

Implementasi Algoritma Decision Tree untuk Klasifikasi Penerimaan Beasiswa Berdasarkan Data Akademik dan Kondisi Sosial Ekonomi Mahasiswa

Kevien Ollyvie Jolanda^{1*}, Aurielia Vegayanta², Eka Yulianti³, Himas Arya Rahmadhani⁴

¹Teknik Informatika/Fakultas Ilmu Komputer
(Universitas Duta Bangsa Surakarta)
¹*230103197@mhs.udb.ac.id (penulis korespondensi)

²Teknik Informatika/Fakultas Ilmu Komputer
(Universitas Duta Bangsa Surakarta)
²230103127@mhs.udb.ac.id

³ Teknik Informatika/Fakultas Ilmu Komputer
(Universitas Duta Bangsa Surakarta)
³230103191@mhs.udb.ac.id

⁴Teknik Informatika/Fakultas Ilmu Komputer
(Universitas Duta Bangsa Surakarta)
⁴230103195@mhs.udb.ac.id

Abstrak— Proses seleksi penerima beasiswa di perguruan tinggi sering menghadapi kendala berupa banyaknya jumlah pendaftar dan beragamnya kriteria penilaian sehingga berpotensi menimbulkan subjektivitas dalam pengambilan keputusan. Penelitian ini bertujuan mengembangkan sistem klasifikasi kelayakan penerima beasiswa berbasis web menggunakan algoritma Decision Tree untuk membantu proses seleksi yang lebih objektif, cepat, dan transparan. Metode penelitian yang digunakan meliputi pengumpulan data mahasiswa, pra-proses data, pembangunan model Decision Tree menggunakan algoritma CART dengan kriteria Gini Impurity, evaluasi model menggunakan metrik accuracy, precision, recall, dan F1-score, serta implementasi model ke dalam aplikasi berbasis web. Set terdiri atas 1.043 data mahasiswa dengan atribut Indeks Prestasi Kumulatif (IPK), penghasilan orang tua, keikutsertaan organisasi, Unit Kegiatan Mahasiswa (UKM), dan Jumlah Tanggungan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model Decision Tree mampu mencapai nilai accuracy sebesar 92,9%, precision 89,5%, recall 92,8%, dan F1-score 91,1%. Sistem yang dikembangkan tidak hanya mampu memberikan hasil prediksi kelayakan penerima beasiswa secara otomatis, tetapi juga menyediakan visualisasi pohon keputusan sehingga proses klasifikasi lebih mudah dipahami oleh pengguna. Berdasarkan hasil tersebut, sistem yang dibangun dapat menjadi sistem pendukung keputusan yang efektif dalam membantu proses seleksi penerima beasiswa secara lebih objektif, efisien, dan transparan.

Kata kunci— Decision Tree, klasifikasi, beasiswa, data mining, sistem pendukung keputusan.

Abstract— The scholarship selection process in higher education often faces challenges due to the large number of applicants and the variety of assessment criteria, which may lead to subjective decision-making. This study aims to develop a web-based scholarship eligibility classification system using the Decision Tree algorithm to support a more objective, efficient, and transparent selection process. The research method consists of data collection, data preprocessing, Decision Tree model development using the CART algorithm with the Gini Impurity criterion, model evaluation using accuracy, precision, recall, and F1-score metrics, and implementation of the trained model into a web-based application. The dataset consists of 1,043 student records with five predictor attributes: Grade Point Average (GPA), parents' income, participation in student organizations, participation in student activity units, and the number of family dependents. The experimental results show that the proposed Decision Tree model achieved an accuracy of 92.9%, precision of 89.5%, recall of 92.8%, and an F1-score of 91.1%. The developed system is capable of automatically predicting scholarship eligibility while providing a decision tree visualization to improve the transparency and interpretability of the classification process. Therefore, the proposed system can serve as an effective decision support tool for scholarship selection by improving objectivity, efficiency, and transparency.

Keywords— Decision Tree, classification, scholarship, data mining, decision support system.

I. PENDAHULUAN

Pendidikan tinggi merupakan landasan untuk membentuk tenaga profesional yang terampil. Namun, dengan meningkatnya biaya pendidikan, hal ini menjadi masalah bagi anak-anak dari keluarga kurang mampu. Salah satu pendekatan strategis untuk mewujudkan akses pendidikan bagi semua orang tanpa memandang status sosial-ekonomi mereka adalah melalui pemberian beasiswa [1]. Program beasiswa tidak hanya memberikan bantuan keuangan kepada mahasiswa, tetapi juga meningkatkan Indeks Pembangunan Manusia serta menciptakan generasi yang kompetitif di masa depan bagi perguruan tinggi dan pemerintah [2].

