

Sistem Pengelolaan Dan Prediksi Pemeliharaan Kendaraan Satpol PP Kota Surabaya Berbasis Website

Elroy Bintang Purnama¹, Anita Qoiriah²

^{1,2}Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

elroybintang.21002@mhs.unesa.ac.id

anitaqoiriah@unesa.ac.id

Abstrak— Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan website yang dapat membantu pengelolaan dan prediksi pemeliharaan kendaraan operasional Satuan Polisi Pamong Praja Kota Surabaya. Sistem ini dirancang untuk meningkatkan efisiensi pencatatan, mengurangi kesalahan manual, serta mendukung pengambilan keputusan berbasis data. Dalam pengembangannya, sistem ini menggunakan metode *Waterfall* dan memanfaatkan algoritma *Random Forest Regressor* untuk memprediksi waktu pemeliharaan kendaraan berdasarkan data historis seperti usia kendaraan, kilometer tempuh, dan jenis kerusakan. Selain fitur Pengelolaan kendaraan dan servis, sistem juga dilengkapi dengan modul prediksi pemeliharaan dan laporan digital. Hasil pengujian menunjukkan bahwa model tanpa data sintetis memiliki akurasi prediksi yang cukup stabil dengan nilai *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)* di kisaran 38%–40% dan *Mean Absolute Error (MAE)* di Kisaran 1,4245-1,5098% yang mengindikasikan kinerja model yang masih perlu ditingkatkan. Namun, penambahan data sintetis berhasil menurunkan nilai *MAPE* secara signifikan menjadi 2,4%–2,5% dan *Mean Absolute Error (MAE)* menjadi 0,891-0,937% . Sistem ini diharapkan dapat meningkatkan kinerja Satpol PP dalam pengelolaan kendaraan dinas secara lebih digital, akurat, dan proaktif.

Kata Kunci: Sistem Informasi, Prediksi Pemeliharaan, Random Forest Regressor, Kendaraan Dinas, Satpol PP, Website Laravel, Manajemen Kendaraan.

I. PENDAHULUAN

Kendaraan operasional merupakan bagian penting dari aktivitas lapangan Satpol PP Kota Surabaya. Kendaraan ini digunakan dalam berbagai tugas seperti patroli, pengawasan, hingga penertiban, sehingga ketersediaannya harus selalu dalam kondisi prima. Sayangnya, proses pencatatan dan pemeliharaan kendaraan saat ini dilakukan secara manual. Hal ini menimbulkan berbagai kendala, mulai dari rawannya kesalahan pencatatan, keterlambatan servis, hingga kesulitan dalam memantau riwayat kendaraan secara menyeluruh.

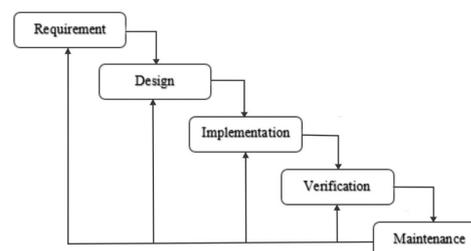
Di tengah pesatnya perkembangan teknologi digital, transformasi sistem manual menuju sistem berbasis web menjadi kebutuhan mendesak. Sebuah sistem yang tidak hanya mencatat informasi kendaraan, tetapi juga mampu membantu dalam merencanakan pemeliharaan secara lebih tepat dan efisien.

Pengembangan sistem dilakukan dengan pendekatan metode *Waterfall* yang mencakup tahapan berurutan dari analisis kebutuhan hingga pemeliharaan. Untuk memprediksi waktu

pemeliharaan kendaraan, diterapkan algoritma *Random Forest Regressor* yang mengolah data historis. Evaluasi performa model dilakukan melalui pengukuran akurasi menggunakan metrik *MAPE* dan *MAE*, serta validasi model menggunakan teknik *K-Fold Cross Validation*.

