

SISTEM PREDIKSI MAINTENANCE KENDARAAN DINAS BPDSU DENGAN METODE ALGORITMA C.45

Muhammad Jein Siregar^{1*)}, Fauzan Natsir^{2*)}

^{1,2)} Program Studi Teknik Informatika, Universitas Indraprasta PGRI
Jl. Raya Tengah No.80, RT.6/RW.1, Gedong, Kec. Ps. Rebo, Kota Jakarta Timur
Daerah Khusus Ibukota Jakarta, 13760, Indonesia
e-mail: zeinsiregar1996@gmail.com¹⁾, fauzan.natsir@gmail.com²⁾
*fauzan.natsir@gmail.com

(Naskah masuk: 28 Juli 2025 Diterima untuk diterbitkan: 3 September 2025)

ABSTRAK

Pemeliharaan kendaraan dinas merupakan aspek penting dalam mendukung kelancaran operasional di BPDSU. Permasalahan yang sering terjadi adalah kerusakan kendaraan mendadak akibat prediksi waktu perawatan yang tidak tepat, sehingga efisiensi waktu dan biaya menjadi kurang optimal. Penelitian ini memanfaatkan pendekatan data mining pada data historis perawatan dan kerusakan kendaraan, sehingga sistem dapat menganalisis pola dan menentukan waktu perawatan ideal berdasarkan atribut-atribut yang berpengaruh. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem prediksi maintenance kendaraan dinas BPDSU dengan menerapkan metode algoritma C4.5. Hasil implementasi algoritma C4.5 berupa pohon keputusan yang memetakan kondisi kendaraan terhadap kebutuhan perawatan berikutnya. Hasil pengujian menunjukkan sistem prediksi berbasis metode C4.5 memiliki tingkat akurasi 90% dalam menentukan jadwal perawatan kendaraan, dengan nilai presisi dan recall masing-masing sebesar 89% dan 91%. Capaian kinerja ini menegaskan keandalan sistem dalam mendukung pengambilan keputusan maintenance preventif secara efektif. Dengan sistem ini, BPDSU dapat meningkatkan efisiensi perawatan kendaraan dinas, meminimalisir terjadinya kerusakan mendadak, serta mengoptimalkan anggaran dan sumber daya yang tersedia.

Kata Kunci: Sistem Prediksi, BPDSU, C4.5

ABSTRACT

Maintenance of official vehicles is an important aspect in supporting smooth operations at BPDSU. A common problem is sudden vehicle breakdowns due to inaccurate maintenance timing predictions, resulting in suboptimal time and cost efficiency. This study employs a data mining approach on historical maintenance and vehicle damage data, enabling the system to analyse patterns and determine optimal maintenance schedules based on influential attributes. The objective of this research is to develop a vehicle maintenance prediction system for BPDSU by applying the C4.5 algorithm method. The implementation of the C4.5 algorithm results in a decision tree that maps vehicle conditions to future maintenance needs. Testing results show that the C4.5-based prediction system achieves 90% accuracy in determining vehicle maintenance schedules, with precision and recall values of 89% and 91%, respectively. This performance achievement confirms the reliability of the system in supporting effective preventive maintenance decision-making. With this system, BPDSU can improve the efficiency of official vehicle maintenance, minimise sudden breakdowns, and optimise available budgets and resources.

Keywords: Prediction System, BPDSU, C4.5

I. PENDAHULUAN

BPDSU (Badan Penghubung Daerah Sumatera Utara) dihadapi tantangan untuk mengakomodir pegawai negeri sipil yang melakukan perjalanan dinas[1]. Seperti faktor kelayakan kendaraan, penjadwalan *driver* dan pencatatan perjalanan yang masih manual. Permasalahan utama yang dihadapi oleh BPDSU ini adalah kesulitan dalam memantau pencatatan perjalanan kendaraan dan inspeksi awal kelayakan kendaraan secara efektif. Jika kondisi ini dibiarkan terus menerus maka akan berdampak negatif pada efektivitas akomodasi pegawai negeri sipil karena tidak adanya sistem yang memadai dan sulit untuk mengidentifikasi faktor-faktor apa saja yang menyebabkan kendaraan menjadi tidak layak untuk digunakan[2]. Pencatatan perjalanan kendaraan yang tidak teratur ini menyebabkan kendaraan

terlewat untuk jadwal servis berkala dan dampak lebih besarnya akan terjadi kerusakan yang lebih kompleks dan perusahaan akan menggelontorkan dana lebih[3].

