https://doi.org/10.56862/irajpkm.v3i3.345

IRA Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat (IRAJPKM)

Vol. 3, No. 3, 2025, pp. 39-45, e-ISSN: 3024-8299

Available online http://e-journals.irapublishing.com/index.php/IRAJPKM/

Lokakarya Sistem Prediksi Pemeliharaan Mesin Menggunakan Algoritma Random Forest pada Perusahaan Layanan Perawatan Kendaraan

Workshop on Machine Maintenance Prediction Systems Using the Random Forest Algorithm in Vehicle Maintenance Service Companies

Indra Almahdy[1*], Muhammad Isradi[2], Hadi Pranoto[3], Muhammad Kholil[1] dan Jakfat Haekal[4]

[1] Program Studi Teknik Industri, Universitas Mercu Buana, Jakarta Barat 11650, Indonesia

[2] Program Studi Teknik Sipil, Universitas Mercu Buana, Jakarta Barat 11650, Indonesia

[3] PT Anugerah Sarana Dinamika, Jawa Barat 17158, Indonesia

[4] Program Studi Teknik Industri, Universitas Esa Unggul, Jakarta Barat 11510, Indonesia

**Corresponding author*: indraal@mercubuana.ac.id

Diterima: 17-10-2025 **Disetujui: 28-11-2025** **Dipublikasikan: 20-12-2025**

IRAJPKM is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.

Abstrak

Program pengabdian masyarakat ini dilaksanakan untuk mengatasi rendahnya efisiensi sistem pemeliharaan mesin konvensional dan tingginya risiko kerusakan mendadak pada perusahaan jasa perawatan kendaraan. Kegiatan ini bertujuan memperkenalkan sistem predictive maintenance berbasis algoritma Random Forest agar mitra dapat beralih dari pendekatan reaktif menuju pengambilan keputusan berbasis data. Metode yang digunakan meliputi asesmen kebutuhan, pelatihan teori dasar machine learning kepada 10 peserta, praktik langsung menggunakan Python dan Google Colab, serta studi kasus berbasis data historis mesin milik mitra. Hasil evaluasi menunjukkan peningkatan pemahaman teknis peserta sebesar 42%, dengan kemampuan sistem untuk mendeteksi potensi kerusakan 2–3 hari lebih awal dibandingkan metode manual. Penerapan sistem ini terbukti mampu menurunkan waktu henti tak terjadwal dan biaya operasional. Kegiatan ini berhasil meningkatkan kapasitas mitra dalam menerapkan predictive maintenance, memperkuat literasi digital teknisi, serta mendukung transformasi digital berkelanjutan di sektor layanan perawatan kendaraan.

Kata Kunci: Pengabdian masyarakat, Pemeliharaan prediktif, Machine learning, Random Forest.

Abstract

This community service program was conducted to address the low efficiency of conventional machine maintenance systems and the high risk of unexpected breakdowns in vehicle service companies. The program aimed to introduce a predictive maintenance system based on the Random Forest algorithm, enabling partners to shift from reactive maintenance practices toward data-driven decision-making. The applied methods included a needs assessment, theoretical training on machine learning fundamentals for 10 participants, hands-on practice using Python and Google Colab, and guided case studies based on the partner's historical machine data. Evaluation results indicated a 42% improvement in participants' technical understanding, while the developed system demonstrated the capability to detect potential failures 2–3 days earlier than traditional methods. The implementation successfully reduced unscheduled downtime and operational costs. Overall, this program enhanced the partner's capacity to implement predictive maintenance, strengthened technicians' digital literacy, and supported sustainable digital transformation in the vehicle service sector.

Keywords: *Community service, Predictive maintenance, Machine learning, Random Forest.*

1. Pendahuluan

Perkembangan pesat teknologi informasi telah memberikan dampak signifikan pada berbagai sektor industri, termasuk perusahaan yang bergerak di bidang perbaikan dan perawatan kendaraan. Dalam konteks ini, pengelolaan aset dan pemeliharaan mesin menjadi faktor krusial dalam menjaga keberlangsungan operasional dan kualitas layanan. Namun, salah satu tantangan utama yang dihadapi oleh perusahaan bengkel dan layanan perawatan kendaraan adalah rendahnya efisiensi praktik pemeliharaan konvensional, yang sering kali menyebabkan kerusakan mendadak, penurunan produktivitas, serta meningkatnya biaya operasional (Zhang, Yang, dan Wang 2019; Lee, Bagheri, dan Kao 2015).