Penelitian ini bertujuan untuk membangun sebuah sistem berbasis website yang dapat digunakan oleh Satpol PP Kota Surabaya untuk mengelola data kendaraan dinas mereka secara terintegrasi. Sistem ini dirancang agar dapat mendukung pencatatan data kendaraan, servis berkala, dan prediksi pemeliharaan Kendaraan. Diharapkan, sistem ini dapat membantu meningkatkan efisiensi kerja, mengurangi risiko kendaraan tidak layak jalan, dan memberikan informasi yang lebih akurat dalam membantu mengambil keputusan pemeliharaan kendaraan.

II. METODOLOGI PENELITIAN



Gbr. 1 Metode Waterfall

Gbr. 1 berikut merupakan metode *waterfall* . Penelitian ini menggunakan metode *waterfall* sebagai tahapan pengembangan sistem. Metode *waterfall* dipilih karena sesuai dengan proyek yang kebutuhannya telah terdefinisi dengan jelas sejak awal. Tahapan dalam metode *Waterfall* memiliki Langkah Langkah yaitu analisis kebutuhan, perancangan sistem, implementasi, pengujian, dan pemeliharaan, yang dijalankan secara berurutan dan terstruktur.

A. Arsitektur dan Desain Sistem

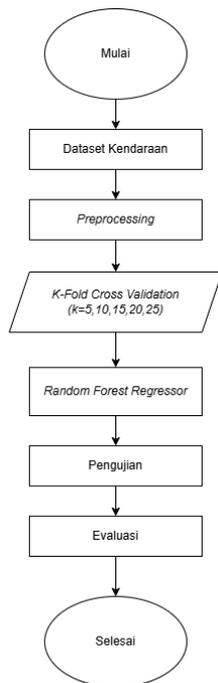
Sistem dibangun menggunakan arsitektur tiga lapis (*three-tier architecture*), yaitu:

- 1) Frontend: menggunakan Blade templating engine dari Laravel, HTML, CSS, dan JavaScript.
- 2) Backend: dikembangkan dengan framework Laravel dan bahasa pemrograman PHP, yang menangani logika bisnis serta pengolahan data.
- 3) Database: menggunakan MySQL untuk menyimpan data kendaraan, servis, prediksi pemeliharaan, dan pengguna sistem.

Alur visual dan interaksi pengguna dirancang dengan desain antarmuka (UI/UX) berbasis wireframe, mencakup halaman dashboard, pengelolaan kendaraan, servis, prediksi, laporan, dan user.

B. Pemodelan Prediksi dengan Random Forest Regressor

Salah satu fitur utama dari sistem adalah prediksi waktu pemeliharaan kendaraan. Model ini dibangun menggunakan algoritma *Random Forest Regressor*, sebuah metode ensemble learning berbasis banyak pohon keputusan (*decision trees*). Algoritma ini dipilih karena mampu menangani hubungan non-linear antar variabel, bekerja baik dengan fitur kategorikal maupun numerik, serta tahan terhadap overfitting. Tahapan pemodelan meliputi:



Dari **Gbr. 2** Alur Pemrosesan Data diatas dapat dijelaskan seperti berikut:

Gbr. 3 Alur Pemrosesan Data

- 1) Pengumpulan dan preprocessing data: mencakup *data cleaning*, *integration*, dan *normalisasi*. Data yang berupa kategorikal seperti jenis kerusakan dan kondisi kendaraan dilakukan pengkodekan menggunakan teknik *label encoding* dan *TF-IDF* untuk jenis pemeliharaan.
- 2) Fitur input: antara lain usia kendaraan, kilometer harian, jenis pemeliharaan, dan kondisi kendaraan.
- 3) Target output: berupa estimasi waktu (bulan) pemeliharaan berikutnya.
- 4) Pelatihan model dilakukan menggunakan *scikit-learn* di Python, lalu diintegrasikan ke sistem Laravel melalui API berbasis Flask.
- 5) Evaluasi model dilakukan menggunakan metrik *MAPE* dan *MAE*, serta validasi menggunakan metode *K-Fold Cross Validation* untuk menguji stabilitas model.