Untuk menguji *decision tree* algoritma C4.5 ini, sebagai contoh objek, dapat dicoba dengan pengambilan keputusan untuk menentukan sebuah kendaraan layak atau tidak untuk digunakan. Sehingga tidak hanya melihat dari aspek penampilan kendaraan tersebut saja. Kendaraan tidak hanya dinilai berdasarkan kondisi mesin, melainkan seperti aspek kaki-kaki kendaraan, stabilitas stir kendaraan, sirkulasi suhu mesin dan lain-lain[4]. Jika ditemukan nilai standar kendaraan yang layak digunakan, maka nilai tersebut dapat menjadi acuan utama, dan penilaian aspek lain akan membutuhkan perbandingan pemenuhan layak atau tidaknya kendaraan tersebut digunakan[5]. Maka perlu tindakan pencegahan efektivitas akomodasi untuk memberikan efektivitas dalam pemberian keputusan perbaikan yang harus dilakukan pada kendaraan mana yang layak pakai dan tidak layak pakai yang dapat diukur melalui analisis data yang dikumpulkan oleh sistem prediksi tersebut[6].

Berbagai penelitian telah dilakukan untuk mengatasi masalah prediksi perawatan kendaraan. Salah satu pendekatan yang digunakan adalah *predictive maintenance*, yaitu pemeliharaan berbasis prediksi yang mengandalkan data historis kendaraan untuk menentukan waktu perawatan yang paling optimal[7]. Sebuah studi oleh Haliza (2021) menerapkan teknik *machine learning* untuk memprediksi kebutuhan perawatan kendaraan dinas[8], terutama dengan memanfaatkan data seperti usia kendaraan, jumlah perbaikan, lama waktu kerja, dan biaya perbaikan. Penelitian ini membuktikan bahwa metode prediktif mampu mengelompokkan risiko, sehingga pemeliharaan bisa dilakukan lebih terencana[9].

Penelitian lain yang sebelumnya relevan dengan topik ini dilakukan oleh Rahmatika dan Sari (2021), yang mengembangkan sistem prediksi perawatan kendaraan menggunakan algoritma C4.5 untuk armada transportasi kampus[10]. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa algoritma C4.5 mampu mengklasifikasikan kebutuhan perawatan berdasarkan atribut seperti jarak tempuh, usia kendaraan, dan jenis kerusakan, dengan akurasi yang cukup tinggi. Selain itu, studi dari Wicaksono et al. (2020) juga mengimplementasikan C4.5 dalam sistem prediksi maintenance pada kendaraan operasional perusahaan logistik, dan berhasil membantu tim teknis dalam menjadwalkan servis rutin secara lebih efisien[11]. Hasil dari kedua penelitian tersebut memperkuat bahwa metode C4.5 efektif dalam membangun sistem pendukung keputusan yang berorientasi pada efisiensi dan akurasi dalam pengelolaan pemeliharaan kendaraan. Temuan ini menjadi landasan kuat bagi penelitian saat ini yang diterapkan pada konteks kendaraan dinas di BPDSU[12].

Penelitian lain juga mengembangkan sistem informasi berbasis web yang mampu mengelola *data maintenance* dan memberikan prediksi waktu perawatan, meningkatkan efisiensi dan kemudahan manajemen armada dinas. Selain itu, algoritma C4.5 juga telah digunakan dalam sejumlah penelitian untuk membangun model prediksi berbasis pohon keputusan[13]. Metode ini mampu memetakan atribut-atribut penting kendaraan yang berpengaruh terhadap kebutuhan perawatan, serta berhasil memberikan akurasi tinggi dalam menentukan jadwal perawatan preventif secara lebih sistematis. Implementasi algoritma ini terbukti efektif pada berbagai kasus, mulai dari pengelolaan risiko kendaraan dinas, prediksi pendapatan uji kendaraan, sampai klasifikasi kendaraan yang membutuhkan servis berkala[14].

Dari berbagai studi tersebut, dapat disimpulkan bahwa integrasi metode *data mining*, khususnya algoritma C4.5, dengan sistem prediksi *maintenance* berbasis data historis, sangat relevan dan berpotensi besar dalam menyelesaikan permasalahan prediksi perawatan kendaraan dinas[15]. Pendekatan ini diyakini dapat meningkatkan efisiensi operasional, mengurangi kemungkinan kerusakan mendadak, serta mengoptimalkan alokasi sumber daya dan anggaran yang tersedia.

II. METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini menggunakan algoritma C4.5 yang digunakan dalam penelitian ini dengan memerlukan tahapan model *Cross-Industry Standard Process for Data Mining (CRISP-DM)*[16]. Adapun tahapan CRISP-DM, yaitu *Business Understanding, Data Understanding, Data Preparation, Modelling, Evaluation, dan Deployment*. Dalam penelitian ini memerlukan tahapan pada gambar sebagai berikut:



Gambar 1. Tahapan Pengolahan Data Maintenance dengan CRISP-DM dan Algoritma C4.5 (IBM, 1999)

