



Implementasi Sistem Evaluasi Perkembangan Motorik Anak Usia Dini Berbasis Website Menggunakan Algoritma Decision Tree (C4.5)

Diani Fitri Supriadi¹, Andin eka safitri²

^{1,2} Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Pamulang

¹fdiani1014@gmail.com, ²dosen0112@unpam.ac.id

Abstrak

Perkembangan motorik anak usia dini merupakan aspek penting yang harus dipantau untuk memastikan tumbuh kembang anak berlangsung secara optimal. Di PAUDQ Aisyah, proses evaluasi perkembangan motorik masih dilakukan secara manual menggunakan lembar observasi sehingga membutuhkan waktu yang relatif lama, berpotensi menimbulkan kesalahan pencatatan, serta menghasilkan penilaian yang bersifat subjektif antar guru. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem evaluasi perkembangan motorik anak usia dini berbasis website dengan memanfaatkan algoritma Decision Tree (C4.5) sebagai metode klasifikasi. Metode penelitian yang digunakan adalah Research and Development (R&D) dengan pendekatan kuantitatif dan kualitatif. Tahapan penelitian meliputi pengumpulan data observasi, pra-pemrosesan data, pembentukan model Decision Tree menggunakan perhitungan entropy, information gain, split information, dan gain ratio, dilanjutkan dengan implementasi sistem berbasis website menggunakan Python Framework Django dan basis data MySQL. Dataset yang digunakan terdiri atas data observasi perkembangan motorik anak yang dibagi menjadi data pelatihan dan data pengujian untuk mengevaluasi performa model menggunakan confusion matrix. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem mampu melakukan klasifikasi perkembangan motorik anak secara otomatis ke dalam kategori yang telah ditentukan sehingga membantu guru melakukan evaluasi dengan lebih cepat, objektif, dan terstruktur. Selain itu, visualisasi pohon keputusan yang dihasilkan memudahkan pengguna dalam memahami dasar pengambilan keputusan klasifikasi. Implementasi sistem ini juga meningkatkan efisiensi pengelolaan data, penyusunan laporan perkembangan anak, serta mendukung proses monitoring perkembangan motorik secara digital sehingga dapat menjadi solusi bagi lembaga pendidikan anak usia dini dalam meningkatkan kualitas evaluasi perkembangan peserta didik.

Kata Kunci: Evaluasi Perkembangan Motorik, Decision Tree C4.5, Website, Data Mining, Anak Usia Dini, Sistem Klasifikasi.

1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi informasi telah membawa perubahan signifikan dalam berbagai bidang kehidupan, termasuk sektor pendidikan anak usia dini. Digitalisasi proses pembelajaran dan evaluasi memberikan peluang bagi lembaga pendidikan untuk meningkatkan kualitas layanan melalui sistem yang lebih efektif, efisien, dan objektif. Salah satu aspek penting yang perlu mendapatkan perhatian adalah evaluasi perkembangan motorik anak usia dini, karena kemampuan motorik merupakan indikator penting dalam menilai tumbuh kembang anak dan kesiapan mereka dalam mengikuti proses pembelajaran pada jenjang berikutnya. Evaluasi yang dilakukan secara tepat dapat membantu guru maupun orang tua dalam mendeteksi sejak dini adanya keterlambatan perkembangan sehingga dapat diberikan intervensi yang sesuai.

PAUDQ Aisyah sebagai salah satu lembaga pendidikan anak usia dini masih melaksanakan proses evaluasi perkembangan motorik menggunakan lembar observasi secara manual. Proses tersebut mengharuskan guru melakukan pencatatan, rekapitulasi, dan penilaian terhadap setiap indikator perkembangan anak secara satu per satu sehingga membutuhkan waktu yang cukup lama. Selain itu, metode manual memiliki kelemahan berupa tingginya potensi kesalahan pencatatan, kesulitan dalam pengelolaan data historis, serta adanya subjektivitas dalam proses penilaian antar guru. Kondisi tersebut menyebabkan proses evaluasi menjadi kurang optimal dan menghambat penyusunan laporan perkembangan anak secara cepat dan akurat.

Perkembangan teknologi data mining dan machine learning memberikan alternatif solusi dalam menyelesaikan permasalahan tersebut melalui proses klasifikasi data secara otomatis. Salah satu algoritma yang banyak digunakan dalam proses klasifikasi adalah Decision Tree C4.5 karena mampu menghasilkan model berbentuk pohon keputusan yang mudah dipahami dan diinterpretasikan oleh pengguna. Algoritma ini bekerja dengan menghitung nilai entropy, information gain, split information, dan gain ratio untuk menentukan atribut terbaik dalam membentuk struktur pohon keputusan. Keunggulan utama metode ini adalah kemampuannya menghasilkan aturan keputusan (if-then rule) yang transparan sehingga sangat sesuai diterapkan pada sistem pendukung keputusan di bidang pendidikan.