Menemukan penerima beasiswa yang paling layak dan tanpa bias merupakan hal yang sulit, terutama jika jumlah pendaftar banyak dan sumber daya terbatas [3], [4]. Prestasi akademik, pendapatan orang tua, jumlah tanggungan dalam keluarga, serta faktor-faktor sosial-ekonomi lainnya, dipertimbangkan secara multifaset menggunakan kriteria seleksi yang kompleks [5]. Pengambilan keputusan secara manual atau “sederhana” dapat menyebabkan ketidakonsistenan, subjektivitas, dan penyaluran dana yang tidak tepat sasaran [6]. Oleh karena itu, sangatlah penting untuk memiliki proses pengambilan keputusan yang jelas dan transparan dalam pengelolaan program beasiswa [7].

Salah satu metode yang telah terbukti adalah penggunaan metode klasifikasi yang berasal dari algoritma *Decision Tree*. Layaknya serangkaian tes sederhana, algoritma ini merupakan teknik penambangan data yang digunakan untuk membuat model prediktif. Hasilnya adalah model yang mudah dipahami dan diinterpretasikan oleh para pengambil keputusan [8], [9]. Di bidang pendidikan, algoritma *Decision Tree* telah terbukti cocok untuk beberapa masalah klasifikasi, seperti prediksi penerimaan beasiswa oleh mahasiswa, dan analisis pengelolaan keuangan mahasiswa [3]. Dengan menggunakan metode ini, beberapa

pola informasi akademik dan sosio-ekonomi mahasiswa dapat diidentifikasi secara otomatis dan objektif [10], [11].

Penelitian-penelitian sebelumnya dengan algoritma *Decision Tree* dalam proses penerimaan beasiswa telah membuktikan keefektifannya. Penelitian yang menerapkan algoritma *Decision Tree* pada proses seleksi penerima beasiswa menunjukkan bahwa metode ini mampu mengelompokkan calon penerima berdasarkan kriteria akademik dan sosial-ekonomi secara sistematis. Hasil klasifikasi yang dihasilkan dapat digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan yang lebih objektif dan terukur dibandingkan proses seleksi manual [3], [12]. Studi kedua melakukan perbandingan antara berbagai model pembelajaran mesin sebagai alat untuk menentukan kelayakan bantuan keuangan dan menyimpulkan bahwa model *Decision Tree* dapat digunakan sebagai dasar proses seleksi bantuan keuangan bagi individu yang berhak menerima beasiswa [5]. Selain itu, penelitian ini menunjukkan penggunaan algoritma *Decision Tree* dalam *Analytic Hierarchy Process* (AHP) untuk meningkatkan proses pemberian beasiswa dalam sistem manajemen beasiswa berbasis web, terutama dalam hal efisiensi, keadilan, dan transparansi proses pemberian beasiswa [7].

Penerapan algoritma *Decision Tree* untuk klasifikasi permohonan beasiswa, berdasarkan data akademik dan kondisi sosial-ekonomi mahasiswa, dibahas dalam penelitian ini. Prinsip dasar *Decision Tree*, cara kerjanya, serta evaluasi efektivitasnya. Beberapa penelitian sebelumnya telah membahas penerapan data mining dalam penentuan penerima bantuan pendidikan atau beasiswa dengan berbagai pendekatan metode klasifikasi [13].

II. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif berbasis data mining dengan menerapkan algoritma *Decision Tree* untuk klasifikasi kelayakan penerima beasiswa [14].

Tahapan penelitian mencakup pengumpulan data, praproses data, pembangunan model, evaluasi model, implementasi sistem prediksi berbasis web, serta pengujian sistem. Alur penelitian yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Alur Penelitian

Berdasarkan Gambar 1, penelitian diawali dengan proses identifikasi permasalahan yang menjadi dasar dalam menentukan tujuan penelitian. Selanjutnya dilakukan pengumpulan dataset, praproses data, pembangunan model Decision Tree, evaluasi performa model, implementasi sistem berbasis web, dan diakhiri dengan pengujian sistem untuk memastikan seluruh fungsi aplikasi berjalan dengan baik.

A. Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data mahasiswa yang dikumpulkan dari sistem informasi akademik perguruan tinggi. Dataset terdiri dari 1.043 record data mahasiswa dengan lima atribut prediktor, yaitu: (1) Indeks Prestasi Kumulatif (IPK) dengan rentang nilai 0,00–4,00; (2) Penghasilan Orang Tua yang dikategorikan menjadi rendah, sedang, dan tinggi; (3) Keikutsertaan dalam Organisasi Kemahasiswaan (ya/tidak); (4) Keikutsertaan dalam Unit Kegiatan Mahasiswa/UKM (ya/tidak); dan (5) Jumlah Tanggungan. Label kelas merupakan status kelayakan beasiswa yang terdiri dari dua kategori: layak dan tidak layak.