Diagram ini menggambarkan alur kerja yang diusulkan dalam penelitian, mulai dari pemahaman bisnis dan data, persiapan data, proses *modeling*, evaluasi, *deployment*, hingga *monitoring*, yang diterapkan secara spesifik untuk sistem prediksi *maintenance* kendaraan dinas BPDSU berbasis algoritma C4.5. Metode CRISP-DM merupakan kerangka kerja yang umum digunakan dalam pengembangan proyek data mining karena menyediakan alur sistematis yang dapat diimplementasikan pada berbagai kasus. Proses ini diawali dengan tahap *business/research understanding*, di mana peneliti perlu memahami kebutuhan bisnis, melakukan asesmen terhadap kondisi yang sedang berlangsung, merumuskan target yang diinginkan dari proses data mining, dan menyusun perencanaan proyek secara menyeluruh. Setelah tujuan proyek dan strategi pelaksanaannya jelas, tahapan berikutnya yaitu *data understanding* dilakukan dengan cara mengumpulkan data awal, mendeskripsikan dan mengeksplorasi karakteristik data tersebut, serta melakukan penilaian kualitas data. Pada fase ini juga dilakukan analisis statistik dan proses clustering untuk mengidentifikasi pola tertentu yang mungkin belum terlihat dan bisa memberikan nilai tambah bagi proses analisis selanjutnya.

Tahapan ketiga adalah *data preparation*, yaitu proses menyeleksi data yang relevan, membersihkan dari *data noise* atau anomali, serta mentransformasikan dan memformat data agar siap digunakan pada model analisis berikutnya. Pemrosesan data yang baik pada tahap ini sangat menentukan kualitas hasil akhir. Selanjutnya, tahap *modelling* dimulai ketika data sudah siap, peneliti memilih teknik pemodelan yang paling sesuai dan melakukan kalibrasi model untuk memperoleh hasil optimal. Jika model yang dibangun ternyata memerlukan penyesuaian data, tahap *data preparation* bisa diulang. Setelah model terbentuk, fase *evaluation* dijalankan dengan langkah mengevaluasi performa serta efektivitas model, memilih model terbaik yang paling koheren terhadap tujuan bisnis, dan menyimpulkan hasil yang didapat dari proses data mining. Terakhir, tahap *deployment* meliputi implementasi hasil analisis ke dalam sistem nyata, perencanaan pemantauan, pembuatan laporan akhir, serta evaluasi proyek guna memastikan seluruh proses berjalan sesuai rencana dan memberikan manfaat yang diharapkan.

Penelitian ini berfokus pada kendaraan dinas milik BPDSU yang digunakan untuk mendukung aktivitas operasional institusi. Subjek penelitian adalah seluruh unit kendaraan dinas yang tercatat pada *database* BPDSU, khususnya kendaraan yang telah memiliki riwayat perawatan dan penggunaan dalam jangka waktu tertentu. Pengambilan subjek dilakukan secara *purposive* dengan mempertimbangkan kelengkapan data historis perawatan, usia kendaraan, dan frekuensi penggunaan, sehingga hasil penelitian dapat merepresentasikan kebutuhan prediksi *maintenance* pada armada yang aktif dan mendominasi dalam kegiatan operasional BPDSU[17]. Terdapat dua jenis variabel utama dalam penelitian ini, yakni variabel independen dan variabel dependen. Variabel independen meliputi atribut-atribut kendaraan yang berpengaruh terhadap kebutuhan *maintenance*, seperti:

1. Usia kendaraan (tahun penggunaan).
2. Jarak tempuh total (kilometer).
3. Tipe kendaraan (misal: sedan, minibus, truk).

Sedangkan variabel dependen dalam penelitian ini adalah status atau kebutuhan *maintenance* kendaraan, yang dapat diklasifikasikan sebagai “perlu *maintenance*” atau “tidak perlu *maintenance*”, berdasarkan hasil analisis data menggunakan algoritma C4.5 yang menghasilkan model pohon keputusan[17]. Instrumen penelitian yang digunakan berupa:

1. Dokumentasi Data: peneliti memanfaatkan dokumen dan database internal BPDSU yang berisikan catatan historis perawatan kendaraan, jadwal perawatan, laporan penggunaan, dan riwayat kerusakan.
2. Kuesioner dan Wawancara: digunakan untuk mendalami prosedur perawatan, persepsi teknisi, serta masalah-masalah yang sering dihadapi dalam pemeliharaan kendaraan dinas. Kuesioner diberikan kepada teknisi dan staf pengelola armada dinas untuk memperoleh data tambahan terkait teknik perawatan, kendala operasional, dan efektivitas jadwal rutin yang berlaku.
3. Sistem Informasi atau Aplikasi: dalam pengembangan sistem prediksi, diterapkan alat bantu perangkat lunak (seperti Microsoft Excel atau aplikasi data mining) untuk mengolah data, membangun model C4.5, serta melakukan analisis dan validasi hasil prediksi.

Penggunaan instrumen di atas bertujuan untuk memperoleh data yang valid dan relevan, memastikan proses pengumpulan sampai analisis data berjalan secara sistematis, serta mendukung pengambilan keputusan berbasis data pada skema *maintenance* kendaraan dinas BPDSU[18].