Beberapa penelitian sebelumnya telah membuktikan bahwa algoritma Decision Tree C4.5 mampu memberikan hasil klasifikasi yang baik pada berbagai bidang, termasuk identifikasi tumbuh kembang anak. Penelitian lain juga

memanfaatkan teknologi berbasis web untuk melakukan monitoring perkembangan anak sehingga proses pencatatan menjadi lebih efektif. Di sisi lain, beberapa penelitian menggunakan metode Convolutional Neural Network (CNN) maupun Ensemble Learning yang mampu menghasilkan tingkat akurasi tinggi, namun memerlukan proses komputasi yang lebih kompleks, kebutuhan dataset yang besar, serta sulit diinterpretasikan oleh pengguna non-teknis seperti guru PAUD. Oleh karena itu, algoritma Decision Tree C4.5 dinilai lebih sesuai diterapkan karena menghasilkan model klasifikasi yang sederhana, ringan, dan mudah dipahami dalam mendukung proses pengambilan keputusan.

Meskipun berbagai penelitian telah dilakukan, sebagian besar masih berfokus pada pengembangan model klasifikasi atau sistem monitoring secara terpisah. Penelitian yang mengintegrasikan implementasi algoritma Decision Tree C4.5 ke dalam aplikasi evaluasi perkembangan motorik anak berbasis website yang dapat digunakan langsung oleh guru masih relatif terbatas. Selain itu, belum banyak penelitian yang menggabungkan proses pengolahan data observasi, klasifikasi otomatis, penyimpanan data, dan penyajian laporan dalam satu sistem yang terintegrasi sehingga mampu meningkatkan efisiensi proses evaluasi perkembangan anak.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan aplikasi sistem evaluasi perkembangan motorik anak usia dini berbasis website menggunakan algoritma Decision Tree (C4.5). Sistem yang dikembangkan diharapkan mampu membantu guru dalam melakukan proses evaluasi secara lebih cepat, objektif, dan terstruktur melalui klasifikasi otomatis berdasarkan data observasi perkembangan motorik anak. Selain meningkatkan efisiensi pengolahan data dan penyusunan laporan, sistem ini juga diharapkan dapat menjadi media pendukung dalam pengambilan keputusan untuk memantau perkembangan motorik anak usia dini secara berkelanjutan.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode **Research and Development (R&D)** dengan pendekatan kuantitatif dan kualitatif. Metode R&D dipilih karena penelitian tidak hanya bertujuan menganalisis suatu permasalahan, tetapi juga menghasilkan produk berupa aplikasi sistem evaluasi perkembangan motorik anak usia dini berbasis website yang mengimplementasikan algoritma **Decision Tree (C4.5)**. Pendekatan kualitatif digunakan untuk mengidentifikasi kebutuhan pengguna melalui observasi dan wawancara dengan guru PAUDQ Aisyah, sedangkan pendekatan kuantitatif digunakan dalam proses pengolahan data, pembangunan model klasifikasi, dan pengujian performa algoritma.

Tahapan penelitian dimulai dari analisis kebutuhan sistem, pengumpulan data, pra-pemrosesan data, pembangunan model klasifikasi menggunakan algoritma Decision Tree (C4.5), implementasi sistem berbasis website, serta pengujian dan evaluasi hasil sistem. Alur penelitian dapat dilihat pada Gambar alur penelitian yang terdiri atas proses input data observasi, pengolahan data, klasifikasi menggunakan algoritma C4.5, hingga penyajian hasil evaluasi kepada pengguna.

2.1 Pengumpulan Data

Data penelitian diperoleh melalui observasi langsung dan wawancara dengan guru di PAUDQ Aisyah. Data yang dikumpulkan berupa hasil penilaian perkembangan motorik anak berdasarkan indikator motorik kasar dan motorik halus sesuai standar evaluasi perkembangan anak usia dini. Setiap data terdiri atas atribut usia, jenis kelamin, indikator kemampuan motorik, dan hasil evaluasi perkembangan.

Dataset yang digunakan berjumlah **913 data**, terdiri atas data observasi serta data tambahan yang disusun berdasarkan pola observasi untuk memperkuat proses pelatihan model klasifikasi. Seluruh data digunakan hanya untuk kepentingan penelitian dengan tetap menjaga kerahasiaan identitas peserta didik.

2.2 Pra-pemrosesan Data

Sebelum dilakukan proses klasifikasi, dataset melalui beberapa tahapan pra-pemrosesan untuk meningkatkan kualitas data dan performa model. Tahapan tersebut meliputi proses **data cleaning** untuk menghilangkan data yang tidak konsisten atau duplikat, **seleksi atribut** yang relevan dengan proses klasifikasi, serta **transformasi data** ke dalam bentuk numerik agar dapat diproses oleh algoritma Decision Tree (C4.5).

Selanjutnya dilakukan pembagian dataset menjadi **80% data latih (training data)** dan **20% data uji (testing data)** untuk mengukur kemampuan model dalam melakukan klasifikasi terhadap data baru.

2.3 Implementasi Algoritma Decision Tree (C4.5)

Algoritma Decision Tree (C4.5) digunakan untuk membangun model klasifikasi perkembangan motorik anak berdasarkan atribut yang tersedia. Pemilihan atribut terbaik dilakukan menggunakan nilai **Gain Ratio**, yang diperoleh melalui perhitungan **Entropy**, **Information Gain**, dan **Split Information**.

1. Entropy

Entropy digunakan untuk mengukur tingkat ketidakpastian atau keragaman data dalam suatu himpunan.

$$Entropy(S) = - \sum_{i=1}^n p_i \log_2(p_i) \quad (1)$$

dengan:

- $Entropy(S)$ adalah nilai entropy dari himpunan data S .
- p_i adalah proporsi data pada kelas ke- i .
- n adalah jumlah kelas dalam dataset.

