

Penerapan Data Mining Untuk Prediksi Diagnosis Demam Berdarah Dengan Algoritma Decision Tree C4.5

Supandi^{1*}, Zaehol Fatah²

¹Teknologi Informasi, Universitas Ibrahimy

²Sistem Informasi, Universitas Ibrahimy

¹supandi0245@gmail.com, ²zaeholfatah@gmail.com

Abstrak

Prediksi dengan model sistem pendukung keputusan merupakan cara yang tepat sasaran untuk digunakan dalam memecahkan masalah. Demam Berdarah Dengue (DBD) adalah penyakit endemik di Indonesia yang memerlukan penanganan cepat untuk mencegah komplikasi lebih lanjut. Prediksi diagnosis DBD dengan menggunakan algoritma Decision Tree C4.5 memiliki tingkat akurasi 100% dan meyakinkan. Dataset yang digunakan mencakup data medis pasien, seperti gejala klinis yaitu demam, nyeri sendi, mual, hasil laboratorium berupa trombosit, hematokrit, uji NS1, serta riwayat komorbiditas dan durasi gejala. Proses pre-processing dilakukan untuk memastikan data siap digunakan, dengan menangani data yang hilang dan menyesuaikan format data agar konsisten. Model Decision Tree C4.5 dipilih karena kemampuannya mengolah data dengan berbagai format dan hasilnya dapat dengan mudah dipahami. Model C4.5 dievaluasi menggunakan metrik akurasi, presisi, sensitivitas, dan spesifisitas. Dengan performa yang baik, model ini memiliki potensi untuk digunakan dalam sistem pendukung keputusan medis. Implementasinya di lapangan dapat membantu tenaga medis dalam mempercepat diagnosis dan memberikan penanganan yang lebih tepat waktu, yang sangat penting dalam menangani pasien DBD.

Kata Kunci : Data Mining, Prediksi Diagnosis, *Decision Tree* C4.5

Abstract

Dengue Hemorrhagic Fever (DHF) is an endemic disease in Indonesia that requires timely and appropriate management to prevent severe outcomes. This study aims to predict DHF diagnosis using the C4.5 Decision Tree algorithm. The dataset used in this research consists of patient medical data, including clinical symptoms such as fever, joint pain, nausea, and laboratory results like platelet count, hematocrit levels, and NS1 test results. The dataset also includes information on comorbidities and the duration of symptoms experienced by the patients. After data preprocessing, which includes handling missing data and normalization, the C4.5 Decision Tree model was developed to generate decision rules in the form of a decision tree. This algorithm was selected for its ability to handle both categorical and numerical data and for producing an easily interpretable model. The results demonstrate that the model achieves high accuracy in predicting DHF diagnosis, making it an effective tool to assist medical personnel in making faster and more accurate decisions. The model was evaluated using metrics such as accuracy, precision, sensitivity, and specificity. With its satisfactory performance, this model has the potential to be implemented in medical decision support systems, particularly for DHF cases.

Keyword : Data Mining, Diagnosis Prediction, *C4.5 Decision Tree*

PENDAHULUAN

Demam Berdarah Dengue (DBD) ialah tipe penyakit arbovirus yang menjadi permasalahan utama penyakit pada hampir seluruh negara di dunia, khususnya pada negara beriklim hangat seperti Indonesia. Diperlukan rancangan penelitian dimana dapat merangkum dan menentukan faktor risiko DBD di Indonesia.[1] sangat diperlukan support dari berbagai pihak dalam penggunaan sistem informasi agar dapat digunakan secara berkesinambungan, serta memberikan nilai lebih dalam optimalisasi pelayanan yang lebih efektif dan efisien.[2]

Penggunaan teknologi Data Mining dalam bidang kesehatan telah mengalami perkembangan pesat dalam beberapa dekade terakhir. Data Mining memungkinkan analisis data dalam jumlah besar untuk menemukan pola, hubungan, dan tren yang signifikan, yang sebelumnya sulit terlihat secara manual. Teknik ini telah banyak diterapkan untuk mendukung pengambilan keputusan medis, termasuk dalam diagnosis penyakit, prognosis, dan pengelolaan pasien. Sebagai contoh, penelitian oleh Mehta et al. (2021) menunjukkan bahwa penerapan Data Mining dalam analisis data pasien memungkinkan peningkatan akurasi dalam diagnosis dini dan perencanaan pengobatan yang lebih tepat sasaran.[3]