Penelitian ini menggunakan lima atribut sebagai variabel prediktor, yaitu IPK, Penghasilan Orang Tua, Jumlah Tanggungan, Keikutsertaan Organisasi, dan Keikutsertaan UKM. Kelima atribut tersebut dipilih karena mewakili aspek akademik, kondisi ekonomi keluarga, serta keaktifan mahasiswa yang merupakan faktor-faktor yang umum dipertimbangkan dalam proses seleksi penerima beasiswa. Selain itu, atribut-atribut tersebut tersedia secara lengkap pada dataset sehingga

dapat digunakan sebagai dasar pembentukan model klasifikasi menggunakan algoritma Decision Tree.

Dataset yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari 1.042 data mahasiswa, dengan distribusi kelas sebanyak 770 data tidak layak menerima beasiswa dan 273 data layak menerima beasiswa. Informasi distribusi kelas ini digunakan untuk memberikan gambaran mengenai karakteristik dataset yang digunakan dalam proses pembentukan model Decision Tree.

B. Praproses Data

Tahap praproses dilakukan untuk memastikan kualitas data sebelum digunakan dalam proses pelatihan model. Langkah-langkah praproses meliputi: (1) pengecekan dan penanganan nilai kosong (missing values) dengan metode imputasi modus untuk atribut kategorikal dan imputasi rata-rata untuk atribut numerik; (2) pengecekan duplikasi data; (3) transformasi atribut kategorikal Penghasilan Orang Tua ke dalam representasi ordinal (rendah=1, sedang=2, tinggi=3); serta (4) transformasi atribut kategorikal lainnya ke dalam bentuk numerik agar dapat diproses oleh algoritma Decision Tree. Seluruh proses praproses dilakukan menggunakan library Pandas pada Python.

C. Pembangunan Model Decision Tree

Dataset dibagi menjadi data latih (training set) sebesar 80% dan data uji (testing set) sebesar 20% menggunakan metode train-test split dengan stratifikasi kelas untuk menjaga proporsi label pada kedua subset. Model Decision Tree dibangun menggunakan library Scikit-learn pada Python dengan kriteria pemisahan Gini Impurity [4].

Untuk memperoleh model Decision Tree dengan performa optimal sekaligus menghindari overfitting, dilakukan proses hyperparameter tuning menggunakan GridSearchCV dengan 5-fold cross-validation. Hyperparameter yang dioptimalkan meliputi max_depth, min_samples_split, min_samples_leaf, dan criterion. Rentang nilai yang diuji disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Hyperparameter Tuning Decision Tree

Hyperparameter	Rentang Nilai yang Diuji	Nilai Optimal
max_depth	3, 5, 7, 10, 15	7
min_samples_split	2, 5, 10	2
min_samples_leaf	1, 2, 4	2
criterion	gini, entropy	entropy

Berdasarkan hasil tuning, konfigurasi terbaik yang diperoleh adalah max_depth=7, min_samples_split=2, min_samples_leaf=2, dan criterion='entropy'. Konfigurasi ini menghasilkan skor validasi rata-rata (cross-validation) sebesar 76,4%. Konfigurasi ini dipilih karena memberikan keseimbangan terbaik antara akurasi pada data latih dan data validasi, sehingga model memiliki kemampuan generalisasi yang baik terhadap data baru.

D. Evaluasi Model

Performa model dievaluasi menggunakan beberapa metrik, yaitu akurasi, presisi, recall, dan F1-score. Selain itu, confusion matrix digunakan untuk menganalisis distribusi prediksi benar dan salah pada masing-masing kelas. Evaluasi dilakukan pada data uji yang tidak pernah digunakan selama proses pelatihan model untuk menghasilkan penilaian yang objektif terhadap kemampuan generalisasi model.

E. Implementasi Sistem

Model Decision Tree yang telah dilatih diekspor menggunakan library joblib dan diintegrasikan ke dalam backend berbasis Python (Flask/FastAPI). Antarmuka pengguna dibangun menggunakan Next.js/React sehingga petugas beasiswa dapat memasukkan data mahasiswa dan memperoleh hasil prediksi secara real-time. Sistem kemudian dideploy pada server menggunakan Nginx sebagai reverse proxy dan

PM2 sebagai process manager untuk menjamin ketersediaan layanan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian ini berupa aplikasi berbasis web yang mengimplementasikan algoritma Decision Tree untuk mengklasifikasikan kelayakan penerima beasiswa berdasarkan data akademik dan kondisi sosial ekonomi mahasiswa. Sistem dikembangkan untuk membantu proses seleksi beasiswa agar lebih cepat, objektif, dan transparan. Pengguna cukup memasukkan data yang diperlukan, kemudian sistem secara otomatis menampilkan hasil prediksi beserta visualisasi proses pengambilan keputusan.