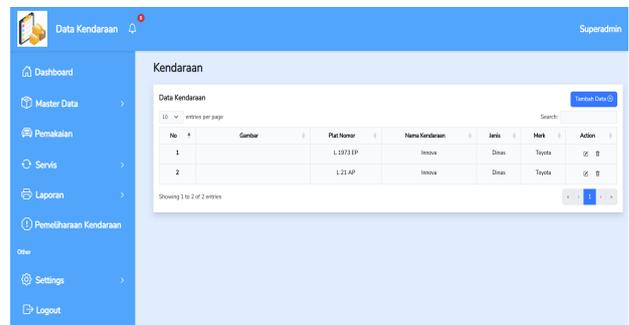
Hasil prediksi kemudian ditampilkan secara real-time di sistem, membantu admin dalam merencanakan servis kendaraan secara preventif dan berbasis data.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari penelitian ini berupa sistem berbasis web yang digunakan untuk membantu pengelolaan dan prediksi pemeliharaan kendaraan operasional Satpol PP Kota Surabaya. Sistem ini dirancang dengan modul utama seperti manajemen data kendaraan, pencatatan servis, prediksi waktu pemeliharaan, serta pelaporan digital dalam format PDF dan Excel.

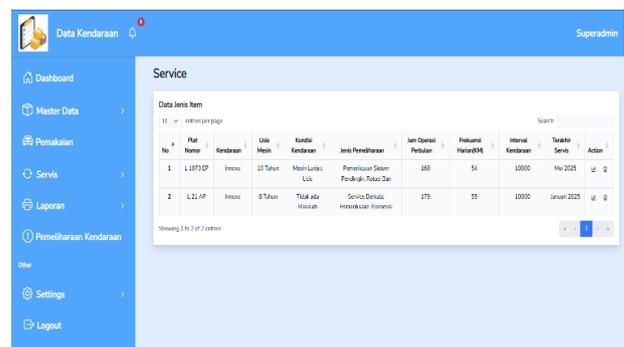
A. Implementasi Sistem

Sistem diimplementasikan menggunakan framework Laravel sebagai backend dan antarmuka pengguna, sementara model prediksi dikembangkan secara terpisah menggunakan Python dan *scikit-learn*. Integrasi dilakukan melalui API berbasis Flask. Modul utama yang dibangun antara lain:



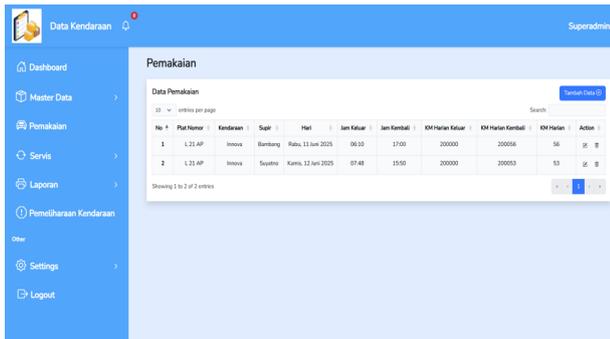
Gbr. 2 Halaman Master Data

- 1) **Gbr. 2** merupakan halaman master data, yang berfungsi mencatat informasi unit kendaraan seperti nomor polisi, merek, jenis, dan gambar.



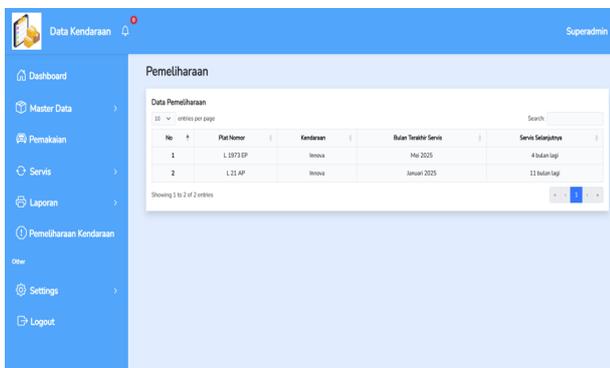
Gbr. 4 Halaman Servis

- 2) **Gbr. 4** merupakan halaman servis, halaman Servis berisi data kendaraan yang telah diservis. Pengguna dapat memperbarui atau melihat informasi servis seperti jenis pemeliharaan, frekuensi penggunaan harian, dan jam operasi bulanan.