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penyelesaian dilakukan oleh peneliti dengan mengusulkan kepada BPDSU untuk menggunakan suatu sistem pencatatan administrasi kendaraan dinas dengan fitur sistem prediksi yang akan menghitung data yang dapat merekomendasikan kendaraan untuk dilakukan *maintenance* yang ditambahkan metode algoritma C.45. Sistem ini dapat mengumpulkan data kendaraan dan mencatat Riwayat kendaraan kemudian, data dikumpulkan dan akan diuji data tersebut untuk menentukan kelayakan pakai pada kendaraan dinas sehingga dengan adanya sistem ini akan mempermudah suatu urusan dalam menangani kendaraan mana yang layak dipakai dan tidak layak dipakai atau harus diservis. Sistem ini dapat memberikan penilaian yang baik dan objektif. Hasil dari sistem ini akan digunakan untuk mencatat kendaraan dinas sehingga memudahkan *driver* untuk mengetahui kelayakan kendaraan dari hasil catatan yang dibuat oleh sistem tersebut.

Tabel 1. Data Kendaraan (Periode tahun 2022–2024)

Id	BPKB	Mesin	Transmisi	Merk	Model
1	4531564	DIESEL	Manual	Toyota	Hiace
2	4970588	DIESEL	Manual	Toyota	Hiace
3	6572815	DIESEL	Manual	Toyota	Hiace
4	7433023	DIESEL	Manual	Toyota	Innova
5	2664378	BENSIN	Manual	Toyota	Innova
6	13206403	DIESEL	Manual	Toyota	Innova
7	4872	BENSIN	Manual	Toyota	Innova
8	7364804	BENSIN	Manual	Toyota	Innova
9	1430859	DIESEL	Manual	Toyota	Innova
10	6578156	DIESEL	Manual	Toyota	Hiace

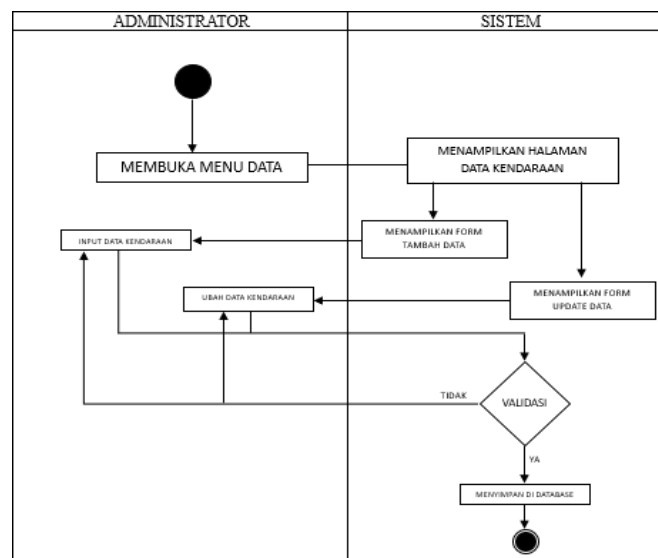
Proses penambahan data kendaraan pada sistem informasi dimulai ketika pengguna, seperti admin atau staf pengelola armada, memilih menu “Tambah Data Kendaraan”. Sistem kemudian menampilkan formulir *input* yang meminta informasi penting, meliputi nama atau tipe kendaraan, nomor polisi, tahun pembuatan, kapasitas, jenis bahan bakar, nomor rangka, dan status operasional.

Pembagian data latih dan data uji berdasarkan praktik umum pada penelitian data mining dan klasifikasi seperti yang digunakan dalam studi sistem prediksi maintenance kendaraan dinas BPDSU dengan algoritma C4.5. Jumlah total data adalah 10 data kendaraan dengan data latih (*training set*) 8 data kendaraan (80%) dan data uji (*testing set*) 2 data kendaraan (20%). Data latih ini berisi 8 data kendaraan pertama (misal, berdasarkan urutan atau dilakukan secara acak/random) dan digunakan untuk membangun, memodelkan, dan melatih pohon keputusan dengan algoritma C4.5. Sedangkan data uji ini berisi 2 data kendaraan yang tersisa yang digunakan untuk menguji akurasi dan performa model klasifikasi yang sudah dihasilkan. Nilai prediksi dari model dibandingkan dengan label asli pada data uji. Penerapan *K-Fold Cross Validation* dimulai dengan membagi data menjadi k bagian (misal 5 atau 10 fold). Setiap fold bergantian menjadi data uji dan sisanya menjadi data latih. Ini menghasilkan evaluasi yang lebih stabil terutama jika dataset relatif kecil.

