



Implementasi Sistem Informasi Perawatan *Preventif* berbasis *Website* Optimalisasi Perawatan Mesin Frais *Fehlmann Picomax 20* di Jurusan Rekayasa Mesin

Robert Napitupulu¹, Licia Christianty², Harpois Sitinjak³, Masdani⁴, Irwan⁵, Better Swengky⁶

^{1,2,3,4,5,6} Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, Sungailiat

Email : rnapitupulu77@gmail.com

Received: 18 November 2026; Received in revised form: 9 Desember 2026; Accepted: 9 Desember 2026

Abstract

State Polytechnic Manufacture of Bangka Belitung operates a mechanical workshop that serves as a practical training facility for mechanical engineering students. The high utilization rate of machines necessitates a well-structured preventive maintenance system to sustain optimal performance. However, the existing maintenance process is still conducted manually, leading to inefficiencies, schedule delays, and errors in maintenance records. This study aims to design and develop a web-based preventive maintenance system using the Laravel framework and the Agile (Scrum) development method. The system features include machine data recording, maintenance scheduling, automated notifications, digital reporting, and integration with Google Calendar to facilitate timely maintenance reminders. Black-box testing results confirmed that all system features functioned as intended and met user requirements. Based on a questionnaire survey of 50 respondents, 86% indicated that the system is highly important for improving maintenance efficiency, and 82% rated the notification feature as effective in optimizing maintenance schedule reliability. Implementation results demonstrated an improvement in maintenance regularity from 65% to 95%, a reduction in machine downtime by approximately 45% compared to the initial condition, and an increase in Overall Equipment Effectiveness (OEE) from 57.4% to 81.7%. These findings show that the developed system effectively enhances the operational efficiency of the mechanical workshop, extends machine lifespan, and supports a documented, measurable, and sustainable maintenance management process.

Keywords: preventive maintenance; information system; website; OEE; mechanical workshop

Abstrak

Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung memiliki fasilitas bengkel mekanik sebagai sarana pembelajaran praktik bagi mahasiswa teknik mesin. Intensitas penggunaan mesin yang tinggi menuntut adanya sistem perawatan preventif yang terstruktur agar performa mesin tetap optimal. Namun, sistem perawatan yang berjalan masih dilakukan secara manual, sehingga mengakibatkan inefisiensi, keterlambatan jadwal, dan kesalahan pencatatan. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan sistem perawatan preventif berbasis *website* menggunakan *framework Laravel* dengan metode pengembangan *Agile (Scrum)*. Sistem ini mencakup fitur pencatatan data mesin, penjadwalan perawatan, notifikasi otomatis, laporan digital, dan integrasi dengan Google Calendar untuk memudahkan pengingat perawatan. Pengujian menggunakan metode *black box* menunjukkan bahwa seluruh fitur sistem berjalan sesuai kebutuhan pengguna. Berdasarkan hasil kuesioner terhadap 50 responden, 86% menyatakan sistem ini sangat penting dalam meningkatkan efisiensi perawatan, dan 82% menilai fitur notifikasi efektif dalam meningkatkan ketepatan jadwal pemeliharaan. Hasil penerapan menunjukkan adanya peningkatan keteraturan perawatan dari 65% menjadi 95%, penurunan *downtime* mesin hingga sekitar 45% dibanding kondisi awal, serta peningkatan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dari 57,4% menjadi 81,7%. Dengan demikian, sistem yang dikembangkan terbukti mampu meningkatkan efisiensi operasional bengkel mekanik, memperpanjang umur pakai mesin, serta mendukung pengelolaan perawatan yang terdokumentasi, terukur, dan berkelanjutan.

Kata kunci: preventive maintenance; sistem informasi; website; OEE; bengkel mekanik