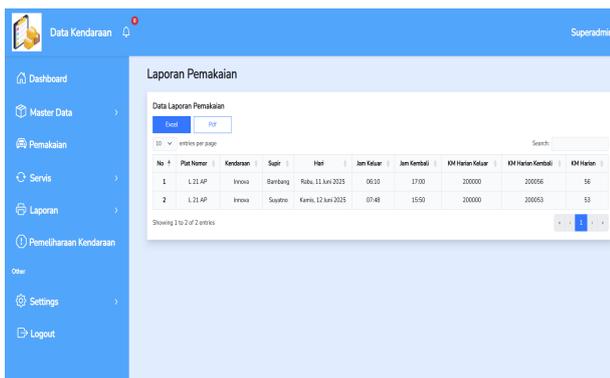
Gbr. 5 Halaman Pemakaian

- 3) **Gbr. 5** merupakan halaman pemakaian, Halaman Pemakaian mencakup informasi seperti nama sopir, plat nomor kendaraan, tanggal penggunaan, jam keluar dan kembali, serta jarak tempuh harian (KM).



Gbr. 6 Halaman Prediksi Pemeliharaan

- 4) **Gbr. 6** merupakan halaman Pemeliharaan kendaraan yaitu menampilkan informasi kendaraan, termasuk plat nomor, nama kendaraan, bulan terakhir servis, dan servis selanjutnya..



Gbr. 7 Halaman Laporan

- 5) **Gbr. 7** merupakan halaman laporan yang terbagi menjadi dua yaitu laporan servis dan laporan pemakaian, yang menghasilkan rekam data kendaraan dan riwayat servis yang siap cetak.

B. Evaluasi Model Prediksi

Model Random Forest Regressor digunakan untuk memprediksi waktu pemeliharaan kendaraan dan evaluasi model dengan *K-Fold Cross Validation* (dengan variasi $K = 5, 10, 15, 20,$ dan 25). Pembagian data Evaluasi dilakukan pada dua kondisi: dengan dan tanpa penggunaan data sintetis. Pada data asli, model mencatat nilai MAPE antara 38% hingga 40%, serta MAE antara 1.42 hingga 1.50 seperti pada **TABLE I**, yang menunjukkan bahwa akurasi prediksi masih perlu ditingkatkan.

TABLE I
Tabel K-Fold Tanpa Data Sintetis

No	<i>K-fold</i>	<i>MAPE</i>	<i>MAE</i>
1	5	40,30%	1,5098
2	10	39,36%	1,4528
3	15	38,38%	1,4257
4	20	39,00%	1,4486
5	25	39,03%	1,4245

Namun, setelah ditambahkan data sintetis untuk memperkaya variasi fitur, akurasi model meningkat signifikan, dengan MAPE turun ke kisaran 2.4% hingga 2.5%, dan MAE menjadi 0.89 hingga 0.93 dapat dilihat pada **TABLE II**. Hasil ini menunjukkan bahwa pengayaan data berdampak positif terhadap performa model. Menunjukkan bahwa model memiliki konsistensi dan keandalan yang baik dalam berbagai skenario

TABLE II
Tabel K-Fold menggunakan Data Sintetis

No	<i>K-fold</i>	<i>MAPE</i>	<i>MAE</i>
1	5	2,41%	0,937%
2	10	2,51%	0,936%
3	15	2,52%	0,906%
4	20	2,46%	0,891%
5	25	2,45%	0,893%

C. Pengujian Sistem

Pengujian di **Gbr. 8** Tabel Pengujian Blackbox perangkat lunak dilakukan dengan metode black-box untuk memeriksa bahwa seluruh fitur sistem berjalan sesuai dengan fungsinya. Hasilnya menunjukkan bahwa semua modul mulai dari input data kendaraan hingga prediksi dan ekspor laporan bekerja dengan baik sesuai spesifikasi. Selain itu Kinerja sistem juga diukur untuk mengetahui berapa pemakaian dari hardware computer user yang dapat dilihat pada **Table III**.