Mitra dalam program pengabdian masyarakat ini merupakan perusahaan perawatan kendaraan berskala menengah yang berlokasi di Jakarta. Hingga saat ini, mitra masih mengandalkan pendekatan pemeliharaan reaktif dan preventif konvensional dalam aktivitas operasionalnya. Kondisi tersebut menyebabkan keterlambatan dalam mendeteksi potensi kerusakan mesin, meningkatnya frekuensi perbaikan tidak terencana, serta menurunnya tingkat kepuasan pelanggan akibat lamanya waktu layanan (Mobley 2011).

Seiring berkembangnya teknologi analitik data, pendekatan predictive maintenance berbasis machine learning menjadi alternatif yang semakin banyak digunakan dalam analisis prediktif industri. Salah satu algoritma yang sering dimanfaatkan adalah Random Forest, yang dikenal mampu menangani data historis mesin secara efektif, termasuk data suhu, getaran, konsumsi bahan bakar, dan riwayat kerusakan (Breiman 2001; Bousdekis et al. 2021). Penerapan sistem predictive maintenance berbasis Random Forest memungkinkan perusahaan memantau kondisi mesin secara lebih akurat dan melakukan tindakan perawatan sebelum terjadinya kegagalan yang lebih serius (Tsai et al. 2015).

Meskipun demikian, terdapat kesenjangan antara potensi teknologi tersebut dan kondisi aktual di perusahaan mitra. Perusahaan mitra belum memiliki sumber daya manusia dengan pemahaman yang memadai terkait konsep machine learning maupun keterampilan teknis untuk mengembangkan dan mengimplementasikan sistem pemeliharaan prediktif secara mandiri. Akibatnya, peluang untuk meningkatkan efisiensi pemeliharaan dan menekan biaya operasional melalui pendekatan berbasis data belum dapat dimanfaatkan secara optimal (Widodo dan Yang 2007; Khazraei dan Deuse 2011).

Berdasarkan permasalahan tersebut, kegiatan pengabdian masyarakat ini dirancang dalam bentuk lokakarya sistem pemeliharaan prediktif menggunakan algoritma Random Forest. Kegiatan ini bertujuan untuk membekali mitra dengan pengetahuan dan keterampilan teknis terkait pengolahan data mesin, pelabelan kondisi kerusakan, serta penerapan model prediktif menggunakan bahasa pemrograman Python dan platform komputasi seperti Google Colab atau Jupyter Notebook (Raschka dan Mirjalili 2019; Perera et al. 2020). Keterlibatan aktif mitra dalam seluruh rangkaian pelatihan diharapkan mampu memastikan keberlanjutan penerapan sistem predictive maintenance setelah program pengabdian masyarakat selesai dilaksanakan.

2. Metode

Program pengabdian masyarakat ini dirancang secara sistematis untuk memberikan dampak optimal bagi perusahaan mitra melalui pendekatan partisipatif dan berbasis teknologi. Metode pelaksanaan terdiri atas beberapa tahapan terstruktur yang mengintegrasikan kegiatan perencanaan, pelatihan, implementasi, pendampingan, serta evaluasi berkelanjutan.

2.1. Tahap Persiapan

Tahap persiapan diawali dengan koordinasi internal tim pelaksana untuk menyusun rencana kerja dan pembagian tugas. Selanjutnya dilakukan identifikasi kebutuhan mitra melalui diskusi dan observasi awal, pengumpulan data operasional mesin, serta pemetaan permasalahan pemeliharaan yang dihadapi. Berdasarkan hasil asesmen tersebut, tim menyusun materi pelatihan, modul pembelajaran, dan perangkat pendukung kegiatan. Selain itu, dilakukan sosialisasi awal kepada mitra untuk memperkenalkan tujuan, ruang lingkup, serta jadwal pelaksanaan program pengabdian masyarakat.