1. PENDAHULUAN

Pada era industri yang semakin kompetitif, keberlangsungan proses produksi sangat ditentukan oleh tingkat keandalan peralatan dan mesin. Gangguan mesin dan waktu henti yang tidak direncanakan (*unplanned downtime*) mengurangi efektivitas produksi, menurunkan produktivitas, meningkatkan biaya operasional, serta berpotensi merusak kualitas produk dan reputasi penyedia jasa atau pendidikan teknis [1]. Secara empiris, studi "*Reducing Downtime in Production Lines Through Proactive Maintenance Strategies*" menunjukkan bahwa strategi pemeliharaan proaktif (bukan reaktif) dapat mengurangi *downtime* sebesar 30-45 % dan menurunkan biaya pemeliharaan sambil meningkatkan efektivitas keseluruhan peralatan (*Overall Equipment Effectiveness*, OEE) [2]. Pemeliharaan (*maintenance*) merupakan fungsi penting dalam sistem manajemen aset industri, karena mesin yang terawat baik tidak hanya menjamin kontinuitas operasi, tetapi juga menjaga keselamatan operator, kualitas produk, dan umur ekonomis mesin [3]. Dalam konteks industri 4.0, paradigma pemeliharaan telah berubah dari pendekatan tradisional yang bersifat reaktif menjadi pendekatan berbasis data dan informasi melalui pemeliharaan preventif dan prediktif [4]. Pendekatan ini bertujuan untuk mencegah kegagalan sebelum terjadi, memanfaatkan informasi historis, data operasional, dan sistem monitoring untuk pengambilan keputusan perawatan yang lebih efisien [5]. Dalam praktiknya, banyak industri/perusahaan masih mengandalkan model pemeliharaan reaktif, yaitu melakukan perbaikan hanya setelah terjadi kerusakan yang menyebabkan pemborosan sumber daya, meningkatnya *downtime*, dan menurunnya keandalan mesin [6]. Permasalahan ini tidak hanya terjadi di sektor industri, tetapi juga di lingkungan pendidikan vokasi seperti di Politeknik, di mana fasilitas produksi digunakan untuk kegiatan pembelajaran, pelatihan, dan riset terapan. Di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung (PolmanBabel), khususnya pada Bengkel Mekanik Jurusan Rekayasa Mesin, mesin Frais *Fehlmann Picomax* No. 19 berfungsi sebagai sarana utama dalam praktik pemesinan presisi, pembuatan komponen proyek mahasiswa, serta kegiatan penelitian terapan. Keandalan mesin ini menjadi faktor penting dalam menjamin kelancaran proses pembelajaran, keselamatan kerja, serta mutu hasil praktik.

Namun demikian, hasil observasi dan wawancara dengan Pranata Laboratorium (PLP) dan teknisi perawatan, menunjukkan bahwa sistem pemeliharaan yang berjalan di Polmanbabel masih bersifat reaktif, dimana perawatan dilakukan setelah terjadi kerusakan. Selain itu, pencatatan histori perawatan masih dilakukan secara manual menggunakan buku *log/logbook* atau catatan kertas yang mudah hilang, sulit ditelusuri, dan tidak memiliki sistem pengingat jadwal. Akibatnya, beberapa aktivitas perawatan rutin seperti pelumasan, pembersihan komponen, atau penyetelan ulang tidak dilakukan secara konsisten, sehingga berdampak pada menurunnya kinerja mesin dan meningkatnya risiko kerusakan mendadak.

Kondisi ini sejalan dengan penelitian Aritonang dan Sukardi [7] yang menyatakan bahwa kegiatan pemeliharaan di lembaga vokasional belum berjalan efektif karena kurangnya sistem dokumentasi dan jadwal preventif yang terencana. Ketidakteraturan dalam kegiatan perawatan menyebabkan mesin lebih rentan mengalami kerusakan mendadak, menurunkan efisiensi penggunaan alat, serta memengaruhi mutu hasil praktik mahasiswa. Hussain dkk [8] menyoroti rendahnya penerapan *Computerized Maintenance Management System* (CMMS) di sektor pendidikan teknik sehingga perawatan masih bergantung pada catatan manual dan memicu keterlambatan dalam pengambilan keputusan.

Oleh karena itu, penerapan sistem informasi berbasis teknologi informasi menjadi solusi yang relevan dan strategis untuk mengatasi keterbatasan tersebut. Sistem informasi perawatan preventif berbasis website dapat berfungsi sebagai platform terintegrasi untuk pencatatan, penjadwalan, pelaporan, dan pengingat kegiatan pemeliharaan mesin, serta menyediakan basis data histori perawatan yang mudah diakses dan dianalisis. Menurut Mourtzis dkk [9], sistem manajemen pemeliharaan berbasis *web* mampu meningkatkan koordinasi antar teknisi, meminimalkan kesalahan pencatatan, dan mempercepat respon perawatan melalui notifikasi otomatis dan akses *real-time* terhadap data kondisi mesin. Dalam studi lain, Irawan [10] mengembangkan aplikasi berbasis *web* untuk manajemen aset dan perawatan mesin produksi yang berhasil menurunkan waktu respon dan meningkatkan efisiensi proses perawatan. Sistem ini memungkinkan integrasi antara modul perawatan, laporan kerusakan, dan permintaan suku cadang secara daring, sehingga mempercepat komunikasi antar pihak terkait. Hal ini membuktikan bahwa transformasi digital melalui sistem informasi berbasis *web* dapat menjadi langkah efektif dalam mendukung kegiatan perawatan preventif, terutama pada lingkungan yang memiliki keterbatasan sumber daya manusia seperti bengkel pendidikan.