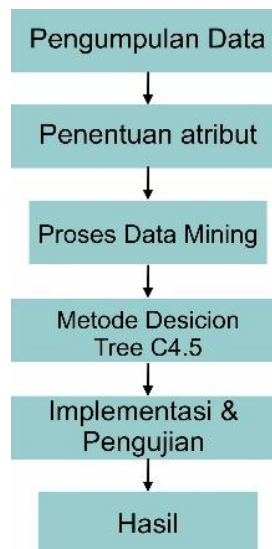
Data Mining adalah analisa terhadap data yang berjumlah besar untuk menemukan hubungan yang jelas sehingga dapat ditarik kesimpulan dan berguna bagi pemilik data. Pada proses data yang jumlahnya besar memerlukan *Data Mining* sehingga diharapkan memperoleh hasil berupa informasi baru terkait dari dan dapat dimanfaatkan sebagai sumber untuk pengambilan keputusan selanjutnya.[4] *Data Mining* adalah metode untuk mengolah dan menganalisis data dalam jumlah besar guna menemukan pola atau informasi yang berguna. Teknik ini banyak diterapkan di bidang kesehatan untuk mendukung pengambilan keputusan yang lebih efektif. Salah satu algoritma populer dalam *Data Mining* adalah Decision Tree, khususnya algoritma C4.5, yang dikenal karena akurasinya yang tinggi dan modelnya yang mudah dipahami.

Algoritma C4.5 adalah suatu pengembangan induksi dari ID3 (Iterative Dichotomiser 3) karena C4.5 merupakan sebuah algoritma yang dapat digunakan untuk membuat sebuah pohon keputusan (decision tree). Pohon-pohon keputusan dibangun berdasarkan kriteria pembentuk suatu keputusan.[5] Pada kasus prediksi diagnosis DBD, algoritma ini dapat digunakan untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang paling signifikan dalam menentukan kondisi pasien, seperti gejala klinis, hasil laboratorium, dan riwayat kesehatan. Dengan demikian, model yang dihasilkan dapat membantu tenaga medis dalam membuat keputusan diagnosis yang lebih cepat dan tepat.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan model prediksi diagnosis DBD menggunakan algoritma *Decision Tree* C4.5 dengan memanfaatkan dataset kesehatan. Kami akan mengevaluasi kinerja model ini dalam hal akurasi, presisi, dan sensitivitasnya dalam mendeteksi kemungkinan DBD pada pasien. Diharapkan hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi dalam upaya pencegahan dan pengelolaan penyakit DBD di fasilitas kesehatan. serta memberikan nilai lebih dalam optimalisasi pelayanan yang lebih efektif dan efisien melalui dukungan sistem informasi yang berkesinambungan.

METODOLOGI PENELITIAN

Dalam penelitian kali ini, penulis menggunakan *Data Mining* dengan metode *Decision Tree* C4.5 dalam *Knowledge Discovery in Database (KDD)* merupakan sebuah proses dalam menentukan sebuah informasi yang dapat berguna serta menghasilkan pola-pola yang terdapat dalam data,[6] di antaranya adalah memahami masalah dan tujuan dari penelitian, kemudian data dikumpulkan dari sumber yang sesuai dan kemudian dibersihkan serta diproses, termasuk pemilihan atribut-atribut penting. Selanjutnya, metode *Decision Tree* C4.5 diterapkan dengan membangun pohon keputusan berdasarkan nilai gain ratio yang optimal. Data kemudian dibagi menjadi set pelatihan dan pengujian untuk menguji model. Evaluasi model dilakukan menggunakan metrik seperti akurasi, precision, dan recall untuk mengukur performa klasifikasi. Hasil dari evaluasi ini digunakan untuk menemukan pola dan informasi baru yang diperoleh dari data.



Gambar 1. Metode dan Tahap Penelitian

Pengumpulan Data

Untuk penelitian ini menulis menggunakan jenis Penelitian Deskriptif Kuantitatif serta *Library Online Research*. Penelitian deskriptif Kuantitatif dipilih agar dapat menggambarkan, mendeskripsikan serta menjelaskan sesuatu secara objektif serta dapat menarik kesimpulan dari data berupa angka-angka yang telah disajikan, dan dengan cara ini peneliti menghimpun mengelola data serta menganalisis data-data yang terkait dengan Prediksi Diagnosis Demam Berdarah dengan metode *Decision Tree C4.5* dengan rujukan seperti di Jurnal, Perpustakaan online serta buku yang kemudian dibaca dan dicatat untuk selanjutnya mengolah bahan penelitian