No	Fitur	Fitur Yang Diuji	Input	Output	Hasil
1	Login	Autentikasi login	Email & Password	Pengguna berhasil masuk/ditolak	Sesuai
2	Master Data Kendaraan	Tambah/Edit/Hapus data kendaraan	Data kendaraan (nomor polisi, merk, dsb)	Data kendaraan berhasil ditambahkan, diperbarui, atau dihapus	Sesuai
3	Servis	Edit data servis	Data servis (jenis servis, bulan servis, kendaraan)	Data servis tercatat di database	Sesuai
4	Pemeliharaan Kendaraan	Tampilkan hasil prediksi	Tidak ada	Hasil prediksi pemeliharaan ditampilkan	Sesuai
5	Laporan	Cetak Laporan Servis dan Pemakaian	Klik tombol PDF dan EXCEL pada halaman laporan	Laporan servis berhasil terunduh dalam format PDF dan EXCEL	Sesuai
6	Setting User	Tambah/Edit/Hapus pengguna	Data pengguna (email, role, password)	Pengguna berhasil ditambahkan, diperbarui, atau dihapus	Sesuai

Gbr. 8 Tabel Pengujian Blackbox

Table III

No	Aspek yang diukur	Hasil uji	Metode Pengukuran
1	Waktu Respon Prediksi	1,2 detik dari input hingga hasil muncul	Stopwatch manual
2	Waktu Buka Halaman	0,8 detik untuk dashboard dan input form	Stopwatch manual
3	Penggunaan Memori	110 MB saat idle, 45 MB saat melakukan prediksi	Task Manager (Windows 11)
4	Penggunaan CPU	3% saat idle, 9% saat pemrosesan prediksi	Task Manager (Windows 11)
5	Keamanan Login	Hanya user login yang bisa akses dan fitur sesuai hak	Uji fungsional login logout

Pengujian Kinerja Sistem

D. Pembahasan

Pengujian sistem membuktikan bahwa penerapan sistem informasi berbasis web yang terintegrasi dengan model prediksi berbasis machine learning membawa kontribusi signifikan terhadap proses manajemen dan pemeliharaan kendaraan operasional di Satpol PP Kota Surabaya. Sistem ini tidak hanya menggantikan metode pencatatan manual yang cenderung memakan waktu dan rawan kesalahan, tetapi juga menghadirkan pendekatan baru berbasis data yang lebih efisien dan terstruktur.

Dari sisi fungsional, sistem ini mampu menyimpan dan mengelola informasi penting seperti data kendaraan, catatan servis, hingga detail pemakaian harian. Ketersediaan data tersebut secara sistematis memudahkan proses pelacakan riwayat perawatan dan mendukung transparansi informasi. Hal ini memberikan kemudahan bagi petugas dalam menjadwalkan servis serta mengidentifikasi unit kendaraan yang memerlukan perhatian lebih lanjut.

Dalam hal prediksi, algoritma Random Forest Regressor digunakan untuk menganalisis keterkaitan berbagai variabel seperti umur kendaraan, tingkat pemakaian harian, kondisi teknis, dan riwayat kerusakan. Algoritma ini dikenal memiliki keunggulan dalam menangani data kompleks, baik numerik maupun kategorikal, serta tahan terhadap risiko overfitting. Namun, pada data asli, model menunjukkan tingkat akurasi yang masih perlu ditingkatkan, dengan nilai MAPE antara 38%–40% dan MAE berkisar 1.42–1.50. Hal ini mencerminkan keterbatasan kualitas dan keragaman data historis yang tersedia.