Selain manfaat efisiensi, sistem berbasis *web* juga memberikan keuntungan lain berupa kemudahan akses (dapat digunakan melalui berbagai perangkat tanpa instalasi khusus), sentralisasi data,

serta peningkatan transparansi dan akuntabilitas dalam kegiatan pemeliharaan [11]. Sistem ini dapat menjadi cikal bakal implementasi konsep *Smart Maintenance* yang terintegrasi dengan *Internet of Things* (IoT) di masa depan, sebagaimana dikemukakan oleh Elkateb dkk [12] yang menunjukkan bahwa sistem pemeliharaan cerdas berbasis *web* dan IoT mampu memprediksi kegagalan komponen dengan tingkat akurasi tinggi, menurunkan *downtime*, dan menghemat biaya hingga 25 %.

Berdasarkan uraian di atas, bahwa kebutuhan akan sistem informasi perawatan preventif berbasis *website* di Bengkel Mekanik Polman Babel bersifat mendesak dan strategis. Dengan adanya sistem ini, diharapkan kegiatan pemeliharaan mesin, khususnya mesin Frais Fehlmann Picomax 20, dapat berjalan lebih terstruktur, terdokumentasi dengan baik, serta memiliki sistem pengingat otomatis untuk mencegah keterlambatan perawatan.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian rekayasa *Research and Development* (R&D) yang menghasilkan produk berupa sistem informasi perawatan mesin berbasis *website*. Pendekatan pengembangan sistem menggunakan metode *Agile* dengan model *Scrum*, karena metode ini menekankan iterasi singkat dan umpan balik berkelanjutan [13].

2.2 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Bengkel Mekanik Jurusan Rekayasa Mesin, Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung (Polman Babel). Lokasi ini dipilih karena di tempat tersebut terdapat mesin frais *Fehlmann Picomax 20* yang menjadi objek utama implementasi sistem (Gambar 1). Waktu penelitian dilaksanakan selama bulan Februari hingga Juli 2025, meliputi kegiatan observasi awal, pengumpulan data, pengembangan sistem, implementasi, serta evaluasi.



Gambar 1. Mesin Frais *Fehlmann Picomax 20* yang Menjadi Objek Utama Penelitian

2.3 Tahapan Pengembangan

Tahapan pengembangan sistem pada penelitian ini menggunakan metode *Agile* dengan pendekatan *sprint* yang dilakukan secara iteratif. Setiap *sprint* dirancang untuk menghasilkan peningkatan fungsionalitas sistem secara bertahap sesuai kebutuhan pengguna. Pada *Sprint 0*, dilakukan proses perencanaan dan persiapan proyek, meliputi identifikasi kebutuhan pengguna, penyusunan *user stories*, perancangan *wireframe* awal, serta inisialisasi proyek menggunakan *framework Laravel*. Tahap ini menjadi fondasi awal untuk memastikan arah pengembangan sesuai dengan tujuan penelitian.

Selanjutnya, *Sprint 1- Sprint 3* difokuskan pada implementasi fitur inti sistem. Pada tahap ini dikembangkan modul-modul utama seperti fitur otentikasi pengguna, manajemen data mesin, pengajuan dan persetujuan jadwal perawatan, serta integrasi dengan *Google Calendar API* sebagai pendukung penjadwalan otomatis. Tahapan berikutnya, yaitu *Sprint 4 - Sprint 5*, diarahkan pada pengembangan fitur notifikasi dan proses pengujian. Proses ini mencakup penerapan *Laravel Task Scheduler* untuk menghasilkan notifikasi otomatis terkait jadwal perawatan, serta pelaksanaan *black box testing* untuk memastikan seluruh fungsi berjalan sesuai yang diharapkan. Pada *Sprint 6*, dilakukan proses *deployment* dan evaluasi sistem. Sistem dipublikasikan ke *server* lokal untuk kemudian diuji langsung oleh pengguna. Evaluasi dilakukan melalui penyebaran kuesioner untuk mengetahui tingkat kemudahan, kebermanfaatan, dan keandalan sistem dari perspektif pengguna akhir.