Metode Pengumpulan Data

Bagian ini menjelaskan prosedur yang digunakan untuk mengumpulkan data yang berkaitan dengan penelitian yang sedang berlangsung. Metode pengumpulan data ini merupakan pendekatan mandiri dalam melakukan analisis data atau dapat berfungsi sebagai alat utama dalam proses analisis data. Untuk memperoleh data yang relevan terkait dengan penelitian prediksi diagnosis demam berdarah, penulis mengumpulkan data menggunakan metode studi literatur, dengan jenis data sekunder yang diperoleh dari sumber-sumber terpercaya seperti Kaggle dengan judul Data Penyakit Demam Berdarah Dengue yang di tulis oleh Wilda Rahma Riskika.

Salah satu referensi data yang digunakan adalah dataset yang berfokus pada analisis kasus demam berdarah, yang mencakup informasi gejala, riwayat kesehatan, pemeriksaan fisik, hasil laboratorium, faktor genetik, dan faktor risiko lainnya yang relevan dengan penyakit ini. Tautan yang dapat di akses adalah sebagai berikut <https://www.kaggle.com/datasets/wildarahmariskika/data-penyakit-demam-berdarah-dengue>

Dataset ini berisi 42 data dengan 12 atribut atau fitur yang berkaitan dengan prediksi kondisi pasien, yang dalam penelitian ini difokuskan pada penerapan algoritma *Decision Tree C4.5* untuk memprediksi diagnosis demam berdarah.

Tabel 1. *Dataset*

No	Usia	Jenis Kelamin	Gejala	Durasi Gejala	Pemeriksaan Fisik	Pemeriksaan Laboratorium
1	25	Perempuan	Demam, nyeri sendi, mual, ruam	5 hari	Tidak ada temuan yang signifikan	Trombosit: 150, Hematokrit: 40%, Uji NS1: Positif
2	40	Laki-laki	Demam, nyeri otot,	7 hari	Nyeri otot pada punggung bawah	Trombosit: 120, Hematokrit: 38%, Uji NS1: Positif

			muntah, perdarahan			
3	20	Perempuan	Demam, sakit kepala, mual, ruam	4 hari	Ruam merah di daerah lengan dan perut	Trombosit: 180, Hematokrit: 42%, Uji NS1: Positif
4	30	Perempuan	Demam, nyeri sendi, sakit kepala	3 hari	Nyeri pada daerah perut bawah	Trombosit: 140, Hematokrit: 39%, Uji NS1: Negatif
5	25	Perempuan	Demam, nyeri sendi, mual	5 hari	Tidak ada temuan yang signifikan	Trombosit: 150, Hematokrit: 40%, Uji NS1: Positif

Data Mining

Data Mining diperlukan dalam melakukan prediksi untuk hubungan ditemukan yang memiliki arti, pola, dan kecenderungan dengan diperiksa sekumpulan besar data yang disimpan dalam penyimpanan dengan menggunakan teknik pengenalan pola seperti statistik dan matematik.[7]

Rapid Miner

Rapid Miner merupakan software open source. *Rapid Miner* adalah sebuah solusi untuk melakukan analisis terhadap Data Mining, text mining, dan analisis prediksi. *Rapid Miner* menggunakan berbagai metode atau teknik deskriptif dan prediksi dalam memberikan wawasan kepada pengguna, sehingga dapat membuat keputusan yang terbaik.[8]

Decision Tree C4.5

Algoritma C4.5 adalah algoritma yang sudah banyak dikenal dan digunakan untuk klasifikasi data yang memiliki atribut-atribut numerik dan kategorial. Hasil dari proses klasifikasi yang berupa aturan-aturan dapat digunakan untuk mem- prediksi nilai atribut bertipe diskret dari record yang baru. Algoritma C4.5 sendiri merupakan pengembangan dari algoritma ID3, dimana pengembangan dilakukan dalam hal, bisa mengatasi missing data, bisa mengatasi data continue dan pruning.[9] Memilih atribut sebagai akar yang didasarkan pada nilai gain tertinggi dari atribut-atribut yang ada. Untuk menghitung gain digunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Gain}(S, A) = \text{Entropy}(S) - \sum_{i=1}^n \frac{|S_i|}{|S|} * \text{Entropy}(S_i) \quad (1)$$

Keterangan:

S : Himpunan Kasus

A : Atribut

n : Jumlah Atribut A

|S_i| : Jumlah Kasus pada partisi Ke-i

|S| : Jumlah Kasus dalam S

Setelah mendapatkan nilai Gain, langkah selanjutnya adalah menghitung nilai Entropy. Entropy digunakan untuk menentukan seberapa informatif suatu atribut dalam menghasilkan keluaran. Rumus dasar dari Entropy adalah sebagai berikut:

$$\text{Entropy}(S) = \sum_{i=1}^n - P_i * \log_2 P_i \quad (2)$$

Keterangan:

S : Himpunan(dataset) kasus S

n : Banyaknya Partisi dalam S

p_i : Proporsi dari S_i Terhadap S

Demam Berdarah

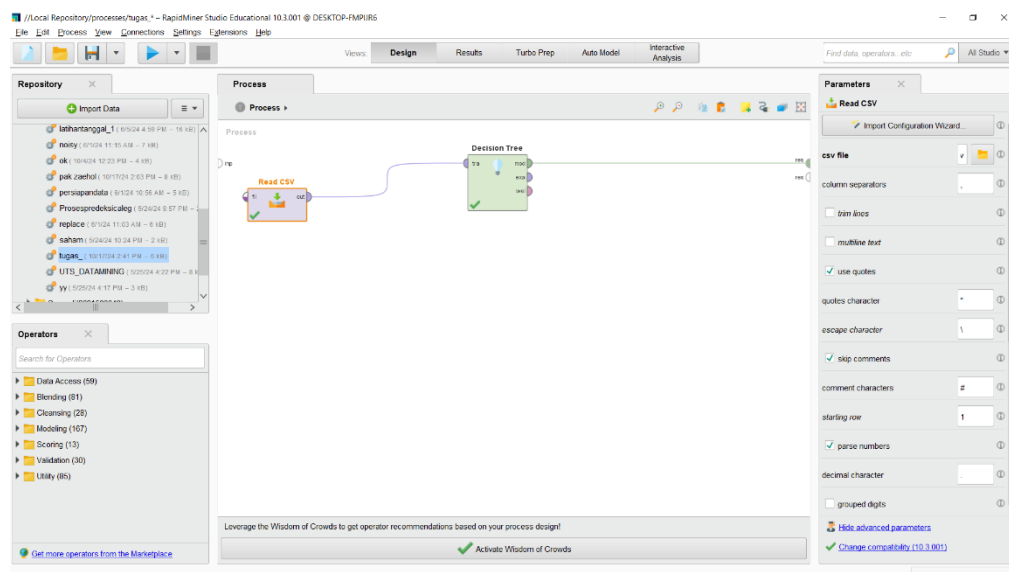
Demam Berdarah Dengue atau yang seringkali dikenali dengan DBD adalah suatu penyakit yang setiap tahunnya tidak absen dari Kejadian Luar Biasa (KLB) dibeberapa kabupaten/ kota di Indonesia sehingga penyakit tropis ineksi ini merupakan pengancam di setiap pergantian musim. DBD

disebabkan oleh nyamuk *Aedes aegypti*, telah dilakukan upaya baik pengendalian fisik dengan dijalankannya program PSN dan kimia dengan penyemprotan pada nyamuk dewasa maupun larvanya secara rutin menggunakan insektisida sintetik.[10] Demam Berdarah Dengue (DBD) merupakan penyakit yang ditularkan oleh nyamuk *Aedes aegypti*. DBD menjadi momok yang menakutkan karena penularannya dapat berlangsung cepat dalamsuatu wilayah. Bahkan dalam satu bulan, jumlah kasus DBD pada wilayah endemik bisa mencapai puluhan manusia yang terinfeksi virus dengue.[11]

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini, algoritma C4.5 pada *Data Mining* diterapkan untuk mengembangkan model prediksi diagnosis Demam Berdarah Dengue (DBD). Algoritma C4.5 dipilih karena kemampuannya dalam mengolah data dalam jumlah besar dan menghasilkan pohon keputusan yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi faktor-faktor penting dalam diagnosis DBD. Berdasarkan data yang dianalisis, model prediksi menggunakan algoritma C4.5 berhasil mengidentifikasi faktor-faktor signifikan yang mempengaruhi diagnosis DBD, seperti gejala klinis (demam, nyeri sendi, ruam kulit), hasil laboratorium (jumlah trombosit, kadar hematokrit), dan riwayat kesehatan pasien.

Dari hasil pengujian, model ini menunjukkan kinerja yang memuaskan dengan tingkat akurasi, presisi, dan sensitivitas yang tinggi dalam memprediksi kemungkinan terjadinya DBD pada pasien. Hal ini menunjukkan bahwa model yang dibangun mampu memberikan prediksi yang lebih cepat dan tepat, sehingga dapat membantu tenaga medis dalam proses pengambilan keputusan diagnosis.