2.2. Tahap Pelatihan

Tahap pelatihan dilaksanakan kepada 10 peserta yang berasal dari teknisi dan staf operasional mitra. Kegiatan pelatihan mencakup pengenalan konsep dasar machine learning, prinsip kerja algoritma Random Forest, serta penerapannya dalam sistem predictive maintenance pada mesin kendaraan. Pelatihan diselenggarakan melalui kombinasi penyampaian materi teoritis dan praktik langsung, sehingga peserta tidak hanya memahami konsep, tetapi juga mampu mengimplementasikannya secara aplikatif. Setiap sesi dirancang untuk mendorong partisipasi aktif peserta melalui diskusi dan latihan terarah.

2.3. Tahap Implementasi Praktis

Pada tahap ini, peserta dibimbing secara intensif untuk mengolah data historis mesin milik mitra, yang meliputi proses data cleaning, pelabelan kondisi kerusakan, serta feature engineering. Dengan memanfaatkan bahasa pemrograman Python dan platform komputasi sumber terbuka seperti Jupyter Notebook dan Google Colab, peserta menerapkan algoritma Random Forest untuk membangun model prediktif. Implementasi difokuskan pada analisis kondisi mesin dan identifikasi potensi kerusakan berdasarkan pola data historis.

2.4. Tahap Penguatan Kapasitas dan Pendampingan

Untuk memastikan keberlanjutan penerapan sistem, tahap penguatan kapasitas dilaksanakan melalui sesi lanjutan yang membahas teknik data preprocessing, pemrograman dasar, serta interpretasi hasil model prediktif. Sebuah proyek percontohan (pilot project) dijalankan langsung di bengkel mitra untuk menguji kinerja sistem prediksi dalam kondisi operasional nyata. Selama tahap ini, tim pelaksana memberikan pendampingan teknis secara berkelanjutan, termasuk dukungan pemecahan masalah dan asistensi dalam menafsirkan output model.

2.5. Tahap Transfer Pengetahuan dan Dokumentasi

Sebagai bagian dari proses transfer pengetahuan, program ini menghasilkan modul pelatihan, templat sistem prediksi, serta dokumentasi pendukung berupa panduan tertulis dan media visual. Seluruh luaran tersebut disusun secara sistematis agar dapat digunakan kembali oleh mitra sebagai referensi dalam pengoperasian, pemeliharaan, dan pengembangan lanjutan sistem predictive maintenance secara mandiri setelah program pengabdian masyarakat berakhir.

2.6. Tahap Evaluasi dan Keberlanjutan

Evaluasi kegiatan dilakukan melalui pre-test dan post-test untuk mengukur peningkatan pemahaman dan kompetensi peserta setelah mengikuti pelatihan. Instrumen evaluasi mencakup soal pilihan ganda dan studi kasus singkat yang menguji pemahaman konsep serta kemampuan analisis peserta. Selain itu, disusun rencana keberlanjutan yang meliputi panduan frekuensi pengumpulan data, mekanisme validasi hasil prediksi, serta prosedur retraining model guna mencegah penurunan kinerja akibat perubahan pola operasional. Langkah-langkah ini

memastikan sistem prediktif dapat terus beradaptasi dan digunakan secara efektif dalam jangka panjang.

Secara keseluruhan, metode pelaksanaan ini mengintegrasikan teori, praktik, dan pendampingan dalam suatu proses pembelajaran kolaboratif. Pendekatan tersebut tidak hanya berfokus pada transfer pengetahuan, tetapi juga pada pengembangan kapasitas mandiri di lingkungan perusahaan mitra, sehingga mendukung keberlanjutan penerapan sistem predictive maintenance dalam jangka panjang.

3. Hasil dan Pembahasan

Masyarakat (PKM) tahun berjalan memfasilitasi Workshop Sistem Prediksi Perawatan Mesin berbasis Random Forest sebagai wujud kolaborasi antara Universitas Mercu Buana dan perusahaan jasa perawatan kendaraan. Tujuan utamanya adalah memperkuat kapasitas teknis mitra dalam memahami konsep perawatan prediktif, mengelola data operasional mesin, serta membangun model prediksi yang aplikatif di lingkungan bengkel. Pendekatan yang digunakan menekankan keterlibatan aktif peserta agar transfer pengetahuan tidak berhenti pada tataran teori, melainkan langsung menyentuh praktik yang relevan dengan kebutuhan operasional mitra.