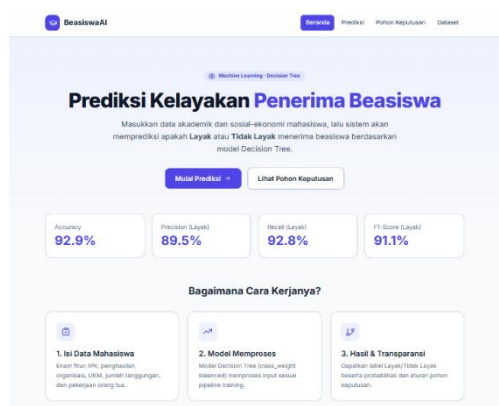
Halaman pertama yang ditampilkan adalah Halaman Beranda, yang berfungsi sebagai media informasi mengenai sistem. Pada halaman ini ditampilkan tujuan aplikasi, metode yang digunakan, alur kerja sistem, serta hasil evaluasi model berupa accuracy sebesar 92,9%, precision 89,5%, recall 92,8%, dan F1-score 91,1%. Informasi tersebut menunjukkan bahwa model Decision Tree memiliki performa yang baik sehingga hasil prediksi yang dihasilkan memiliki tingkat kepercayaan yang tinggi. Selain itu, hasil model ini direpresentasikan dalam bentuk pohon keputusan untuk menjelaskan proses pengambilan keputusan.

Pohon keputusan yang dihasilkan membentuk sejumlah aturan klasifikasi (*decision rules*) yang dapat digunakan untuk menjelaskan proses pengambilan keputusan. Aturan-aturan tersebut merupakan kombinasi dari atribut Penghasilan Orang Tua, Jumlah Tanggungan, Keikutsertaan UKM, Keikutsertaan Organisasi, dan IPK. Setiap keputusan yang dihasilkan oleh sistem dapat ditelusuri melalui struktur pohon keputusan sehingga proses klasifikasi menjadi lebih transparan dan mudah dipahami oleh pengguna.

Berdasarkan hasil klasifikasi, mahasiswa yang termasuk dalam kategori layak umumnya memiliki kondisi ekonomi keluarga yang lebih rendah, jumlah tanggungan keluarga yang lebih besar, serta didukung oleh prestasi akademik dan

keaktifan dalam organisasi maupun Unit Kegiatan Mahasiswa. Sebaliknya, mahasiswa yang dikategorikan tidak layak umumnya berasal dari keluarga dengan kondisi ekonomi yang lebih baik atau memiliki jumlah tanggungan yang lebih sedikit. Karakteristik tersebut menunjukkan bahwa model tidak hanya mempertimbangkan satu atribut, tetapi mengombinasikan beberapa atribut untuk menghasilkan keputusan yang lebih objektif.

Selain itu, halaman beranda juga menjelaskan secara ringkas mekanisme kerja sistem, mulai dari proses pengisian data mahasiswa, pengolahan data menggunakan model Decision Tree yang telah dilatih, hingga menghasilkan keputusan "Layak" atau "Tidak Layak" menerima beasiswa. Dengan demikian, pengguna dapat memahami alur kerja aplikasi tanpa harus mengetahui detail algoritma yang digunakan.



Gambar 2. Halaman Beranda

Fitur utama aplikasi terdapat pada halaman Prediksi, yaitu halaman yang digunakan untuk melakukan proses klasifikasi calon penerima beasiswa. Pada halaman ini tersedia formulir yang dibagi menjadi dua bagian, yaitu data administratif dan data penilaian. Data administratif seperti nama mahasiswa, program studi, jenis kelamin, asal sekolah, tahun lulus, serta pekerjaan orang tua disediakan sebagai informasi pendukung dan tidak digunakan sebagai variabel dalam proses klasifikasi. Sementara itu, data penilaian merupakan atribut yang digunakan oleh model Decision Tree dalam menentukan hasil prediksi. Atribut tersebut

meliputi nilai IPK, kategori penghasilan orang tua, keikutsertaan dalam organisasi, keikutsertaan dalam Unit Kegiatan Mahasiswa (UKM), serta jumlah tanggungan orang tua.

Pengisian data pada halaman prediksi dirancang agar mudah dipahami oleh pengguna. Nilai IPK dimasukkan menggunakan komponen slider sehingga pengguna dapat menentukan nilai dalam rentang yang tersedia secara lebih praktis. Variabel kategori seperti penghasilan orang tua, organisasi, dan UKM disajikan dalam bentuk pilihan sehingga dapat mengurangi kesalahan input. Jumlah tanggungan dipilih melalui menu pilihan yang telah disediakan.