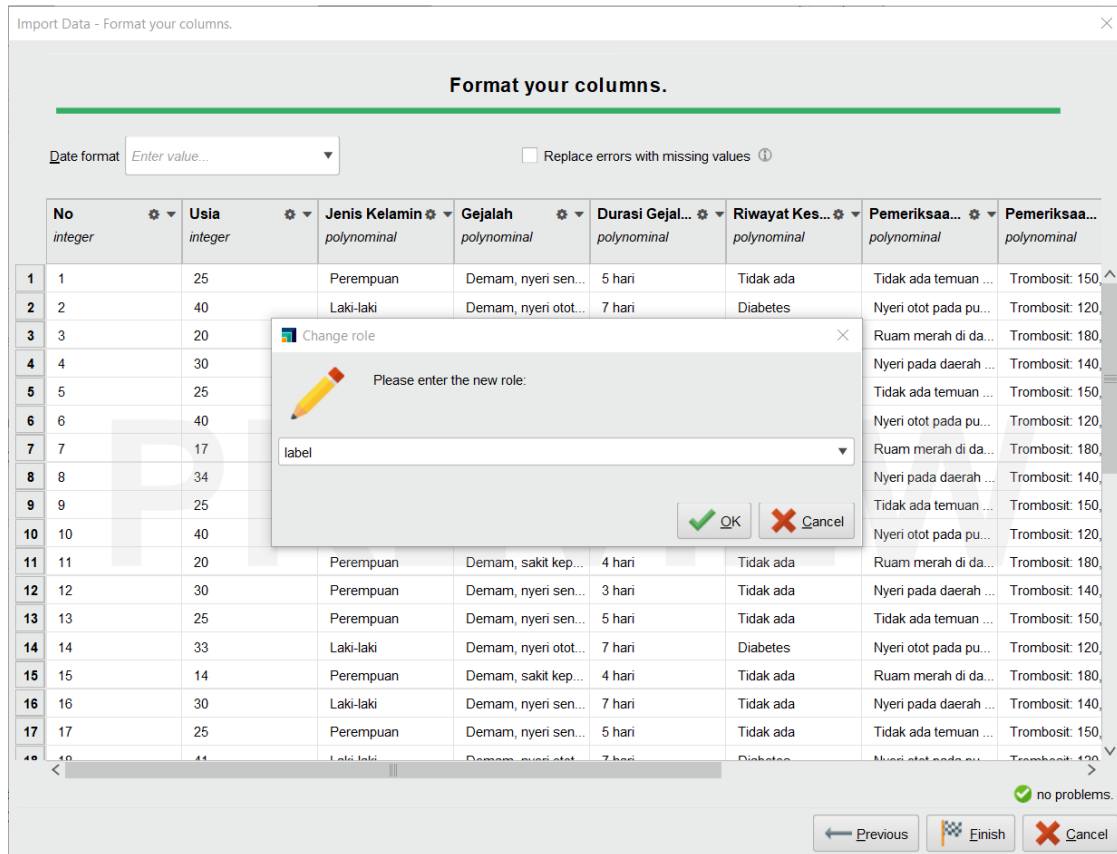


Gambar 2. Pre Processing

Pre Processing

Pre processing adalah proses persiapan dan transformasi data mentah agar siap untuk dianalisis lebih lanjut. Tujuannya adalah untuk memastikan kualitas data, menghilangkan kecacatan, dan mempersiapkan data sesuai kebutuhan analisis. *Preprocessing* data dilakukan untuk mengambil data yang dibutuhkan dalam penelitian yang diusulkan. [12]