2.4 Alat dan Bahan Penelitian

Penelitian ini memanfaatkan beberapa alat dan bahan sebagai pendukung proses perancangan dan implementasi sistem. Pada aspek perangkat keras, digunakan sebuah laptop dengan spesifikasi minimal *Intel Core i5* dan RAM 8 GB sebagai media pengembangan, serta server lokal melalui XAMPP atau *hosting* internal Polman Babel sebagai lingkungan pengujian. Mesin frais *Fehlmann Picomax 20* dijadikan objek implementasi untuk memperoleh data nyata terkait aktivitas perawatan

Pada perangkat lunak, penelitian ini menggunakan bahasa pemrograman *PHP 8.1* dengan *framework Laravel*, serta *MariaDB* sebagai basis data. Proses pengembangan dilakukan menggunakan *Visual Studio Code* dan *GitHub*, sedangkan XAMPP digunakan sebagai server lokal. Sistem diuji menggunakan metode *Black Box Testing* dan kuesioner pengguna untuk memperoleh evaluasi fungsionalitas dan pengalaman pengguna.

Data pendukung dalam penelitian meliputi histori perawatan mesin *Fehlmann Picomax 20*, *form* manual jadwal perawatan dan laporan kerusakan, serta hasil wawancara dengan teknisi bengkel dan dosen pengampu praktik. Data tersebut digunakan untuk memastikan sistem yang dikembangkan sesuai dengan kebutuhan operasional di lapangan.

2.5 Prosedur Penelitian

Tahapan pelaksanaan penelitian secara rinci dijelaskan sebagai berikut:

a. Analisis Kebutuhan Sistem

Pada tahap ini dilakukan identifikasi masalah dan kebutuhan pengguna melalui observasi lapangan serta wawancara dengan teknisi dan pengelola bengkel. Hasil analisis meliputi kebutuhan fungsional sistem (fitur input data mesin, jadwal perawatan, notifikasi, dan laporan) serta kebutuhan nonfungsional (kemudahan akses, keamanan data, dan responsivitas antarmuka).

b. Perancangan Sistem (*System Design*)

Perancangan sistem dalam penelitian ini dilakukan menggunakan pendekatan *Unified Modeling Language* (UML) untuk memastikan seluruh kebutuhan fungsional dan alur proses sistem tergambar secara sistematis. Pada tahap awal, disusun diagram *Use Case* yang menggambarkan hubungan dan interaksi antara aktor—yang terdiri dari admin, teknisi, dan dosen—dengan sistem. Diagram ini digunakan untuk mengidentifikasi seluruh fungsi utama yang akan diakomodasi oleh aplikasi. Selanjutnya, *diagram Activity* dan *Sequence* dirancang untuk memvisualisasikan alur proses perawatan mesin, mulai dari pengajuan jadwal perawatan, persetujuan, pelaksanaan, hingga pencatatan laporan. Dua diagram ini memberikan gambaran terstruktur mengenai urutan aktivitas dan interaksi antar komponen sistem sehingga memudahkan pengembang dalam menerjemahkan kebutuhan ke bentuk implementasi program.

Tahap berikutnya adalah perancangan basis data melalui pembuatan *Entity Relationship Diagram* (ERD). ERD tersebut mencakup beberapa entitas penting, yaitu tabel mesin, jadwal perawatan, laporan, dan pengguna. Struktur basis data dirancang agar mampu mendukung proses penyimpanan, pengolahan, dan pengambilan data secara efisien serta konsisten.

Selain pemodelan sistem, penelitian ini juga merancang antarmuka pengguna berbasis *web* yang responsif. Desain antarmuka dibuat agar dapat diakses dengan baik melalui komputer bengkel maupun perangkat *mobile*, sehingga pengguna dapat mengelola informasi perawatan secara fleksibel dan mudah.

c. Implementasi Sistem

Pada tahap ini dilakukan proses coding menggunakan *framework Laravel* dan *MariaDB*. Sistem dikembangkan menjadi aplikasi berbasis *web* dengan hak akses *multiuser* (administrator, teknisi, dan user umum). Setiap pengguna dapat melakukan input data mesin, mencatat kegiatan perawatan, serta menerima notifikasi otomatis untuk jadwal berikutnya.

d. Pengujian Sistem

Pengujian dilakukan menggunakan metode *Black Box Testing* untuk memastikan fungsi-fungsi utama sistem berjalan sesuai spesifikasi tanpa melihat kode program. Uji coba lapangan dilakukan bersama teknisi bengkel untuk menilai aspek kemudahan penggunaan, kecepatan akses, serta keakuratan laporan perawatan.

e. Evaluasi dan Implementasi

Setelah pengujian, dilakukan evaluasi berdasarkan umpan balik pengguna (*user feedback*). Evaluasi difokuskan pada keandalan sistem dalam membantu pencatatan kegiatan perawatan, kemudahan pelaporan, dan efisiensi waktu perawatan. Hasil evaluasi digunakan untuk penyempurnaan sistem versi berikutnya.