Tabel 2. Data Training dan Data Testing

Jenis	Jumlah Data	Persentase
Data Latih (Training)	8	80%
Data Uji (Testing)	2	20%

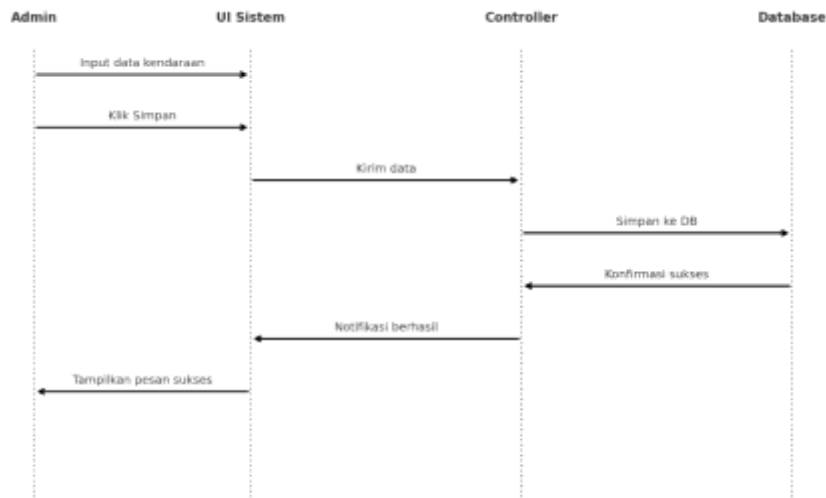
Pengguna mengisi setiap kolom data secara detail dan memastikan kelengkapan informasinya. Setelah data terisi, pengguna menekan tombol “Simpan” untuk memproses input tersebut. Sistem kemudian melakukan validasi untuk memeriksa kelengkapan dan kebenaran data, serta memastikan agar nomor polisi atau identitas kendaraan tidak duplikat di *database*. Jika ditemukan masalah, seperti data belum lengkap atau terdapat kesalahan, sistem akan menampilkan pesan *error* dan meminta pengguna memperbaiki isian. Setelah seluruh data valid, sistem akan menyimpan data kendaraan baru ke dalam *database* dan memberikan notifikasi bahwa penambahan data berhasil. Dengan demikian, proses tambah data kendaraan berjalan secara sistematis, menjaga akurasi serta validitas data yang masuk dalam sistem seperti yang ditunjukkan pada gambar 2 yang merupakan *activity diagram* dari halaman data kendaraan.



Gambar 2. Activity Diagram Data Kendaraan

Gambar 3 di bawah ini merupakan tampilan *sequence diagram* yang menjelaskan proses penambahan data kendaraan dalam sistem informasi kendaraan dinas. Proses dimulai ketika admin mengisi form data kendaraan pada antarmuka pengguna (UI Sistem) dan menekan tombol “Simpan”. UI sistem kemudian mengirimkan data kendaraan yang telah di-*input* ke *controller* untuk dilakukan validasi dan pemrosesan. Setelah data dinyatakan valid, *controller* meneruskan data tersebut ke *Database* untuk disimpan secara permanen. *Database* merespons dengan memberikan konfirmasi bahwa data telah berhasil disimpan. Selanjutnya, *controller* mengirimkan notifikasi keberhasilan

kembali ke UI sistem, yang kemudian menampilkan pesan bahwa data kendaraan berhasil ditambahkan kepada admin. Urutan interaksi ini menggambarkan alur kerja sistem yang terstruktur, memastikan integritas data dan efisiensi dalam proses *input* kendaraan baru.



Gambar 3. *Sequence Diagram* Data Kendaraan

Sebelum masuk ke halaman dashboard utama, pengguna aplikasi terlebih dahulu diarahkan ke halaman awal yang menampilkan antarmuka menu utama sistem. Halaman ini dirancang dengan tampilan yang sederhana namun informatif, menampilkan berbagai ikon fitur utama seperti pengelolaan data kendaraan, pencatatan log harian, jadwal dan riwayat *maintenance*, informasi pemilik kendaraan, serta panduan penggunaan sistem. Tujuannya adalah untuk memberikan kemudahan navigasi bagi pengguna, terutama petugas operasional BPDSU, agar dapat langsung mengakses fungsi-fungsi penting sesuai kebutuhan. Desain visual yang bersih dan ikon yang intuitif membantu meminimalkan kebingungan pengguna serta meningkatkan efisiensi kerja sebelum masuk ke tahap operasional lebih lanjut di *dashboard*.



Gambar 4. Tampilan *Dashboard*

Gambar 4 di atas merupakan tampilan antarmuka utama dari aplikasi INSIAPP yang dikembangkan untuk BPDSU (Badan Pengelola Dinas Sarana Umum). Desain antarmuka tampil modern dengan dominasi warna biru, dilengkapi ikon menu utama seperti Data, Log *Daily*, *Maintenance*, *Owner*, dan Panduan, yang memudahkan pengguna dalam mengakses fitur-fitur penting sistem. Di sisi kanan atas terdapat tombol Logout yang memungkinkan pengguna keluar dari sistem dengan aman. Tampilan ini menunjukkan fokus aplikasi dalam mendukung pengelolaan kendaraan dinas secara sistematis dan *user-friendly*.