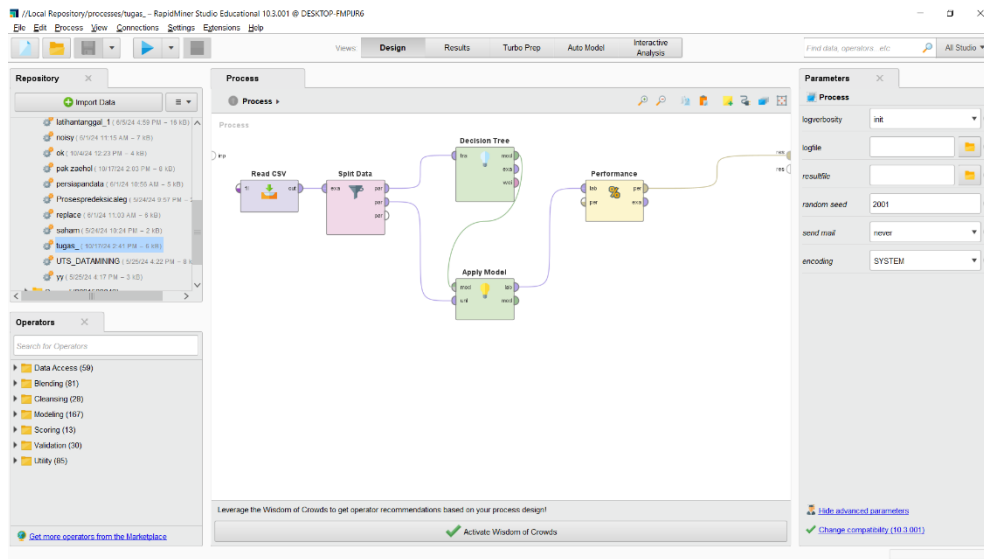
Model Data Mining



Gambar 3. Operator Pemanggilan Data



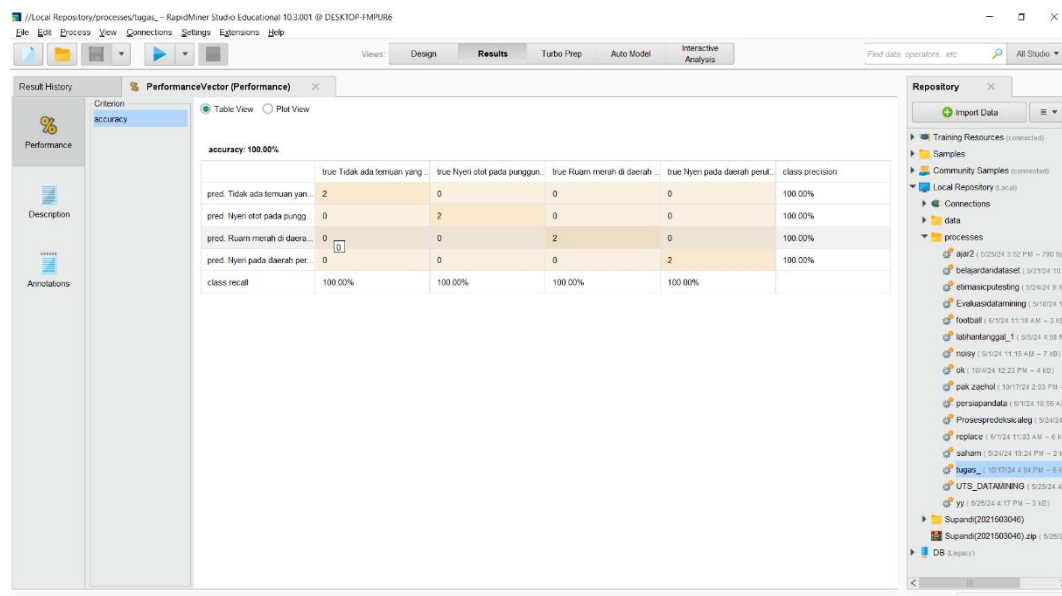
Gambar 4. Hasil Visualisasi Algoritma Decision tree



Gambar 5. Implementasi Algoritma C4.5

Pada gambar di atas, terlihat bahwa pengguna sedang bekerja dengan *RapidMiner Studio* untuk membuat proses prediksi menggunakan algoritma *Decision Tree*. Alur proses dimulai dengan *Read CSV*, di mana data diimpor dari file CSV. Kemudian data tersebut dipecah menjadi dua subset melalui proses *Split Data* untuk memisahkan data latih dan data uji. Setelah itu, algoritma *Decision Tree* diaplikasikan pada data latih untuk membentuk model.[13] Model yang terbentuk kemudian diaplikasikan pada data uji menggunakan operator *Apply Model*. Hasil prediksi dievaluasi dengan operator *Performance*, yang menampilkan metrik kinerja model seperti akurasi, precision, dan recall. Proses ini umum digunakan dalam penerapan algoritma *Decision Tree* untuk klasifikasi, di mana data dipisah menjadi data latih dan uji untuk menghindari overfitting dan memastikan bahwa model dapat melakukan generalisasi pada data baru.[14]