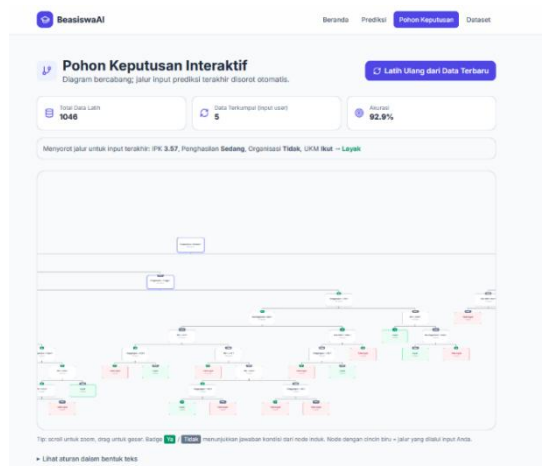
Gambar 3. Halaman Prediksi Penerimaan Beasiswa

Halaman prediksi digunakan untuk memasukkan data mahasiswa yang terdiri atas nilai IPK, penghasilan orang tua, jumlah tanggungan, keikutsertaan organisasi, dan keikutsertaan UKM. Setelah data diproses, sistem memberikan hasil prediksi berupa kategori Layak atau Tidak Layak beserta nilai probabilitas sebagai tingkat keyakinan model terhadap hasil klasifikasi yang diberikan.

Salah satu keunggulan sistem yang dikembangkan adalah tersedianya fitur visualisasi pohon keputusan. Fitur ini memungkinkan pengguna mengetahui jalur

keputusan (*decision path*) yang dilalui oleh data masukan hingga menghasilkan keputusan akhir. Dengan demikian, sistem tidak hanya memberikan hasil klasifikasi, tetapi juga mampu menjelaskan alasan di balik keputusan yang dihasilkan sehingga meningkatkan transparansi proses seleksi penerima beasiswa.

Halaman Pohon Keputusan menampilkan visualisasi struktur Decision Tree yang digunakan dalam proses klasifikasi. Pohon keputusan divisualisasikan secara interaktif sehingga pengguna dapat memperbesar, memperkecil, maupun menggeser tampilan pohon sesuai kebutuhan. Selain menampilkan struktur pohon secara keseluruhan, sistem juga memberikan penanda khusus pada jalur yang dilalui oleh data pengguna saat proses prediksi berlangsung. Dengan adanya penanda tersebut, pengguna dapat mengetahui aturan-aturan yang digunakan oleh model dalam menghasilkan keputusan akhir.

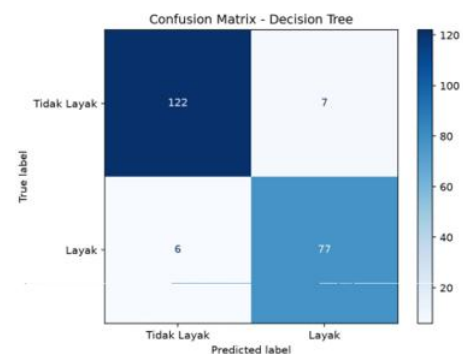


Gambar 4. Visualisasi Pohon Keputusan Hasil Klasifikasi

Berdasarkan visualisasi pohon keputusan pada Gambar 4, proses klasifikasi dilakukan secara bertahap melalui percabangan berdasarkan nilai atribut yang dimasukkan. Setiap percabangan merepresentasikan aturan keputusan yang digunakan model untuk mengelompokkan mahasiswa ke dalam kategori layak atau tidak layak menerima beasiswa. Dengan demikian, hasil prediksi yang diberikan sistem tidak hanya

berupa keputusan akhir, tetapi juga disertai proses pengambilan keputusan yang dapat ditelusuri dan dijelaskan kepada pengguna.

Pada halaman pohon keputusan juga disediakan informasi tambahan berupa jumlah data latih yang digunakan dalam proses pembentukan model, jumlah data prediksi yang telah diproses oleh sistem, serta nilai akurasi model. Informasi tersebut memberikan gambaran kepada pengguna mengenai sumber model yang digunakan sehingga meningkatkan kepercayaan terhadap hasil klasifikasi. Selain itu, tersedia fitur Latih Ulang dari Data Terbaru yang memungkinkan model diperbarui apabila terdapat penambahan dataset baru. Dengan demikian, model dapat terus menyesuaikan pola data terbaru sehingga performa klasifikasi tetap terjaga. Untuk mengetahui kemampuan model dalam melakukan klasifikasi, dilakukan evaluasi menggunakan confusion matrix sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 5.

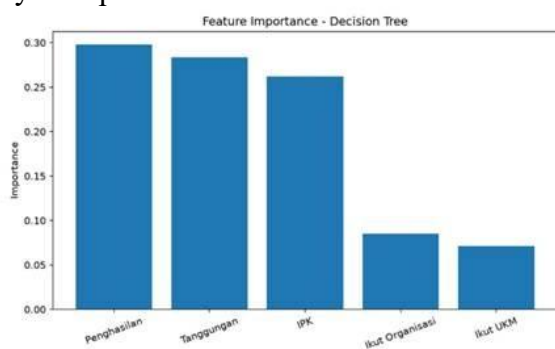


Gambar 5. Confusion Matrix Model Decision Tree

Hasil evaluasi menunjukkan bahwa model berhasil mengklasifikasikan 122 mahasiswa tidak layak dan 77 mahasiswa layak sesuai dengan kelas sebenarnya. Di sisi lain, terdapat 7 data tidak layak yang diprediksi sebagai Layak (*False Positive*) dan 6 data layak yang diprediksi sebagai Tidak Layak (*False Negative*). Jumlah kesalahan klasifikasi yang relatif kecil menunjukkan bahwa model memiliki kemampuan yang baik dalam membedakan karakteristik kedua kelas.