Gambar 5. Tampilan Data Spesifikasi Kendaraan

Perhitungan sederhana metode C4.5 (*Decision Tree*) untuk kasus prediksi perlu tidaknya *maintenance* kendaraan dinas ini dibantu dengan atribut dan label yang disederhanakan agar mudah dipahami.

Tabel 2. Data Kendaraan

ID	Umur Kendaraan (tahun)	Kilometer Tempuh (ribu km)	Status Ban	Maintenance
1	3	20	Baik	Tidak
2	5	90	Aus	Ya
3	3	50	Baik	Tidak
4	6	100	Aus	Ya
5	4	70	Aus	Ya
6	2	25	Baik	Tidak
7	5	80	Aus	Ya
8	3	50	Baik	Tidak
9	7	150	Aus	Ya
10	5	110	Aus	Ya

Langkah pertama yang harus dilakukan adalah menghitung entropy total. Metode C4.5 menjadi algoritma pohon keputusan yang menggunakan konsep entropi dan gain ratio untuk menentukan atribut terbaik dalam klasifikasi. Sehingga perhitungan sederhana ini menggunakan metode C4.5 untuk memprediksi kebutuhan *maintenance* kendaraan dinas dengan contoh data simplifikasi sebagai berikut:

- a) Atribut: Usia Kendaraan, Kilometer Tempuh, Status Maintenance
- b) Kelas: Perlu Maintenance / Tidak Perlu Maintenance

Entropi total diambil dari data tabel kendaraan dengan kondisi 10 data kendaraan, dengan 6 data kendaraan 'Perlu *Maintenance*' dan 4 data kendaraan 'Tidak Perlu *Maintenance*'

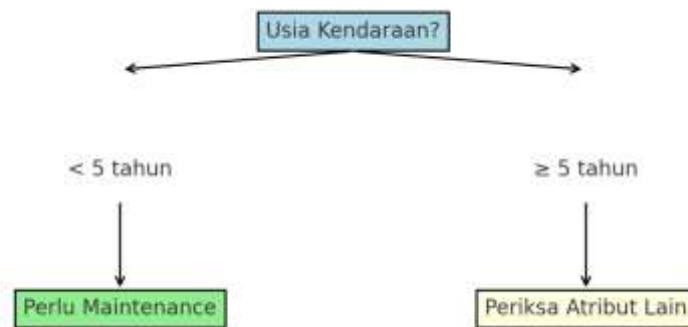
$$\begin{aligned} \text{Entropi}(S) &= - (6/10) * \log_2(6/10) - (4/10) * \log_2(4/10) \\ &\approx -0.6 * -0.737 - 0.4 * -1.322 \\ &\approx 0.442 + 0.529 \\ &= 0.971 \end{aligned}$$

Perhitungan Gain dan Gain Ratio diambil dari data atribut 'Usia Kendaraan' memiliki dua nilai: <5 tahun dan ≥5 tahun, dengan distribusi data sebagai berikut:

- <5 tahun: 4 data (1 Tidak Perlu, 3 Perlu) → Entropi = 0.811
- ≥5 tahun: 6 data (3 Tidak Perlu, 3 Perlu) → Entropi = 1.000

$$\begin{aligned} \text{Gain(Usia)} &= 0.971 - ((4/10)*0.811 + (6/10)*1.000) \\ &= 0.971 - (0.3244 + 0.6) = 0.0466 \\ \text{Split Info} &= -((4/10)\log_2(4/10) + (6/10)\log_2(6/10)) = 0.971 \text{ (sama seperti entropi total)} \\ \text{Gain Ratio} &= \text{Gain} / \text{Split Info} = 0.0466 / 0.971 \approx 0.048 \\ \text{Jumlah total data} &= 10 \\ \text{Jumlah Ya (perlu maintenance)} &= 6 \\ \text{Jumlah Tidak} &= 4 \\ \text{Entropy(S)} &= -(6/10) * \log_2(6/10) - (4/10) * \log_2(4/10) \\ &\approx 0.985 \end{aligned}$$

Gain(Kondisi Mesin) = Entropy(S) - (4/10)*0 - (3/10)*0 - (3/10)*0 = 0.985
 Karena Gain-nya tinggi, atribut 'Kondisi Mesin' bisa dipilih sebagai akar pohon keputusan. Sehingga dapat diberikan contoh visualisasi hasil pohon keputusan berdasarkan atribut 'Usia Kendaraan'.