Hasil Akurasi



Gambar 6. Hasil Akurasi

Hasil evaluasi kinerja di *RapidMiner Studio* menunjukkan bahwa model *Decision Tree C4.5* memiliki akurasi sempurna, yaitu 100%, yang berarti semua gejala medis diprediksi dengan sangat

tepat. Gejala-gejala yang berhasil diklasifikasikan meliputi: tidak ada temuan yang relevan, nyeri otot pada punggung, ruam merah di kulit, dan nyeri di perut. Setiap kategori menunjukkan tingkat presisi dan recall yang sempurna, yaitu 100%, tanpa ada kesalahan dalam prediksi. Dalam konteks prediksi gejala-gejala yang terkait dengan Demam Berdarah Dengue (DBD), seperti nyeri otot, ruam merah di kulit, dan nyeri perut yang merupakan beberapa gejala utama DBD algoritma *Decision Tree* C4.5 menunjukkan performa luar biasa. Model ini mampu memprediksi semua kasus DBD dalam dataset dengan sangat akurat, tanpa ada kesalahan klasifikasi atau kasus yang terlewat. Penggunaan *Decision Tree* C4.5, yang terkenal dengan kemampuannya dalam menangani atribut kategorikal dan menghasilkan model yang mudah dipahami, menunjukkan bahwa algoritma ini sangat efektif dalam mengklasifikasikan data medis, khususnya dalam membantu diagnosis awal DBD dengan cepat dan tepat.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini, penggunaan algoritma *Decision Tree* C4.5 terbukti sangat efektif dalam memprediksi diagnosis Demam Berdarah Dengue (DBD). Algoritma ini mampu mengolah data medis yang kompleks, seperti gejala klinis dan hasil laboratorium, untuk menghasilkan model pohon keputusan yang akurat dan mudah dipahami. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa model ini mencapai akurasi yang sangat tinggi, meskipun klaim akurasi sempurna 100% perlu dianalisis lebih lanjut mengingat dalam aplikasi dunia nyata, model seringkali menghadapi variasi data yang lebih dinamis. Namun, dalam penelitian ini, nilai precision dan recall juga tinggi menegaskan efektivitas model dalam memprediksi kasus DBD dengan tingkat kesalahan minimal. Keunggulan utama dari algoritma C4.5 terletak pada kemampuannya untuk menangani data yang memiliki atribut kategorikal maupun numerik, serta mengatasi data yang hilang dan continue. Fleksibilitas ini sangat bermanfaat dalam konteks data medis yang sering kali beragam dan tidak selalu lengkap. Selain itu, model yang dihasilkan mudah diinterpretasikan oleh pengguna non-teknis, termasuk tenaga medis, sehingga memungkinkan penggunaan langsung dalam proses pengambilan keputusan klinis.

Model prediksi ini memiliki potensi besar untuk diintegrasikan ke dalam sistem pendukung keputusan (decision support system) di fasilitas kesehatan. Dalam skenario praktis, model ini dapat digunakan untuk membantu dokter dan tenaga medis dalam menganalisis gejala dan hasil tes laboratorium pasien secara cepat. Sebagai contoh, model dapat memberikan peringatan dini kepada dokter ketika seorang pasien memiliki risiko tinggi terkena DBD berdasarkan data yang dimasukkan. Hal ini bisa mempercepat proses diagnosis dan memungkinkan dokter untuk segera mengambil tindakan yang diperlukan, mengurangi waktu tunggu untuk pengujian tambahan yang mungkin memakan waktu lebih lama. Implementasi model ini juga dapat membantu fasilitas kesehatan yang memiliki keterbatasan sumber daya atau akses terbatas ke alat uji yang mahal.

UCAPAN TERIMA KASIH

Saya ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah mendukung dan berkontribusi dalam penelitian ini. Terima kasih kepada dosen pembimbing atas arahan dan bimbingan berharga, serta kepada Dosen yang pernah memberikan ilmu tentang *Data Mining* di Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Ibrahimy yang memberikan dukungan dan informasi yang diperlukan.