Rangkaian pelaksanaan dirancang berjenjang dan komprehensif. Peserta diperkenalkan pada dasar-dasar machine learning dan prinsip kerja Random Forest, kemudian diarahkan pada pengolahan data mesin meliputi pembersihan, pelabelan, dan rekayasa fitur. Sesi praktik dilakukan menggunakan Python pada Jupyter Notebook/Google Colab, sehingga peserta terbiasa menulis kode, menjalankan pelatihan model, dan membaca metrik kinerja. Untuk memastikan keberlanjutan pemahaman, diadakan sesi pendalaman yang berfokus pada interpretasi hasil model, penelusuran feature importance, dan strategi penyusunan pipeline sederhana dari input data hingga rekomendasi tindakan. Seluruh materi dipadukan dengan studi kasus dari data historis milik mitra, sehingga setiap konsep segera diuji pada konteks nyata.

Dokumentasi kegiatan dikumpulkan secara sistematis untuk menjamin akuntabilitas dan kemudahan replikasi. Foto-foto sesi pelatihan, notulen diskusi teknis, dan tangkapan layar proses pelatihan model menyajikan catatan proses yang transparan. Selain itu, rekaman pilot project pada servis aktual di bengkel memberikan bukti implementasi di lapangan. Evaluasi pembelajaran menggunakan pre-test dan post-test menunjukkan peningkatan pemahaman teknis yang signifikan, dengan rata-rata kenaikan skor sebesar 42%. Hasil ini mengindikasikan bahwa kombinasi paparan konsep, praktik langsung, dan pendampingan intensif efektif mempercepat kurva belajar peserta, khususnya pada aspek pengolahan data sensor dan pembacaan metrik model. Gambar 1 merupkan dokumentasi kegiatan yang dilakukan.

Dari sisi keluaran teknis, fase percontohan membuktikan kemampuan sistem prediksi untuk mendeteksi potensi kerusakan mesin dua hingga tiga hari lebih awal dibandingkan pendekatan reaktif atau sekadar preventif rutin. Jeda waktu deteksi ini memberi ruang bagi pemeriksaan dini dan intervensi terarah, yang selama masa uji berkontribusi pada penurunan kejadian unscheduled downtime. Keberhasilan ini tidak berdiri sendiri, melainkan ditopang oleh pipeline kerja yang tertib mulai dari pengumpulan dan validasi data, praproses, pelatihan dan evaluasi model, hingga inferensi dan rekomendasi yang disederhanakan dalam template siap pakai agar mudah dioperasikan oleh tim teknis mitra. Di sisi perguruan tinggi, mahasiswa terlibat sebagai fasilitator dan co-trainer, memperoleh pengalaman langsung membangun solusi data-driven sekaligus memperkaya kompetensi data science terapan dan pemrograman.

Gambar 1. Dokumentasi Kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat

Luaran program mencakup terselenggaranya workshop beserta pendampingan teknis, penyerahan modul pelatihan dan template sistem prediksi sederhana, serta naskah artikel ilmiah populer yang tengah diproses ke media daring nasional. Untuk memperluas dampak, tim menyiapkan rencana replikasi ke bengkel mitra lain dan menyusun proposal integrasi ke aplikasi internal agar alur input data, pemantauan kondisi, dan rekomendasi tindakan dapat terotomatisasi. Keberlanjutan dijaga melalui agenda mentoring berkala, panduan tata kelola data yang mengatur frekuensi sampling, format, dan mekanisme validasi, serta rencana model retraining dan pemantauan drift untuk menjaga ketepatan prediksi seiring perubahan pola operasi. Dengan demikian, program ini tidak hanya meningkatkan literasi dan kapasitas teknis mitra, tetapi juga mengokohkan jembatan antara pembelajaran kampus dan kebutuhan industri, membuka peluang kolaborasi lanjutan yang lebih terintegrasi dan berdampak.