Gambar 6. Tampilan Algoritma Pohon Keputusan

Perhitungan alat ukur performa model jika menggunakan 10 data uji, dengan detail sebagai berikut:

- **Data aktual:** 4 data “Perlu Maintenance” dan 6 data “Tidak Perlu Maintenance”

Misalkan hasil prediksi dari model adalah:

- 3 data “Perlu Maintenance” terprediksi benar (TP = 3)
- 1 data “Perlu Maintenance” salah diprediksi jadi “Tidak Perlu Maintenance” (FN = 1)
- 5 data “Tidak Perlu Maintenance” terprediksi benar (TN = 5)
- 1 data “Tidak Perlu Maintenance” salah diprediksi jadi “Perlu Maintenance” (FP = 1)

Tabel 3. Confusion Matrix

	Prediksi Perlu	Prediksi Tidak Perlu
Aktual Perlu	3 (TP)	1 (FN)
Aktual Tidak Perlu	1 (FP)	5 (TN)

Perhitungan

1. **Akurasi**

$$\text{Akurasi} = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN} = \frac{3 + 5}{3 + 5 + 1 + 1} = \frac{8}{10} = 0.80 \text{ atau } 80\%$$

2. **Precision**

$$\text{Precision} = \frac{TP}{TP + FP} = \frac{3}{3 + 1} = \frac{3}{4} = 0.75 \text{ atau } 75\%$$

3. **Recall**

$$\text{Recall} = \frac{TP}{TP + FN} = \frac{3}{3 + 1} = \frac{3}{4} = 0.75 \text{ atau } 75\%$$

4. **F1-Score**

$$\text{F1-Score} = 2 \times \frac{\text{Precision} \times \text{Recall}}{\text{Precision} + \text{Recall}} = 2 \times \frac{0.75 \times 0.75}{0.75 + 0.75} = 2 \times \frac{0.5625}{1.5} = \frac{1.125}{1.5} = 0.75 \text{ atau } 75\%$$

Ringkasan Hasil Evaluasi

- **Akurasi:** 80%
- **Precision:** 75%
- **Recall:** 75%
- **F1-Score:** 75%

Dengan confusion matrix seperti di atas, model ini cukup baik dalam memprediksi kebutuhan maintenance meski masih terdapat beberapa prediksi yang kurang tepat.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan dan visualisasi pohon keputusan menggunakan metode C4.5, dapat disimpulkan bahwa algoritma ini efektif dalam membantu proses klasifikasi dan pengambilan keputusan terkait prediksi kebutuhan *maintenance* kendaraan dinas. Sebagai solusi untuk memastikan evaluasi performa model C4.5 berjalan optimal, hasil prediksi pada setiap instance data testing memang harus selalu dibandingkan dengan label aslinya. Evaluasi dapat dilakukan secara komprehensif menggunakan metrik seperti akurasi, *confusion matrix*, *precision*, *recall*, *F1-score*, serta analisis ROC curve dan nilai AUC untuk mendapatkan gambaran kinerja model dari berbagai aspek. Jika performa yang dihasilkan masih kurang memuaskan, peneliti disarankan menyesuaikan parameter model atau tahap praproses data, seperti mengoptimalkan pemilihan fitur, menangani data imbalance, melakukan normalisasi, atau tuning parameter pruning pada pohon keputusan. Langkah-langkah penyempurnaan ini dapat membantu meningkatkan ketepatan prediksi dan keandalan model pada penelitian berikutnya.