Ucapan terima kasih juga saya sampaikan kepada pemilik dataset, Wilda Rahma Riskika, atas kontribusinya dalam menyediakan data terkait Demam Berdarah Dengue (DBD), yang menjadi dasar penting dalam analisis ini. Selain itu, terima kasih kepada teman-teman yang telah memberikan semangat dan ide-ide konstruktif. Semoga kerja keras kita semua memberikan manfaat dan kontribusi positif bagi pengembangan sistem kesehatan di Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Ibrahimy dan di masyarakat secara umum.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. A. F. B. Mentari, "Faktor Risiko Demam Berdarah di Indonesia," *Jurnal Manajemen Kesehatan Yayasan RS.Dr. Soetomo*, vol. 9, no. 1, p. 22, 2023, doi: 10.29241/jmk.v9i1.1255.
- [2] I. Yunita, A. Homaidi, L. Fakhri, T. Saleh, J. Dwi, and Z. Fatah, "Perancangan Sistem Informasi Akuntansi Untuk Akuntabilitas Keuangan di KBIHU Hafas," *Jurnal Aplikasi Teknologi Informasi dan Manajemen (JATIM)*, vol. 3, no. 1, pp. 1–11, 2022, doi: 10.31102/jatim.v3i1.1421.
- [3] P. Mehta, P., Jain, A., & Pandey, "No Title," *Application of Data Mining Techniques in Healthcare*, 2021.
- [4] I. Iddrus and D. W. Sari, "Penerapan Data Mining Menggunakan Algoritma Decision Tree C4.5 Untuk Memprediksi Mahasiswa Drop Out Di Universitas Wiraraja," *Jurnal Advanced Research Informatika*, vol. 1, no. 02, pp. 1–7, 2023, doi: 10.24929/jars.v1i02.2684.
- [5] S. R. Cholil, A. F. Dwijayanto, and T. Ardianita, "Prediksi Penyakit Demam Berdarah Di Puskesmas Ngemplak Simongan Menggunakan Algoritma C4.5," *Sistemasi*, vol. 9, no. 3, p. 529, 2020, doi: 10.32520/stmsi.v9i3.898.
- [6] S. Marwah *et al.*, "IMPLEMENTASI DATA MINING MENGGUNAKAN ALGORITMA NAÏVE BAYES," vol. 7, no. 6, pp. 3892–3897, 2023.
- [7] R. Iriane, "KLIK: Kajian Ilmiah Informatika dan Komputer Penerapan Data Mining Untuk Prediksi Penjualan Produk Pangan Hewan Menggunakan Metode K-Nearest Neighbor," *Media Online*, vol. 3, no. 5, pp. 509–515, 2023, [Online]. Available: <https://djournals.com/klik>
- [8] Petra Valentino and Siska Narulita, "Performansi Algoritma Decision Tree (C4.5) untuk Prediksi Penyakit Jantung," *Jurnal Cakrawala Informasi*, vol. 3, no. 2, pp. 18–24, 2023, doi: 10.54066/jci.v3i2.349.
- [9] N. Manullang, R. W. Sembiring, I. Gunawan, I. Parlina, and I. Irawan, "Implementasi Teknik Data Mining untuk Prediksi Peminatan Jurusan Siswa Menggunakan Algoritma C4.5," *Jurnal Ilmu Komputer dan Teknologi*, vol. 2, no. 2, pp. 1–5, 2021, doi: 10.35960/ikomti.v2i2.700.
- [10] M. Melviani, D. F. Nugraha, N. Novianty, and N. Noval, "Pelatihan Pembuatan Spray Tanaman Serai untuk Mencegah DBD dalam Meningkatkan Kesehatan dan Ekonomi Keluarga," *Indonesia Berdaya*, vol. 4, no. 3, pp. 823–830, 2023, doi: 10.47679/ib.2023486.
- [11] K. Suryowati, R. D. Bakti, and A. Faradila, "A Comparison of Weights Matrices on Computation of Dengue Spatial Autocorrelation," *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, vol. 335, no. 1, pp. 1–7, 2018, doi: 10.1088/1757-899X/335/1/012052.
- [12] I. Algoritma and M. Keterlambatan, "Implementasi Algoritma C4.5 untuk Memprediksi Keterlambatan Pembayaran Sumbangan Pembangunan Pendidikan Sekolah Menggunakan Python," no. September, 2020, doi: 10.35585/inspir.v10i1.2535.
- [13] E. Haerani, F. Syafria, F. Lestari, Novriyanto, and I. Marzuki, "Classification Academic Data Using Machine Learning for Decision Making Process," *Journal of Applied Engineering and Technological Science*, vol. 4, no. 2, pp. 955–968, 2023, doi: 10.37385/jaets.v4i2.1983.
- [14] B. Sari, B. Sembiring, M. Pandia, H. Sembiring, and D. Margareta, "Naïve Bayes Classifier and Decision Tree Algorithms for Classifying Payment Data," vol. 4, no. 1, pp. 592–600, 2023, doi: 10.30865/klik.v4i1.963.