Kesalahan klasifikasi tersebut kemungkinan disebabkan oleh adanya beberapa mahasiswa yang memiliki karakteristik akademik maupun kondisi sosial ekonomi yang hampir serupa sehingga berada pada batas keputusan (*decision boundary*) model. Kondisi tersebut merupakan hal yang umum terjadi pada algoritma klasifikasi ketika beberapa data memiliki pola yang saling berdekatan. Meskipun demikian, jumlah kesalahan yang rendah menunjukkan bahwa model memiliki kemampuan generalisasi yang baik terhadap data yang belum pernah dipelajari sebelumnya. Hasil confusion matrix tersebut sejalan dengan hasil pengujian menggunakan metrik evaluasi yang menunjukkan nilai accuracy sebesar 92,9%, precision sebesar 89,5%, recall sebesar 92,8%, dan F1-score sebesar 91,1%. Nilai tersebut menunjukkan bahwa algoritma Decision Tree mampu melakukan klasifikasi kelayakan penerima beasiswa dengan tingkat ketepatan yang tinggi sehingga layak digunakan sebagai sistem pendukung keputusan.

Selain mengevaluasi hasil klasifikasi menggunakan confusion matrix, penelitian ini juga menganalisis tingkat pengaruh masing-masing atribut terhadap proses pengambilan keputusan menggunakan feature importance. Analisis ini bertujuan untuk mengetahui atribut yang paling berkontribusi dalam menentukan kelayakan penerima beasiswa.



Gambar 6. Feature Importance Decision Tree

Berdasarkan Gambar 6, atribut penghasilan orang tua memiliki nilai *feature importance* tertinggi sebesar 0,298, sehingga menjadi faktor yang paling dominan dalam proses klasifikasi. Selanjutnya diikuti oleh atribut jumlah

tanggungan sebesar 0,284 dan Indeks Prestasi Kumulatif (IPK) sebesar 0,262. Sementara itu, atribut keikutsertaan organisasi dan keikutsertaan Unit Kegiatan Mahasiswa (UKM) memiliki pengaruh yang lebih kecil, masing-masing sebesar 0,085 dan 0,071.

Hasil tersebut menunjukkan bahwa model lebih memprioritaskan kondisi sosial ekonomi mahasiswa dibandingkan atribut lainnya dalam menentukan kelayakan penerima beasiswa. Hal ini sesuai dengan tujuan utama program beasiswa yang tidak hanya mempertimbangkan prestasi akademik, tetapi juga memperhatikan kondisi ekonomi calon penerima. Meskipun demikian, nilai IPK tetap memberikan kontribusi yang cukup besar dalam proses klasifikasi sehingga aspek akademik tetap menjadi salah satu faktor penting dalam pengambilan keputusan.

Analisis *feature importance* juga memperkuat hasil visualisasi pohon keputusan yang menunjukkan bahwa atribut penghasilan orang tua ditempatkan sebagai simpul utama (*root node*) pada proses pembentukan pohon keputusan. Dengan demikian, hasil analisis menunjukkan bahwa model menghasilkan aturan klasifikasi yang sesuai dengan karakteristik data yang digunakan dalam penelitian.

Untuk mengetahui efektivitas algoritma yang digunakan, dilakukan perbandingan performa Decision Tree dengan beberapa algoritma klasifikasi lainnya, yaitu Random Forest, Support Vector Machine (SVM), dan Naïve Bayes.



Gambar 7. Perbandingan Akurasi Antar Algoritma

Berdasarkan hasil pengujian pada Gambar 7, algoritma Random Forest memperoleh nilai accuracy tertinggi sebesar 96,2%, diikuti oleh Decision Tree sebesar 93,87%, Support Vector Machine (SVM) sebesar 90,09%, dan Naïve Bayes sebesar 82,08%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa Random Forest memiliki kemampuan prediksi yang lebih tinggi dibandingkan algoritma lainnya karena merupakan metode *ensemble* yang menggabungkan banyak pohon keputusan sehingga mampu mengurangi risiko *overfitting*. Nilai evaluasi 92,9% merupakan hasil pengujian model Decision Tree pada sistem utama, sedangkan 93,87% merupakan hasil pengujian dalam skenario perbandingan antar algoritma menggunakan dataset yang sama.