Semakin kecil nilai entropy, maka data semakin homogen.

2. Information Gain

Information Gain digunakan untuk menentukan atribut terbaik yang akan dijadikan node pada pohon keputusan.

$$Gain(S, A) = Entropy(S) - \sum_{i=1}^n \frac{|S_i|}{|S|} Entropy(S_i) \quad (2)$$

dengan:

- $Gain(S, A)$ adalah nilai Information Gain atribut A .
- $Entropy(S)$ adalah entropy keseluruhan dataset.
- S_i adalah subset data hasil pembagian berdasarkan atribut A .
- $|S_i|$ adalah jumlah data pada subset ke- i .
- $|S|$ adalah jumlah seluruh data.

Atribut dengan nilai **Gain** terbesar memiliki kemampuan terbaik dalam memisahkan kelas data.

3. Split Information

Split Information digunakan untuk mengukur tingkat penyebaran data setelah dilakukan pemisahan berdasarkan suatu atribut.

$$SplitInfo(A) = - \sum_{i=1}^n \frac{|S_i|}{|S|} \log_2 \left(\frac{|S_i|}{|S|} \right) \quad (3)$$

dengan:

- $SplitInfo(A)$ adalah nilai pembagian atribut A .
- $|S_i|$ adalah jumlah data pada subset ke- i .
- $|S|$ adalah jumlah seluruh data.

4. Gain Ratio

Gain Ratio merupakan nilai yang digunakan dalam algoritma C4.5 untuk memilih atribut terbaik sebagai node akar maupun node berikutnya.

$$GainRatio(A) = \frac{Gain(S, A)}{SplitInfo(A)} \quad (4)$$

dengan:

- $GainRatio(A)$ adalah nilai Gain Ratio atribut A .
- $Gain(S, A)$ adalah nilai Information Gain atribut A .
- $SplitInfo(A)$ adalah nilai Split Information atribut A .

Atribut yang memiliki **Gain Ratio** terbesar dipilih sebagai node pada pohon keputusan karena dianggap memberikan kemampuan klasifikasi yang paling baik.

2.5 Pengujian Model

Kinerja model klasifikasi dievaluasi menggunakan **Confusion Matrix** dengan menghitung nilai **Accuracy**, **Precision**, **Recall**, dan **F1-Score**.

Persamaan **Accuracy** dituliskan sebagai berikut:

$$Accuracy = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN} \times 100\% \quad (5)$$

dengan:

- TP (True Positive)** adalah jumlah data positif yang berhasil diprediksi dengan benar.
- TN (True Negative)** adalah jumlah data negatif yang berhasil diprediksi dengan benar.
- FP (False Positive)** adalah jumlah data negatif yang diprediksi sebagai positif.

FN (False Negative) adalah jumlah data positif yang diprediksi sebagai negatif.

Selain akurasi, penelitian ini juga menggunakan nilai **Precision**, **Recall**, dan **F1-Score** sebagai parameter evaluasi model.

$$Precision = \frac{TP}{TP + FP} \quad (6)$$

$$Recall = \frac{TP}{TP + FN} \quad (7)$$

$$F1-Score = \frac{2 \times Precision \times Recall}{Precision + Recall} \quad (8)$$

Keempat metrik tersebut digunakan untuk mengetahui performa algoritma **Decision Tree (C4.5)** dalam mengklasifikasikan perkembangan motorik anak usia dini secara objektif dan akurat.

3. Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini menghasilkan aplikasi sistem evaluasi perkembangan motorik anak usia dini berbasis website yang mengimplementasikan algoritma Decision Tree (C4.5) sebagai metode klasifikasi. Sistem dirancang untuk membantu guru melakukan proses evaluasi perkembangan motorik secara lebih cepat, objektif, dan terdokumentasi dengan baik. Hasil penelitian meliputi analisis sistem berjalan, analisis sistem usulan, implementasi sistem, pengujian sistem, serta pembahasan terhadap hasil yang diperoleh.

3.1 Analisis Sistem Berjalan

Berdasarkan hasil observasi di PAUDQ Aisyah, proses evaluasi perkembangan motorik anak masih dilakukan secara manual menggunakan lembar observasi dan pencatatan pada aplikasi spreadsheet. Guru melakukan pengamatan terhadap setiap indikator perkembangan motorik kasar dan motorik halus, kemudian merekap hasil penilaian secara manual sebelum disusun menjadi laporan perkembangan anak.

Proses tersebut membutuhkan waktu yang relatif lama karena setiap data harus dicatat dan dihitung secara manual. Selain itu, penyimpanan data belum terintegrasi sehingga pencarian riwayat perkembangan anak menjadi kurang efisien. Penilaian juga masih dipengaruhi oleh subjektivitas masing-masing guru sehingga hasil evaluasi dapat berbeda untuk kondisi yang sama.



Gambar 1. Analisis Sistem Berjalan

DOI: <https://doi.org/10.69693/ijmst.v4i2.10165>

Lisensi: Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)

Kelemahan sistem berjalan dapat diringkas pada Tabel 1.

