty factor. *Jurnal Algoritma*, *19*(2), 547–557.

Fitriani, R., & Ramadhani, S. (2024). Analisis perbandingan forward chaining dan backward chaining pada sistem rekomendasi berbasis web. *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (JTIIK)*, *11*(2), 345–354.

Gunawan, I., & Setiawan, A. (2022). Rancang bangun sistem pakar penentu media promosi cetak menggunakan metode rule-based system. *Jurnal Nasional Teknik Elektro dan Teknologi Informasi (JNTETI)*, *11*(3), 190–198.

Hartanto, S. (2017). Implementasi fuzzy rule based system untuk klasifikasi buah mangga. *TECHSI-Jurnal Teknik Informatika*, *9*(2), 103–122.

Khan, A. A., & Zakaria, N. (2023). Prototype methodology in developing web-based expert systems for small and medium enterprises. *IEEE Access*, *11*, 54321–54332.

Kurniyanti, V. A., & Murdiani, D. (2022). Perbandingan model waterfall dengan prototype pada pengembangan system informasi berbasis website. *Jurnal Syntax Fusion*, *2*(8), 669–675.

NurJumala, A., Prasetyo, N. A., & Utomo, H. W. (2022). Sistem pakar diagnosis penyakit rhinitis menggunakan metode forward chaining berbasis web. *JURIKOM (Jurnal Riset Komputer)*, *9*(1), 69–78.

Pratama, M. Y., & Wijaya, C. (2025). Implementasi forward chaining dalam sistem pendukung keputusan pemilihan material industri kreatif. *JATISI (Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi)*, *12*(1), 102–115.

Putri, E. M., Apriliza, T., & Noratama Putri, R. (2021). Sistem pakar diagnosa penyakit pada perokok dengan metode forward chaining berbasis web. *Jurnal SANTI - Sistem Informasi dan Teknik Informasi*, *1*(1), 27–37. https://doi.org/10.58794/santi.v1i1.9

Rahmawati, D., & Hidayat, T. (2023). Expert system for printing quality control and material diagnostics using rule-based reasoning. *International Journal of Information Technology and Network Engineering*, *7*(2), 89–97.

Santos, L. M., & Silva, R. F. (2022). Digital printing industry 4.0: Challenges in material standardisation and decision support systems. *Production Planning & Control*, *33*(14), 1321–1335.

Suhendi, H., & Supriadi, A. (2020). Sistem pakar diagnosa gangguan kecemasan menggunakan metode certainty factor berbasis website. *Naratif: Jurnal Nasional Riset, Aplikasi dan Teknik Informatika*, *2*(2), 13–23.

Sukma, I., & Petrus, M. (2020). Sistem pakar penyakit kucing menggunakan metode forward chaining berbasis web. *Simtek: Jurnal Sistem Informasi dan Teknik Komputer*, *5*(1), 52–58.

Taufik, R., & Sandi, A. P. (2021). Perancangan sistem pakar diagnosa kerusakan laptop dengan penerapan metode forward chaining. *JIKA (Jurnal Informatika)*, *5*(2), 260–263.

Widodo, Y. B., Anggraeini, S. A., & Sutabri, T. (2021). Perancangan sistem pakar diagnosis penyakit diabetes berbasis web menggunakan algoritma naive bayes. *Jurnal Teknologi Informatika dan Komputer*, *7*(1), 112–123.

Zhang, X., & Liu, J. (2024). Web-based expert recommendation systems using data-driven forward chaining inference. *Expert Systems with Applications*, *238*, Artikel 121950.