3.1. Temuan Utama Pengabdian Masyarakat

Pelaksanaan lokakarya predictive maintenance menghasilkan beberapa capaian penting. Pertama, hasil pre-test dan post-test menunjukkan adanya peningkatan rata-rata sebesar 42% dalam pemahaman teknis peserta mengenai konsep machine learning, pengolahan data, dan penerapan algoritma Random Forest. Hasil ini menegaskan efektivitas model pelatihan yang menggabungkan penjelasan konseptual dengan praktik langsung. Kedua, proyek percontohan (pilot project) membuktikan kemampuan sistem yang dikembangkan untuk mendeteksi potensi kerusakan mesin 2–3 hari lebih awal dibandingkan pendekatan preventif atau reaktif konvensional yang digunakan oleh mitra. Deteksi dini ini memungkinkan intervensi tepat waktu dan menurunkan kejadian downtime tak terencana selama masa uji coba. Selain itu, lokakarya ini berhasil menghasilkan keluaran nyata berupa modul pelatihan terstruktur, templat sistem prediktif, serta dokumentasi lengkap yang dapat digunakan secara mandiri oleh mitra.

3.2. Perbandingan dengan Kajian Sebelumnya

Temuan dari pengabdian masyarakat ini sejalan dengan penelitian terdahulu yang menekankan keandalan algoritma Random Forest dalam tugas pemeliharaan prediktif. Breiman (2001) menyoroti kekuatan Random Forest dalam menangani masalah klasifikasi yang kompleks, sedangkan penelitian berikutnya (Bousdekis et al. 2021; Tsai et al. 2015) menegaskan efektivitasnya dalam memproses data industri yang besar dan berdimensi tinggi [5,6]. Jika

dibandingkan dengan studi yang dilakukan di lingkungan manufaktur (Zhang, Yang, dan Wang 2019; Lee, Bagheri, dan Kao 2015) , pengabdian masyarakat ini memberikan bukti empiris mengenai penerapan Random Forest pada sektor jasa dan perawatan kendaraan bidang yang masih jarang tereksplorasi dalam literatur. Berbeda dari penelitian yang berbasis simulasi semata, kegiatan ini menunjukkan integrasi nyata algoritma Random Forest dengan data operasional riil dari perusahaan perawatan kendaraan berskala menengah. Aplikasi praktis ini menjadi pembeda utama sekaligus memberikan model replikasi yang dapat diterapkan pada industri sejenis.

3.3. Implikasi dan Penjelasan Temuan

Hasil pengabdian masyarakat ini memiliki implikasi penting bagi dunia industri maupun akademik. Bagi perusahaan mitra, penerapan sistem predictive maintenance berbasis Random Forest menawarkan jalur yang realistis untuk meningkatkan keandalan layanan, menurunkan biaya operasional, dan meningkatkan kepuasan pelanggan. Peningkatan kompetensi teknisi juga menunjukkan bahwa literasi digital serta praktik kerja berbasis data dapat diperkenalkan secara bertahap bahkan pada lingkungan bengkel tradisional. Dari perspektif akademik, kegiatan ini membuktikan bahwa machine learning dapat ditransfer secara efektif kepada komunitas non-akademik melalui pelatihan partisipatif dan pendampingan teknis. Kemampuan algoritma Random Forest dalam menghasilkan wawasan yang dapat ditindaklanjuti dari data yang tidak sempurna dan heterogen memperkuat alasan pemilihannya sebagai model yang sesuai untuk konteks operasional mitra. Temuan ini menegaskan bahwa sistem predictive maintenance tidak hanya relevan bagi industri manufaktur berskala besar, tetapi juga dapat disesuaikan dan diterapkan secara efektif pada bisnis berbasis jasa.

Secara keseluruhan, hasil pengabdian masyarakat ini mengonfirmasi bahwa algoritma Random Forest merupakan pendekatan yang praktis dan efektif untuk penerapan predictive maintenance di industri perawatan kendaraan. Dampak positif kegiatan ini meliputi peningkatan pengetahuan peserta, penurunan *downtime*, serta penyediaan templat sistem siap pakai membuktikan bahwa intervensi berbasis komunitas dapat mempercepat adopsi teknologi dan mendukung transisi menuju operasional berbasis data di sektor jasa.