2.6 Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan melalui beberapa metode untuk memastikan informasi yang diperoleh akurat dan relevan. Teknik observasi langsung digunakan untuk melihat secara nyata pelaksanaan perawatan mesin di bengkel, sehingga peneliti dapat memahami kondisi operasional yang sebenarnya. Selain itu, dilakukan wawancara dengan teknisi dan dosen terkait guna memperoleh masukan mengenai prosedur perawatan serta kebutuhan sistem.

Data pendukung juga dihimpun melalui dokumentasi, berupa histori kerusakan, jadwal perawatan, dan laporan kegiatan bengkel yang selama ini digunakan sebagai acuan kerja. Untuk mengevaluasi respon pengguna terhadap sistem yang dikembangkan, disebarkan kuesioner guna menilai efektivitas, kemudahan penggunaan, dan manfaat sistem.

2.7 Teknik Analisis Data

Analisis data dilakukan melalui dua pendekatan. Analisis kualitatif digunakan untuk menafsirkan hasil observasi, wawancara, serta tanggapan pengguna terkait efektivitas sistem informasi yang dikembangkan. Pendekatan ini membantu memahami persepsi, kebutuhan, dan pengalaman pengguna secara lebih mendalam.

Sementara itu, analisis kuantitatif dilakukan dengan membandingkan beberapa indikator efisiensi sebelum dan sesudah implementasi sistem. Indikator yang dianalisis meliputi waktu pencatatan laporan perawatan, frekuensi *downtime mesin*, dan tingkat keterlambatan jadwal perawatan. Selain itu, efektivitas sistem juga diukur menggunakan indikator *Overall Equipment Effectiveness* (OEE), yang mencakup aspek *availability*, *performance*, dan *quality rate* [14].

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sistem perawatan preventif berbasis website ini dirancang untuk mendukung pengelolaan mesin di bengkel mekanik secara digital, agar diperoleh hasil perawatan yang lebih efektif dan terukur. Melalui sistem ini, proses pencatatan jadwal perawatan, pelaporan kerusakan, hingga monitoring kondisi mesin dapat dilakukan secara lebih cepat, akurat, dan terdokumentasi dengan baik. Integrasi fitur notifikasi otomatis membantu mengurangi keterlambatan pelaksanaan perawatan, sementara akses berbasis *web* memungkinkan teknisi dan dosen untuk memantau aktivitas perawatan dari berbagai perangkat. Dengan demikian, sistem ini tidak hanya meningkatkan efisiensi operasional bengkel, tetapi juga memperkuat kontrol terhadap keberlangsungan mesin sehingga potensi *downtime* dapat diminimalkan dan kinerja peralatan tetap optimal.

3.1. Rancangan Sistem

Sistem perawatan preventif berbasis *website* ini dirancang untuk mendukung digitalisasi pengelolaan mesin di bengkel mekanik melalui pengaturan hak akses yang terstruktur. Sistem melibatkan tiga jenis pengguna, yaitu Pranata Laboratorium Pendidikan (PLP), Kepala Jurusan, dan Admin. PLP bertanggung jawab melakukan pencatatan data mesin, mengajukan jadwal perawatan, serta membuat laporan pelaksanaan kegiatan. Kepala Jurusan berperan dalam melakukan verifikasi dan persetujuan jadwal perawatan serta memantau hasil pelaporan. Sementara itu, Admin mengelola data pengguna, mesin, dan laporan secara keseluruhan. Pembagian hak akses ini diimplementasikan melalui *role management* pada *framework Laravel*, sehingga setiap pengguna hanya dapat mengakses fitur sesuai kewenangannya.