Tabel 1. Analisis Sistem Berjalan

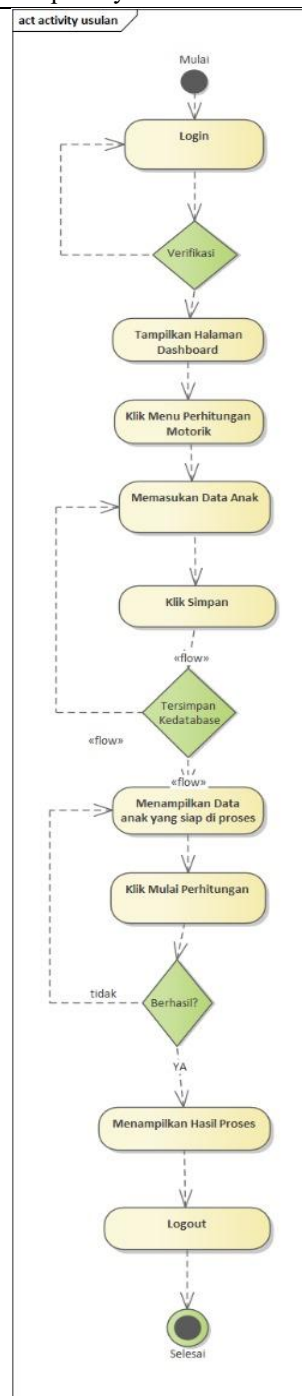
No	Permasalahan	Dampak
1	Pencatatan dilakukan secara manual	Proses evaluasi memerlukan waktu lama
2	Belum terdapat sistem terintegrasi	Data sulit dicari kembali
3	Penilaian berdasarkan subjektivitas guru	Hasil evaluasi kurang konsisten
4	Pembuatan laporan dilakukan manual	Berpotensi terjadi kesalahan pencatatan
5	Belum ada klasifikasi otomatis	Guru harus melakukan analisis sendiri

Berdasarkan analisis tersebut, diperlukan sistem yang mampu mengotomatisasi proses evaluasi sehingga lebih efisien dan objektif.

3.2 Analisis Sistem Usulan

Sistem yang diusulkan merupakan aplikasi berbasis website yang mengintegrasikan proses pengelolaan data anak, input hasil observasi, klasifikasi menggunakan algoritma Decision Tree (C4.5), serta penyajian laporan perkembangan motorik secara otomatis.

Pada sistem usulan, guru hanya memasukkan hasil observasi sesuai indikator perkembangan motorik. Selanjutnya sistem melakukan proses klasifikasi berdasarkan model Decision Tree yang telah dibangun dan menghasilkan kategori perkembangan anak secara otomatis.



Gambar 2. Analisis Sistem Usulan

Dengan sistem tersebut, proses evaluasi menjadi lebih cepat karena seluruh proses klasifikasi dilakukan secara otomatis oleh sistem.

Perbandingan sistem lama dan sistem usulan ditunjukkan pada Tabel 2.

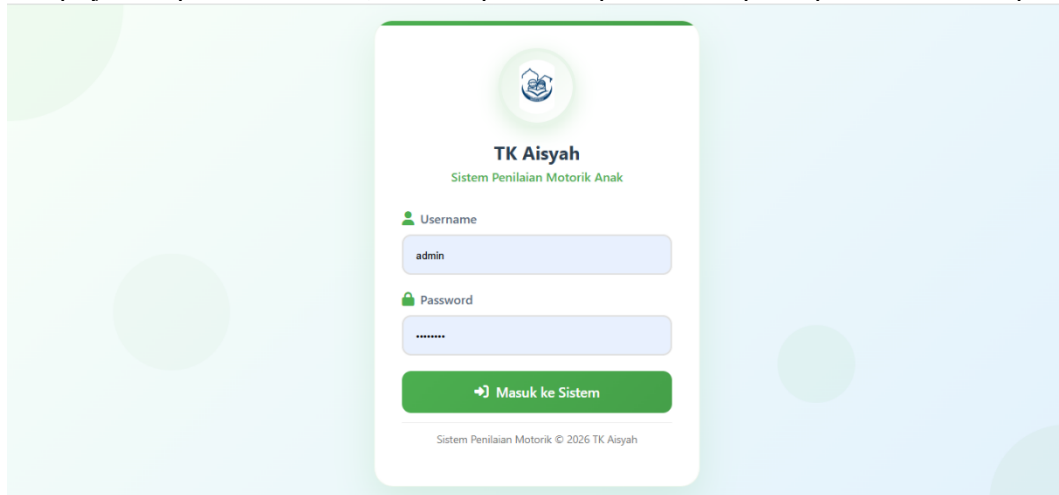
Tabel 2. Perbandingan Sistem Berjalan dan Sistem Usulan

Aspek	Sistem Berjalan	Sistem Usulan
Media pencatatan	Manual	Website
Penyimpanan data	Terpisah	Database terintegrasi
Proses evaluasi	Manual	Otomatis
Analisis perkembangan	Berdasarkan guru	Decision Tree (C4.5)
Pembuatan laporan	Manual	Otomatis
Objektivitas	Rendah	Lebih tinggi
Efisiensi waktu	Lama	Cepat