Meskipun demikian, penelitian ini tetap menggunakan algoritma Decision Tree sebagai model utama karena memiliki keunggulan dari sisi interpretabilitas. Berbeda dengan Random Forest yang menghasilkan banyak pohon keputusan sehingga proses pengambilan keputusan lebih sulit dijelaskan, Decision Tree menghasilkan satu struktur pohon yang dapat divisualisasikan dan dianalisis secara langsung. Setiap keputusan yang dihasilkan dapat ditelusuri berdasarkan aturan yang terbentuk pada pohon keputusan sehingga pengguna dapat memahami alasan suatu mahasiswa diklasifikasikan sebagai Layak maupun Tidak Layak.

Karakteristik tersebut menjadikan Decision Tree lebih sesuai diterapkan pada sistem pendukung keputusan penerimaan beasiswa. Dalam proses seleksi beasiswa, transparansi merupakan aspek yang sangat penting karena setiap keputusan harus dapat dipertanggungjawabkan kepada pihak pengelola maupun calon penerima. Oleh karena itu, meskipun Random Forest memberikan nilai akurasi yang lebih tinggi, Decision Tree tetap dipilih karena mampu memberikan keseimbangan antara performa klasifikasi dan kemudahan interpretasi hasil.

Secara keseluruhan, hasil implementasi sistem, visualisasi pohon keputusan, evaluasi menggunakan confusion matrix, analisis *feature importance*, serta perbandingan dengan algoritma klasifikasi lainnya menunjukkan bahwa algoritma Decision Tree memiliki performa yang baik dalam mengklasifikasikan kelayakan penerima beasiswa. Selain menghasilkan tingkat akurasi yang tinggi, model juga mampu menjelaskan proses pengambilan keputusan secara transparan melalui aturan-aturan yang terbentuk pada pohon keputusan. Dengan demikian, algoritma Decision Tree dapat digunakan sebagai metode klasifikasi yang efektif untuk mendukung proses seleksi penerima beasiswa secara lebih objektif, efisien, dan mudah dipahami.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, disimpulkan bahwa algoritma Decision Tree berhasil diterapkan untuk mengklasifikasikan kelayakan penerima beasiswa berdasarkan data akademik dan kondisi sosial-ekonomi mahasiswa. Model ini dibangun menggunakan algoritma CART dengan kriteria Gini Impurity, menggunakan 1.043 data mahasiswa dengan lima atribut prediktor, yaitu Indeks Prestasi Kumulatif (IPK), penghasilan orang tua, keikutsertaan organisasi, keikutsertaan Unit Kegiatan Mahasiswa (UKM), dan jumlah tanggungan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa model yang dibangun memiliki performa yang baik, dengan nilai akurasi sebesar 92,9%, presisi sebesar 89,5%, recall sebesar 92,8%, dan F1-score sebesar 91,1%. Ini menunjukkan bahwa sistem mampu mengklasifikasikan kelayakan penerima beasiswa secara akurat dan konsisten.

Model yang telah dilatih kemudian diimplementasikan ke dalam aplikasi berbasis web dengan backend Python (Flask/fastapi) dan antarmuka Next.js/React, sehingga proses klasifikasi dapat dilakukan secara otomatis dan real-time oleh petugas beasiswa. Sistem yang dikembangkan juga dilengkapi dengan

visualisasi pohon keputusan secara interaktif serta penanda jalur keputusan yang dilalui oleh setiap data prediksi, sehingga hasil klasifikasi tidak bersifat "black box" dan lebih mudah dipahami serta dipertanggungjawabkan. Dengan tingkat akurasi yang tinggi dan transparansi proses pengambilan keputusan yang disajikan, sistem ini terbukti dapat menjadi sistem pendukung keputusan yang efektif dalam membantu proses seleksi penerima beasiswa secara lebih objektif, efisien, dan transparan.

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan yang perlu diperhatikan. Pertama, jumlah atribut prediktor yang digunakan masih terbatas pada lima atribut, sehingga belum mencakup faktor lain yang mungkin relevan dalam penentuan kelayakan beasiswa, seperti prestasi non-akademik atau kondisi geografis mahasiswa. Kedua, data yang digunakan hanya berasal dari satu perguruan tinggi, sehingga generalisasi model terhadap populasi mahasiswa di institusi lain masih perlu diuji lebih lanjut. Ketiga, meskipun penelitian ini telah membandingkan performa Decision Tree dengan algoritma Random Forest, SVM, dan Naïve Bayes, pengujian masih dilakukan pada dataset yang sama, sehingga belum menggambarkan konsistensi performa model pada data dari sumber yang berbeda. Keterbatasan-keterbatasan ini menjadi acuan penting bagi pengembangan penelitian selanjutnya.

Untuk pengembangan selanjutnya, disarankan agar penelitian ini dapat memperluas jumlah data serta menambahkan variabel prediktor lain yang relevan guna meningkatkan generalisasi model. Selain itu, fitur pelatihan ulang dengan data terbaru yang telah tersedia dalam sistem dapat dimanfaatkan secara berkala agar model tetap adaptif terhadap perubahan pola data penerima beasiswa dari waktu ke waktu, sehingga tingkat akurasi dan keandalan sistem dapat terus terjaga.