Dengan memanfaatkan atribut historis seperti usia kendaraan, sistem dapat mengidentifikasi pola dan menghasilkan model yang mudah dipahami berupa pohon keputusan. Model ini tidak hanya meningkatkan akurasi prediksi, tetapi juga mendukung efisiensi operasional melalui sistem pendukung keputusan yang berbasis data. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa C4.5 mampu menjadi solusi praktis dan adaptif dalam pengelolaan aset kendaraan, khususnya dalam perencanaan perawatan preventif yang lebih terjadwal dan terukur.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. K. Solihin, F. Natsir, and O. Opitasari, "Deteksi Dini Kerusakan Sepeda Motor Matic Injeksi menggunakan Sistem Pakar Berbasis Forward Chaining," *J. Apl. Teknol. Inf. dan Manaj.*, vol. 6, no. 1, pp. 15–23, 2025.
- [2] M. Innuddin, F. Natsir, and D. M. Suratno, "Implementasi Dynamic System Development Method Pada Perancangan Sistem Informasi Fotocopy Amanah," *Semin. Nas. Ris. dan Inov. Teknol. (SEMNAS RISTEK)*, vol. 9, no. 1, pp. 455–462, 2025.
- [3] F. Natsir, A. Sulistyohati, and R. A. Sihombing, "Pendekatan Agile Scrum untuk Meningkatkan Efisiensi pada Aplikasi Sistem Penjualan Produk Kedelai," *J. Apl. Teknol. Inf. dan Manaj.*, vol. 5, no. 1, pp. 50–56, 2024.
- [4] N. F. Hasan, M. Izzatillah, E. S. Marsiani, and F. Natsir, "Implementasi Metode Simple Additive Weighting Dalam Penentuan Kelayakan Mobil," *Semnas Ristek (Seminar Nas. Ris. dan Inov. Teknol.)*, vol. 9, no. 1, pp. 516–521, 2025.
- [5] Y. Permana, F. Natsir, and S. Suaedah, "Penentuan Karyawan Terbaik dengan Metode Simple Additive Weighting (SAW) di PT. Kb Bukopin Tbk.," *J. Apl. Teknol. Inf. dan Manaj.*, vol. 5, no. 2, Oct. 2024, doi: 10.31102/jatim.v5i2.3046.
- [6] M. Iqball and H. Putro, "Analisis Studi Kelayakan Teknis Dan Ekonomis Pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Minihidro (Pltm) Studi Kasus : Pltm Prukut Sambirata, Kabupaten Banyumas, Purwokerto," *J. Tera*, vol. 1, no. 1, pp. 59–83, 2021, [Online]. Available: <http://jurnal.undira.ac.id/index.php/tera/>
- [7] R. A. Sihombing and F. Natsir, "Perancangan Aplikasi Analisis Sentimen Terhadap Opini Penghapusan Skripsi pada Twitter menggunakan Metode Naïve Bayes," vol. 2, no. 1, pp. 1–14, 2023.
- [8] T. Y. Akhirina *et al.*, "Sistem Pendukung Keputusan Kelayakan Penerimaan Bantuan Pinjaman Modal Usaha Kecil Menengah Dengan Metode Smart," *J-Com (Journal Comput.)*, vol. 1, no. 2, pp. 20–24, 2022, doi: 10.33330/j-com.v1i1.1090.
- [9] L. S. Pangestu, Y. Ardian, and W. Kuswinardi, "Sistem Pendukung Keputusan Kelayakan Penerimaan Bantuan Pinjaman Modal Usaha Kecil Menengah Dengan Metode Smart," *RAINSTEK J. Terap. Sains Teknol.*, vol. 1, no. 1, pp. 55–62, 2019, doi: 10.21067/jtst.v1i1.3114.
- [10] Suharti and D. Putro Utomo, "Sistem Pendukung Keputusan Kelayakan Penerima Bantuan Tanah Garapan Pada Desa Trans Aliaga Ujung Batu Iii Dengan Metode Distance From Average Solution (EDAS)," *Nas. Teknol. Inf. dan Komputer*, vol. 5, no. 1, pp. 43–55, 2021, doi: 10.30865/komik.v5i1.3647.
- [11] R. D. Marzuq, S. A. Wicaksono, and N. Y. Setiawan, "Prediksi Kanker Paru-Paru menggunakan Algoritme Random Forest Decision Tree," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 7, no. 7, pp. 3448–3456, 2023.
- [12] R. A. Sihombing and F. Natsir, "Peningkatan Pelayanan Pelanggan Melalui E-CRM Dengan Metode User Centered Design (UCD)," *J. Sist. Inf. dan Teknol. Perad.*, vol. 2, no. 2, pp. 54–59, 2021.
- [13] F. A. Kadir *et al.*, "Penerapan Data Mining untuk Identifikasi Kinerja Technical Support di PT Maxindo Mitra Solusi dengan Metode Naïve Bayes," *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.)*, vol. 8, no. 6, pp. 11545–11553, 2024.
- [14] I. Wahyudin, F. Natsir, and I. Vandini, "Perancangan Aplikasi Sistem Informasi Penjualan Tahu pada Pabrik Tahu UG Pariangan

- Berbasis Java,” *J. Apl. Teknol. Inf. dan Manaj.*, vol. 3, no. 2, pp. 62–72, 2022, doi: 10.31102/jatim.v3i2.1544.
- [15] F. Natsir, “Analisis Forensik Konten dan Timestamp pada Aplikasi Tiktok,” *STRING (Satuan Tulisan Ris. dan Inov. Teknol.)*, vol. 6, no. 2, pp. 203–209, Dec. 2021, doi: 10.30998/STRING.V6I2.11454.
- [16] F. Natsir, A. Abdurahman, and R. A. Sihombing, “Prediction of Alternative Solar Energy Utilization in Internet of Things Based Systems Using Random Forest Algorithm,” *Innov. Res. Informatics*, vol. 7, no. 1, 2025.
- [17] M. Fickri and F. Natsir, “Implementasi Fleet Manajemen untuk Mempermudah Perawatan Mobil di PT Reisal Trans Mandiri dengan Metode Customer Relationship Management (CRM),” *JifoTech*, vol. 3, no. 2, pp. 75–80, 2023.
- [18] T. Maulana, F. Natsir, and S. Suaedah, “Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Kelayakan Mobil Pemadam Kebakaran pada Stasiun Pemadam Kebakaran Jagakarsa menggunakan Metode Simple Additive Weighting (SAW),” *J. Apl. Teknol. Inf. dan Manaj.*, vol. 5, no. 2, pp. 120–126, 2024.