Untuk mengatasi hal tersebut, dilakukan penambahan data sintesis guna memperluas variasi dan representasi fitur dalam data pelatihan. Hasilnya, akurasi model meningkat signifikan dengan MAPE turun menjadi 2.4%–2.5% dan MAE menjadi 0.89–0.93 seperti pada TABLE II. Ini menandakan bahwa keberadaan data yang lengkap dan berkualitas mampu memberikan dampak besar terhadap hasil prediksi. Selain itu, evaluasi lebih lanjut menggunakan metode validasi K-Fold (K = 5, 10, 15, 20, dan 25) membuktikan bahwa model memiliki performa yang konsisten dalam berbagai skenario pembagian data.

Secara teknis, sistem dibangun menggunakan framework Laravel untuk sisi server dan antarmuka pengguna, sementara pemodelan prediksi dilakukan menggunakan bahasa Python dengan pustaka scikit-learn, yang kemudian dihubungkan ke sistem melalui API berbasis Flask. Uji fungsional dilakukan dengan pendekatan Black-box Testing pada Gbr. 8, dan menunjukkan bahwa seluruh fitur utama mulai dari prediksi pemeliharaan, pencatatan servis, hingga pelaporan dapat dijalankan dengan lancar tanpa kendala.

Secara keseluruhan, sistem ini mampu menjadi solusi dalam menangani tantangan pengelolaan kendaraan Satpol PP kota Surabaya. Lalu dapat menyederhanakan proses administratif, dan memungkinkan perencanaan pemeliharaan yang lebih strategis dan berbasis data. Dengan demikian, sistem ini diharapkan dapat mengurangi risiko kendaraan rusak mendadak, memperpanjang masa operasional, serta memastikan kesiapan armada dalam menjalankan tugas-tugas Satpol PP secara optimal.

IV. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil menghasilkan sebuah sistem berbasis website yang dapat membantu pengelolaan kendaraan dan prediksi pemeliharaan kendaraan dinas Satpol PP Kota Surabaya. Sistem ini dibangun menggunakan framework Laravel dan dilengkapi dengan model prediktif berbasis algoritma Random Forest Regressor. Fitur utama yang dikembangkan meliputi pencatatan data kendaraan, pengelolaan servis, prediksi waktu pemeliharaan, serta pelaporan digital.

Hasil evaluasi menunjukkan bahwa model prediksi memberikan kinerja yang lebih akurat setelah ditambahkan data sintetis, dengan nilai *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)* turun menjadi kurang dari 3% dan *Mean Absolute Error (MAE)* di bawah 1% yang dibuktikan dengan TABLE II. Selain itu, pengujian sistem melalui metode black-box pada **Gbr. 8** membuktikan bahwa semua fitur dapat berfungsi sesuai kebutuhan pengguna.

Secara keseluruhan, sistem ini mendukung transformasi digital dalam pengelolaan aset kendaraan, meningkatkan efisiensi kerja, serta memperkuat pengambilan keputusan berbasis data. Sistem diharapkan dapat diimplementasikan lebih luas untuk mendukung pengelolaan aset operasional pada instansi pemerintah lainnya.

V. SARAN

Untuk meningkatkan akurasi model prediksi, disarankan agar Satpol PP Kota Surabaya terus mengumpulkan lebih banyak data terkait kendaraan operasional mereka. Data yang lebih banyak dan variatif akan membantu dalam meningkatkan kinerja model prediksi. Dan sistem yang telah dikembangkan perlu dilakukan pemantauan secara berkala untuk memastikan performa dan stabilitasnya. Dan juga Sistem ini memiliki potensi untuk diterapkan di instansi lain yang memiliki kebutuhan serupa, seperti dinas perhubungan atau perusahaan yang mengelola armada kendaraan. Penerapan sistem di berbagai instansi ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam meningkatkan efisiensi pengelolaan dan pemeliharaan kendaraan operasional.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih syukur peneliti kepada Allah SWT atas rahmat dan keberkahannya selalu, kedua orang tua, dosen pembimbing, kakak, teman-teman, dan seluruh pihak yang terkait dalam penelitian ini, dan kepada peneliti sendiri yang sudah bertahan dengan baik untuk bisa menyelesaikan penelitian ini.