REFERENSI

- [1] I. Fadhil and A. Sabic-El-Rayess, "Providing Equity of Access to Higher Education in Indonesia: A Policy Evaluation," *Indonesian Journal on Learning*

and Advanced Education (IJOLAE), pp. 57–75, Jan. 2021, doi: 10.23917/ijolae.v3i1.10376.

- [2] V. Aries Siswanto, T. Pudji Wahjuningsih, S. Widya Pratama Pekalongan, K. Kunci, M. Belajar, and P. Belajar, "PENGARUH IMPLEMENTASI PROGRAM BEASISWA TERHADAP MOTIVASI DAN PRESTASI BELAJAR MAHASISWA STMIK WIDYA PRATAMA PEKALONGAN," vol. XVIII, no. 1, 2023, [Online]. Available: <http://ejournal.stmik-wp.ac.id>
- [3] N. Hijriana and D. M. Rasyidan, "Penerapan Metode Decision Tree Algoritma C4.5 untuk Seleksi Calon Penerima Beasiswa Tingkat Universitas (Nadiya Hijriana dan Muhammad Rasyidan)."
- [4] H. Asrawi, "Jurnal Ilmu Komputer Aceh Klasifikasi Kelayakan Penerimaan Beasiswa Kip Menggunakan Metode Decision Tree", doi: 10.51179/ilka.v3i1.51.
- [5] J. Khatib Sulaiman Dalam No, R. Wandri, Y. Arta, A. Hanafiah, and R. Oktaviani, "Prediction of Student Scholarship Recipients Using the K-Means Algorithm and C4," *Indonesian Journal of Computer Science Attribution*, vol. 12, no. 1, pp. 2023–74.
- [6] M. N. Gea and Z. R. Tembusai, "Sistem Pendukung Keputusan untuk Menentukan Penerimaan Beasiswa Menggunakan Kombinasi Metode ELECTRE dan SAW," *Jurnal Minfo Polgan*, vol. 14, no. 1, pp. 713–724, Jun. 2025, doi: 10.33395/jmp.v14i1.14833.
- [7] V. Fajri and M. Anwar, "Development of a Multi-Criteria Decision Support System for Scholarship Selection Based on the Analytical Hierarchy Process (AHP) Method," *Jurnal Teknik Komputer dan Informatika (JTeKI)*, vol. 1, no. 1, pp. 1–21, 2021, doi: 10.24036/jteki.v1i1.1.
- [8] J. R. Quinlan, "Induction of Decision Trees," 1986.
- [9] M. Thoriq, F. Maulana, S. Ali Pitchay, F. Ridzuan, and W. Ramanda, "Explainable AI pada Seleksi Beasiswa KIP Berbasis Machine Learning di Universitas Adzka," *Jurnal Pustaka AI (Pusat Akses Kajian Teknologi Artificial Intelligence)*, vol. 6, no. 1, pp. 80–91, Mar. 2026, doi: 10.55382/jurnalpustakaai.v6i1.1767.
- [10] I. Kumala Sari, A. Hermawan, and D. Avianto, "INSOLOGI: Jurnal Sains dan Teknologi Klasifikasi Kelayakan Bantuan Pendidikan Menggunakan Metode Decision Tree," *Media Cetak*, vol. 5, no. 3, pp. 914–925, 2026, doi: 10.55123/insologi.v5i3.8104.
- [11] J. Homepage, A. Putri, and B. Purnama, "MALCOM: Indonesian Journal of Machine Learning and Computer Science Classification of Scholarship Eligibility Using Naïve Bayes with Attribute Optimization Based on K-Means Clustering Klasifikasi Kelayakan Penerima Beasiswa Menggunakan Naive Bayes dengan Optimasi Atribut Berbasis K-Means Clustering," vol. 5, pp. 1450–1462, 2025, doi: 10.57152/malcom.v5i4.2312.
- [12] U. Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau Simpang Baru et al., "Klasifikasi Penerima Beasiswa Kartu Indonesia Pintar Kuliah dengan Metode Machine Learning," 2026. [Online]. Available: <https://www.jurnal.stkipgritlungagung.ac.id/index.php/joincos>
- [13] I. Kumala Sari, A. Hermawan, and D. Avianto, "INSOLOGI: Jurnal Sains dan Teknologi Klasifikasi Kelayakan Bantuan Pendidikan Menggunakan Metode Decision Tree," *Media Cetak*, vol. 5, no. 3, pp. 914–925, 2026, doi: 10.55123/insologi.v5i3.8104.
- [14] I. Kumala Sari, A. Hermawan, and D. Avianto, "INSOLOGI: Jurnal Sains dan Teknologi Klasifikasi Kelayakan Bantuan Pendidikan Menggunakan Metode Decision Tree," *Media Cetak*, vol. 5, no. 3,

pp. 914–925, 2026, doi:
10.55123/insologi.v5i3.8104.