3.3 Implementasi Sistem

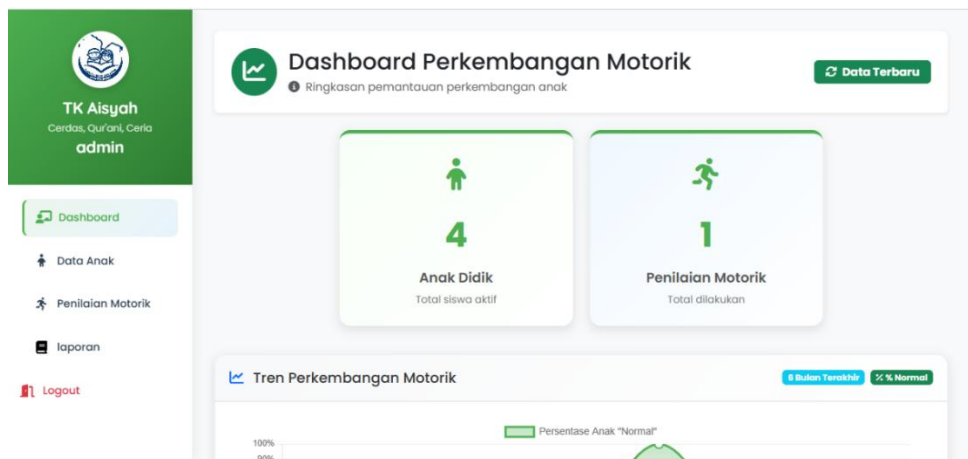
Aplikasi dikembangkan menggunakan bahasa pemrograman Python dengan framework Django serta menggunakan MySQL sebagai basis data. Sistem terdiri atas beberapa modul utama yaitu autentikasi pengguna, pengelolaan data anak, input penilaian perkembangan motorik, proses klasifikasi, dan laporan hasil evaluasi. Setelah pengguna berhasil melakukan login, sistem menampilkan dashboard yang berisi ringkasan data dan menu utama. Guru kemudian dapat menginput hasil observasi perkembangan motorik kasar dan motorik halus sesuai indikator yang tersedia. Selanjutnya sistem melakukan klasifikasi secara otomatis menggunakan algoritma Decision Tree (C4.5) dan menyimpan hasil evaluasi ke dalam database.

Untuk memperjelas implementasi sistem, artikel dapat menampilkan beberapa tampilan antarmuka seperti:



Gambar 3. Halaman Login

Gambar 3. Halaman *Login* digunakan sebagai proses awal autentikasi pengguna sebelum masuk ke dalam sistem. Pengguna memasukkan username dan password pada form yang tersedia kemudian menekan tombol *Login*. Sistem akan melakukan validasi terhadap data pengguna. Jika data yang dimasukkan benar, maka pengguna akan diarahkan ke halaman *Dashboard*. Namun apabila username atau password salah, sistem akan menampilkan pesan kesalahan dan meminta pengguna melakukan *Input* ulang.



Gambar 4. Dashboard Sistem

Gambar 4. Setelah berhasil *Login*, pengguna akan masuk ke halaman *Dashboard*. Pada halaman ini sistem menampilkan ringkasan informasi seperti jumlah data anak, jumlah penilaian, dan grafik perkembangan motorik anak. *Dashboard* digunakan sebagai pusat informasi utama sehingga pengguna dapat memantau kondisi sistem secara cepat. Melalui menu navigasi yang tersedia, pengguna dapat mengakses fitur lain seperti data anak, penilaian motorik, laporan, dan *Logout*.

Gambar 5. Form Input Penilaian Motorik

Gambar 5. Halaman *Input* penilaian digunakan untuk memasukkan data perkembangan motorik anak berdasarkan indikator Motorik Halus dan Motorik Kasar. Pengguna memilih data anak, bulan, dan tahun penilaian, kemudian mengisi nilai pada setiap indikator yang tersedia. Setelah tombol simpan ditekan, sistem akan memproses data menggunakan *Model Decision Tree* untuk menghasilkan klasifikasi perkembangan anak secara otomatis

Gambar 6. Halaman Hasil Klasifikasi

Gambar 6 adalah Halaman untuk menampilkan hasil klasifikasi perkembangan anak secara lengkap. Sistem menampilkan identitas anak, hasil klasifikasi, persentase perkembangan, *Detail* indikator penilaian, serta rekomendasi berdasarkan hasil evaluasi. Pengguna juga dapat mengunduh hasil penilaian dalam bentuk *PDF*.

Gambar 7. Halaman Laporan Evaluasi

Gambar 7. Halaman untuk menampilkan hasil klasifikasi perkembangan anak secara lengkap. Sistem menampilkan identitas anak, hasil klasifikasi, persentase perkembangan, *Detail* indikator penilaian, serta rekomendasi berdasarkan hasil evaluasi. Pengguna juga dapat mengunduh hasil penilaian dalam bentuk *PDF*.