REFERENSI

- [1] D. Suhendi, "PERAN SATUAN POLISI PAMONG PRAJA DALAM PENYELENGGARAAN KETENTERAMAN DAN KETERTIBAN UMUM (Studi terhadap Penerapan Standar Operasional Prosedur Ketenteraman dan Ketertiban Umum di Kabupaten Indramayu Provinsi Jawa Barat)," *Jurnal Tatapamong*, pp. 35–47, Mar. 2019.
- [2] M. Mustofa, O. Sahroni, I. P. A. A. Nugraha, and R. Samsinar, "Perancangan Website Sebagai Media Informasi dan Peningkatan Citra Pada TK 'Aisyiyah 73 Jakarta Utara,'" *RENATA: Jurnal Pengabdian Masyarakat Kita Semua*, vol. 2, no. 2, Aug. 2024, doi: 10.61124/1.renata.61.
- [3] M. Syahrul Efendi *et al.*, "RESOLUSI: Rekayasa Teknik Informatika dan Informasi Penerapan Algoritma Random Forest Untuk Prediksi Penjualan Dan Sistem Persediaan Produk," *Media Online*, vol. 5, no. 1, p. 20, 2024, doi: 10.30865/resolusi.v5i1.2149.
- [4] C. C. Aggarwal, *Data Mining*. Cham: Springer International Publishing, 2015. doi: 10.1007/978-3-319-14142-8.
- [5] I. Gusti Putu Mahindra Yasa, G. Angga Pradipta, and N. Luh Putri Srinadi, "Optimalisasi Prediksi Maintenance Menggunakan Regresi Random Forest: Tinjauan Systematic Literature Review", [Online]. Available: <https://scholar.google.com/>.
- [6] R. Hidayat *et al.*, "Implementasi Algoritma Random Forest Regression Untuk Memprediksi Penjualan Produksi di Supermarket," *SIMKOM*, vol. 10, no. 1, pp. 101–109, Jan. 2025, doi: 10.51717/simkom.v10i1.703.
- [7] A. Mulya, S. Syarli, and M. Assidiq, "SISTEM INFORMASI PEMINJAMAN KENDARAAN DINAS BERBASIS WEB," *Journal Pegguruang: Conference Series*, vol. 2, no. 1, p. 43, May 2020, doi: 10.35329/jp.v2i1.1369.
- [8] F. Arena, M. Collotta, L. Luca, M. Ruggieri, and F. G. Termine, "Predictive Maintenance in the Automotive Sector: A Literature Review," *Mathematical and Computational Applications*, vol. 27, no. 1, p. 2, Dec. 2021, doi: 10.3390/mca27010002.
- [9] A. Abdul Wahid Sekolah Tinggi Manajemen Informatika dan Komputer Sumedang, "Analisis Metode *Waterfall* Untuk Pengembangan Sistem Informasi." [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/346397070>
- [10] Forest Regression," *JURNAL MEDIA INFORMATIKA BUDIDARMA*, vol. 8, no. 3, p. 1694, Jul. 2024, doi: 10.30865/mib.v8i3.7892.
- [11] R. Hidayat *et al.*, "Implementasi Algoritma Random Forest Regression Untuk Memprediksi Penjualan Produksi di Supermarket," *SIMKOM*, vol. 10, no. 1, pp. 101–109, Jan. 2025, doi: 10.51717/simkom.v10i1.703.
- [12] J. Shadiq, A. Safei, R. Wahyudin Ratu Loly, C. sitasi, L. Rwr, and P. Aplikasi Peminjaman Kendaraan Operasional Kantor Menggunakan BlackBox Testing, "INFORMATION MANAGEMENT FOR EDUCATORS AND PROFESSIONALS Pengujian Aplikasi Peminjaman Kendaraan Operasional Kantor Menggunakan BlackBox Testing," *Information Management for Educators and Professionals*, vol. 5, no. 2, pp. 97–110, 2021.
- [13] "SOFTWARE ENGINEERING: A PRACTITIONER'S APPROACH, EIGHTH EDITION."