4. Kesimpulan

Program pengabdian masyarakat ini berhasil meningkatkan kapasitas perusahaan mitra dalam menerapkan sistem predictive maintenance berbasis algoritma Random Forest pada lingkungan layanan perawatan kendaraan. Melalui rangkaian lokakarya, praktik langsung, dan pendampingan teknis, mitra memperoleh peningkatan pemahaman dan keterampilan yang terukur dalam pengolahan data mesin, pembangunan model prediktif, serta interpretasi hasil analisis, yang tercermin dari peningkatan pemahaman teknis peserta sebesar 42%.

Implementasi sistem prediksi pada tahap percontohan menunjukkan kemampuan mendeteksi potensi kerusakan mesin 2–3 hari lebih awal dibandingkan pendekatan pemeliharaan konvensional, sehingga memberikan kontribusi nyata dalam mengurangi downtime tak terjadwal dan biaya operasional. Selain menghasilkan peningkatan kompetensi sumber daya manusia, kegiatan ini juga menghasilkan luaran berkelanjutan berupa modul pelatihan dan templat sistem prediksi yang dapat digunakan dan dikembangkan secara mandiri oleh mitra.

Secara keseluruhan, kegiatan pengabdian masyarakat ini membuktikan bahwa pendekatan predictive maintenance berbasis machine learning dapat diterapkan secara efektif

pada sektor jasa perawatan kendaraan melalui pelatihan partisipatif dan pendampingan terstruktur. Model kegiatan ini berpotensi direplikasi pada perusahaan sejenis sebagai upaya mendukung transformasi digital dan peningkatan daya saing industri jasa berbasis data.

Daftar Pustaka

Zhang, Wei, Dawei Yang, dan Hui Wang. 2019. "Data-Driven Methods for Predictive Maintenance of Industrial Equipment: A Survey." *IEEE Systems Journal* 13 (3): 2213–2227. https://doi.org/10.1109/JSYST.2019.2896565.

Lee, Jay, Behrad Bagheri, dan Hung-An Kao. 2015. "A Cyber-Physical Systems Architecture for Industry 4.0-Based Manufacturing Systems." Manufacturing Letters 3: 18–23. https://doi.org/10.1016/j.mfglet.2014.12.001.

Mobley, R. Keith. 2011. Maintenance Fundamentals. 3rd ed. Burlington, MA: Elsevier

Breiman, Leo. 2001. "Random Forests." *Machine Learning* 45 (1): 5–32. https://doi.org/10.1023/A:1010933404324.

Bousdekis, Alexandros, Babis Magoutas, Dimitris Apostolou, dan Gregoris Mentzas. 2021. "Review, Analysis and Synthesis of Predictive Maintenance Models in Manufacturing: A Data-Driven Perspective." *Journal of Intelligent Manufacturing* 32 (2): 391–417. https://doi.org/10.1007/s10845-019-01564-0.

Tsai, Chih-Fong, Chih-Feng Lai, Han-Chieh Chao, dan Athanasios V. V. Vasilakos. 2015. "Big Data Analytics: A Survey." *Journal of Big Data* 2 (1): 1–32. https://doi.org/10.1186/s40537-015-0030-3.

Widodo, Achmad, dan Bo-Suk Yang. 2007. "Support Vector Machine in Machine Condition Monitoring and Fault Diagnosis." *Mechanical Systems and Signal Processing* 21 (6): 2560–2574. https://doi.org/10.1016/j.ymssp.2006.12.007.

Khazraei, Kaveh, dan Jochen Deuse. 2011. "A Strategic Standpoint on Maintenance Taxonomy." *Journal of Facilities Management* 9 (2): 96–113. https://doi.org/10.1108/14725961111128540.

Raschka, Sebastian, dan Vahid Mirjalili. 2019. Python Machine Learning: Machine Learning and Deep Learning with Python, Scikit-Learn, and TensorFlow 2. 3rd ed. Birmingham: Packt Publishing.

Perera, Charith, Chi Harold Liu, Supun Jayawardena, dan Min Chen. 2020. "A Survey on Internet of Things Platforms for Predictive Maintenance." *IEEE Access* 8: 220192–220214. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3041731.