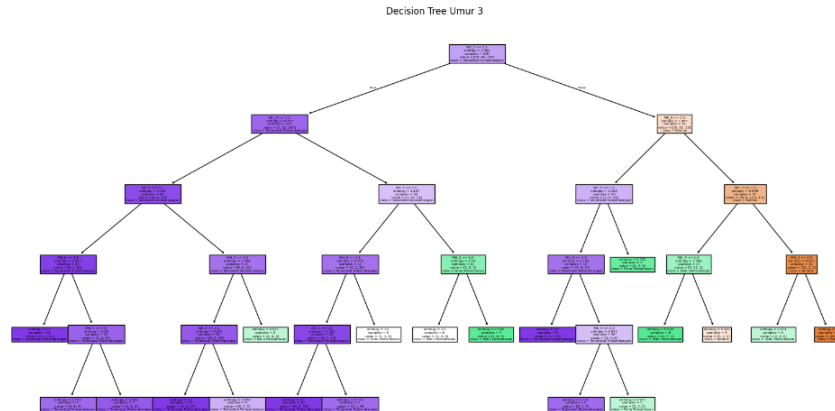
3.4 Implementasi Algoritma Decision Tree (C4.5)

Proses klasifikasi diawali dengan tahap pra-pemrosesan data yang meliputi pembersihan data, transformasi atribut, serta konversi data kategorikal menjadi data numerik. Dataset kemudian dibagi menjadi data pelatihan dan data pengujian sebelum dilakukan pembentukan model klasifikasi.

Algoritma Decision Tree (C4.5) menghitung nilai entropy dan gain ratio pada setiap atribut untuk menentukan node terbaik dalam pembentukan pohon keputusan. Proses ini dilakukan secara rekursif hingga seluruh data berhasil dikelompokkan ke dalam kelas perkembangan motorik yang sesuai.

Model yang dihasilkan berupa pohon keputusan dan aturan klasifikasi (if-then rule) sehingga proses pengambilan keputusan dapat dipahami dengan mudah oleh pengguna. Karakteristik ini menjadi salah satu keunggulan utama Decision Tree dibandingkan algoritma machine learning yang bersifat black-box.

Artikel juga disarankan menampilkan:



Gambar 8. Hasil *Decision Tree* usia 3 tahun

Gambar 8. dihasilkan, dapat dilihat bahwa atribut MK_5 berperan sebagai faktor utama dalam proses klasifikasi. Pada cabang pertama, yaitu $MK_5 \leq 1.5$, proses klasifikasi dilanjutkan menggunakan atribut MH_4, kemudian diikuti oleh atribut lainnya seperti MK_6, MH_6, MH_1, dan MH_3. Pada cabang ini, sebagian besar data diklasifikasikan ke dalam kelas *Perlu Pemantauan* dan *Terlambat Perkembangan*. Hal ini menunjukkan bahwa nilai MK_5 yang rendah cenderung berkaitan dengan kondisi perkembangan anak yang memerlukan perhatian lebih lanjut.

Sedangkan pada cabang kedua, yaitu $MK_5 > 1.5$, proses klasifikasi dilanjutkan menggunakan atribut MK_6, kemudian diikuti oleh atribut lain seperti MH_5, MH_2, MH_4, dan MH_3. Pada cabang ini, sebagian besar data diklasifikasikan ke dalam kelas *Normal*. Hal ini menunjukkan bahwa nilai MK_5 yang tinggi menjadi indikator kuat bahwa perkembangan anak berada dalam kondisi normal.

Selain itu, terdapat beberapa kondisi tertentu pada cabang-cabang pohon yang menghasilkan klasifikasi *Terlambat Perkembangan*, terutama ketika nilai atribut pendukung menunjukkan skor yang rendah.

3.5 Hasil Pengujian Sistem

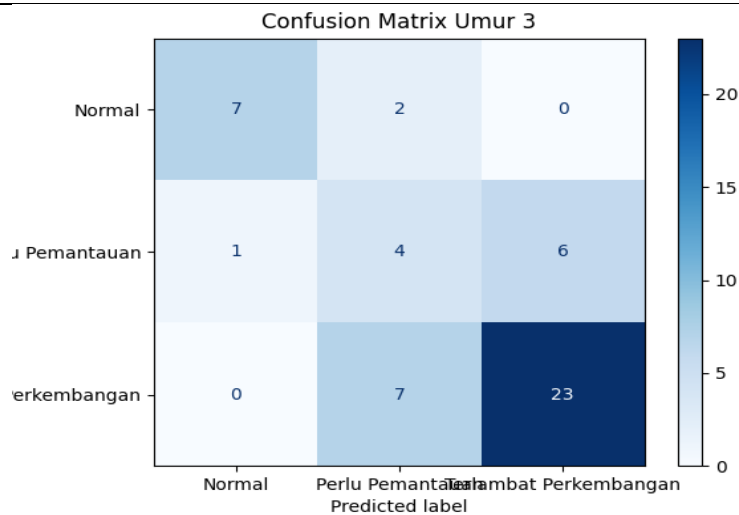
Pengujian dilakukan menggunakan metode Black Box Testing untuk memastikan seluruh fungsi aplikasi berjalan sesuai kebutuhan pengguna. Seluruh fitur utama berhasil dijalankan dengan baik tanpa ditemukan kesalahan fungsi.

Tabel 4. Hasil Black Box Testing

Fitur	Status
Login	Berhasil
Input Data Anak	Berhasil
Input Penilaian	Berhasil
Proses Klasifikasi	Berhasil
Cetak Laporan	Berhasil

Selain pengujian fungsional, dilakukan evaluasi performa model menggunakan Confusion Matrix.

Artikel dapat menampilkan:



Gambar 9. Confusion Matrix

Berikut merupakan *Detail* dari gambar 9 diatas:

Tabel 5. Detail Confusion Matrix Usia 3 Tahun

Actual / Predicted	Normal	Perlu pemantauan	Terlambat perkembangan
Normal	7	2	0
Perlu pemantauan	1	4	6
Terlambat perkembangan	2	1	23

Berdasarkan tabel *Confusion Matrix* tersebut dapat diketahui jumlah prediksi benar dan salah pada masing-masing kategori perkembangan motorik anak. Nilai diagonal menunjukkan jumlah data yang berhasil diprediksi dengan benar oleh sistem.

Berikut merupakan tabel *Confusion Matrix* usia 3 tahun:

Tabel 6. Confusion Matrix usia 3 tahun

Kategori	Precision	Recall	F1-Score
Normal	88%	78%	82%
Perlu Pemantauan	31%	36%	33%
Terlambat Perkembangan	79%	77%	78%

Berdasarkan hasil evaluasi per kelas, kategori *Normal* memiliki nilai precision tertinggi sebesar 88%, yang menunjukkan bahwa prediksi sistem terhadap kategori tersebut cukup akurat.

Kategori *Terlambat Perkembangan* menunjukkan performa yang stabil dengan nilai precision sebesar 79%, recall sebesar 77%, dan F1-score sebesar 78%. Hal ini menunjukkan bahwa *Model* cukup baik dalam mengenali anak yang mengalami keterlambatan perkembangan motorik.

Sedangkan kategori *Perlu Pemantauan* memiliki nilai recall dan F1-score yang lebih rendah dibandingkan kategori lainnya. Kondisi tersebut terjadi karena pola data pada kategori ini memiliki karakteristik yang mirip dengan kategori *Normal* maupun *Terlambat Perkembangan*, sehingga *Model* mengalami kesulitan dalam melakukan klasifikasi secara konsisten.

3.6 Pembahasan

Digitalisasi sistem evaluasi memberikan dampak positif terhadap efektivitas proses penilaian perkembangan motorik anak. Integrasi antara aplikasi berbasis website dan algoritma Decision Tree (C4.5) mampu mengurangi waktu evaluasi, meminimalkan kesalahan pencatatan, serta meningkatkan objektivitas hasil klasifikasi.

Dibandingkan sistem manual, sistem yang dikembangkan mampu menyimpan seluruh data secara terintegrasi sehingga proses pencarian riwayat perkembangan anak menjadi lebih mudah. Selain itu, hasil klasifikasi yang ditampilkan dalam bentuk pohon keputusan memberikan transparansi terhadap proses pengambilan keputusan sehingga guru dapat memahami alasan di balik kategori perkembangan yang dihasilkan.

Temuan penelitian ini mendukung penelitian terdahulu yang menyatakan bahwa algoritma Decision Tree memiliki tingkat interpretabilitas yang tinggi dan sangat sesuai diterapkan pada sistem pendukung keputusan di bidang pendidikan. Dengan demikian, implementasi sistem evaluasi perkembangan motorik berbasis website menggunakan algoritma Decision Tree (C4.5) dapat menjadi solusi efektif dalam meningkatkan kualitas proses evaluasi di lembaga pendidikan anak usia dini.

4. Kesimpulan

Penelitian ini berhasil merancang dan mengimplementasikan aplikasi sistem evaluasi perkembangan motorik anak usia dini berbasis website dengan menerapkan algoritma **Decision Tree (C4.5)** sebagai metode klasifikasi. Sistem yang dikembangkan mampu mengintegrasikan proses pengelolaan data peserta didik, input hasil observasi, klasifikasi perkembangan motorik secara otomatis, serta penyajian laporan dalam satu platform yang terstruktur. Penerapan algoritma Decision Tree (C4.5) menghasilkan model klasifikasi yang mudah dipahami melalui representasi pohon keputusan dan aturan *if-then*, sehingga membantu guru dalam memahami dasar pengambilan keputusan terhadap hasil evaluasi perkembangan motorik anak. Selain meningkatkan objektivitas penilaian, sistem juga mampu mempercepat proses evaluasi dan mengurangi potensi kesalahan pencatatan yang sering terjadi pada metode manual.

Berdasarkan hasil implementasi dan pengujian sistem, seluruh fungsi aplikasi dapat berjalan sesuai dengan kebutuhan pengguna, sedangkan model klasifikasi menunjukkan performa yang baik dalam mengelompokkan perkembangan motorik anak berdasarkan data observasi. Dengan demikian, sistem yang dikembangkan dapat menjadi alternatif solusi digital dalam mendukung proses evaluasi perkembangan motorik anak usia dini di lingkungan PAUD.

Untuk pengembangan selanjutnya, sistem dapat diintegrasikan dengan teknologi Internet of Things (IoT) maupun aplikasi mobile sehingga proses pemantauan perkembangan anak dapat dilakukan secara real-time. Selain itu, penelitian berikutnya dapat membandingkan performa algoritma Decision Tree (C4.5) dengan metode machine learning lainnya seperti Random Forest, XGBoost, maupun Support Vector Machine untuk memperoleh model klasifikasi dengan tingkat akurasi yang lebih tinggi.

Reference

- Aulia, R., Prasetyo, A., & Nugroho, D. (2025). *Database Design Using Entity Relationship Modeling For Web Information Systems*. Journal Of Information Technology Research, 8(1), 55–64.
- Bangkit Indarmawan Nugroho, Z. Ma'arif, & Hidayat, A. (2022). Penerapan Data Mining Untuk Klasifikasi Data Menggunakan Algoritma Decision Tree. *Jurnal Informatika Terapan*, 6(2), 101–110.
- Bouman, P. (2021). *Implementation Strategy In Information Systems Development*. International Journal Of Information Systems, 14(2), 88–97.
- Brekman Dinkel, M., Putra, A., & Wijaya, R. (2024). Decision Tree Algorithm For Educational Data Classification. *International Journal Of Computer Applications*, 15(3), 145–153.
- Dewi, R., Yuliana, S., & Hartati, D. (2022). Evaluasi Perkembangan Motorik Anak Usia Dini Berdasarkan Denver II. *Jurnal Pendidikan Anak Indonesia*, 11(1), 22–31.
- Evivani, M., & Oktaria, R. (2020). Analisis Perkembangan Motorik Halus Pada Anak Usia Dini. *Jurnal Pendidikan Usia Dini*, 14(2), 156–166.
- Fauzi, M., Rahman, T., & Kurniawan, A. (2022). Perancangan Sistem Informasi Berbasis Web Menggunakan UML. *Jurnal Sistem Informasi Dan Teknologi*, 4(3), 91–99.
- Fiqih Erinsyah, A., Saputra, D., & Nugraha, F. (2024). Sistem Evaluasi Berbasis Teknologi Informasi Dalam Mendukung Proses Pembelajaran. *Jurnal Teknologi Pendidikan*, 9(1), 11–20.
- Helmiyah, S., Prasetyo, B., & Lestari, N. (2025). Performance Evaluation Metrics For Machine Learning Classification Models. *Journal Of Artificial Intelligence Research*, 7(2), 73–84.
- Hilmi Putra Andriano, R., Yusuf, A., & Hidayat, M. (2025). Implementasi Sistem Monitoring Tumbuh Kembang Anak Usia Dini Berbasis Digital. *Jurnal Teknologi Informasi Dan Pendidikan*, 10(1), 34–44.
- Juniarti, D., Saputro, H., & Nugroho, Y. (2024). Handling Imbalanced Datasets Using Oversampling Techniques In Classification. *International Journal Of Data Science*, 5(1), 52–61.
- Maulana Sidiq, M., Rahmawati, S., & Kurniawan, F. (2024). Perbandingan Algoritma Decision Tree (C4.5) Dan Naïve Bayes Pada Data Mining Untuk Identifikasi Tumbuh Kembang Anak Balita. *Jurnal Informatika Indonesia*, 9(2), 101–110.
- Muhajir Arifat, A., Setiawan, D., & Putri, S. (2022). Pengembangan Aplikasi Berbasis Website Menggunakan Framework Modern. *Jurnal Rekayasa Perangkat Lunak*, 5(1), 41–49.
- Mukhlis, M., & Santoso, A. (2023). Perancangan Basis Data Menggunakan Entity Relationship Diagram Dan Logical Record Structure. *Jurnal Sistem Informasi*, 12(3), 188–197.
- Mujahid, A., Karim, H., & Saputra, M. (2024). Data Preprocessing Techniques For Improving Decision Tree Classification Performance. *Journal Of Data Analytics*, 6(1), 19–30.
- Nurhalizah, R., & Ardianto, D. (2024). Machine Learning Concepts And Applications In Education. *Jurnal Artificial Intelligence Indonesia*, 3(2), 67–77.
- Noviantoro, H., Setiawan, I., & Prakoso, Y. (2022). Unified Modelling Language Sebagai Alat Perancangan Perangkat Lunak. *Jurnal Informatika Modern*, 7(2), 120–129.
- Prasetyo, A., Hidayat, M., & Nuraini, S. (2025). Pemanfaatan Convolutional Neural Network Untuk Monitoring Motorik Halus Menulis Huruf Hijaiah. *Jurnal Teknologi Cerdas*, 6(1), 55–66.
- Putra, R., Saputra, E., & Kurnia, F. (2022). Logical Record Structure Dalam Perancangan Basis Data Relasional. *Jurnal Komputasi*, 11(2), 90–98.
- Ridwan, A., Sinaga, A., & Lestari, R. (2024). Teknik Ensemble Learning Dalam Machine Learning Untuk Menentukan Tingkat Akurasi Perkembangan Motorik Bayi 0–12 Bulan. *Jurnal Sistem Cerdas*, 8(3), 144–154.
- Setio, D., Prabowo, A., & Suryanto, B. (2020). Implementasi Algoritma C4.5 Dalam Klasifikasi Data Menggunakan Entropy Dan Gain Ratio. *Jurnal Teknologi Informasi*, 15(2), 112–121.
- Suryadin, A., & Wahyuningsih, E. (2023). Perkembangan Motorik Anak Usia Dini Sebagai Indikator Tumbuh Kembang. *Jurnal Pendidikan Anak*, 12(1), 15–26.
- Zhang, Y., Liu, X., & Chen, H. (2025). Feature Selection And Categorical Encoding For Decision Tree Optimization. *Expert Systems With Applications*, 256, 124890.