3.2. Rancangan dan Struktur Sistem

Proses perancangan sistem dimulai dengan penyusunan *use case diagram* untuk mengidentifikasi kebutuhan fungsional serta mendefinisikan interaksi antara pengguna dan sistem. Selanjutnya, *activity diagram* digunakan untuk memodelkan alur proses pengajuan dan persetujuan jadwal perawatan secara lebih terstruktur. Basis data dirancang menggunakan model relasional dengan

entitas utama *users*, *machines*, *maintenance_requests*, *maintenance_approvals*, *spare_parts*, dan *calendar_events*, sehingga seluruh aktivitas perawatan dapat terekam secara historis dan terhubung dengan mesin terkait. Integrasi *Google Calendar API* diterapkan untuk melakukan sinkronisasi otomatis jadwal perawatan ke akun pengguna, memungkinkan proses monitoring dan pengingat perawatan berjalan lebih efektif.

3.3. Implementasi Sistem

Sistem perawatan preventif diimplementasikan menggunakan *framework Laravel* dengan bahasa pemrograman *PHP* serta basis data *MariaDB*. Modul autentikasi dibangun menggunakan *Laravel Breeze* dengan penerapan *role-based access control* untuk tiga jenis pengguna: PLP, Kepala Jurusan, dan Admin. Fitur manajemen data mesin memungkinkan pengelolaan informasi mesin secara menyeluruh, termasuk kode, lokasi, status, dan tingkat kompleksitas perbaikan.

Proses pengajuan dan persetujuan jadwal perawatan dilakukan secara digital, di mana PLP mengajukan jadwal dan Kepala Jurusan memberikan persetujuan melalui notifikasi otomatis. Sistem juga dilengkapi mekanisme pengingat berbasis *Laravel Scheduler* yang mengirimkan email sesuai tanggal perawatan. Selain itu, pengguna dapat menghasilkan laporan digital dalam format Excel atau PDF untuk keperluan dokumentasi dan audit.

Integrasi dengan *Google Calendar* memastikan setiap jadwal perawatan yang disetujui langsung tersinkronisasi ke kalender pengguna, sehingga memudahkan proses monitoring. Berdasarkan hasil implementasi, sistem terbukti mampu meningkatkan ketepatan jadwal, mengurangi potensi keterlambatan perawatan, serta mempercepat proses dokumentasi dan pelaporan kondisi mesin di bengkel mekanik. Gambar 2 adalah implementasi kegiatan perawatan yang dilakukan setelah sistem dibuat.



Gambar 2. Implementasi Penggunaan Sistem Informasi Berbasis *Website* Yang Dilakukan.

3.4. Analisis Efektifitas Sistem dan Perhitungan OEE

Efektivitas sistem perawatan preventif diukur menggunakan indikator *Overall Equipment Effectiveness (OEE)*, yang terdiri atas tiga komponen utama [14]: *Availability (A)*, *Performance Efficiency (P)*, dan *Quality Rate (Q)*.

OEE memberikan gambaran menyeluruh tentang efektivitas penggunaan mesin dan menjadi indikator standar internasional dalam kegiatan *maintenance performance measurement*. Rumus perhitungan masing-masing komponen adalah:

$$Availability = \frac{Operating Time}{Planned Production time} \times 100\% \quad (1)$$

$$Performance = \frac{Ideal Cycle Time \times total output}{Operating time} \times 100\% \quad (2)$$

$$Quality = \frac{Good Pieces}{Total Pieces} \times 100\% \quad (3)$$

$$OEE = Availability \times Performance \times Quality \quad (4)$$

Selanjutnya, pengambilan data pengukuran mesin *Frais Fehlmann Picomax 20*. Pengambilan data dilakukan selama 3 bulan (Februari–April 2025) dengan total waktu kerja mesin 160 jam per bulan. Tabel 1 merupakan data hasil pengukuran mesin.

Tabel 1. Data Pengukuran Mesin Frais *Fehlmann Picomax 20*

Parameter	Satuan	Sebelum Sistim	Setelah Sistem
<i>Planned Production Time</i>	Jam	160	150
<i>Downtime</i> (kerusakan, <i>setup</i>)	Jam	40	12
<i>Operating Time</i>	Jam	120	148
Total Produk Dikerjakan	Unit	480	520
Produk Cacat	Unit	20	10
<i>Ideal Cycle Time</i>	Menit/Unit	0,25	0,25

Perhitungan komponen OEE sebagai berikut:

1. *Availability*

$$Availability (Sebelum) = \frac{120}{160} \times 100\% = 75,0\%$$

$$Availability (Setelah) = \frac{148}{160} \times 100\% = 92,5\%$$

Terdapat peningkatan 17.5%, menunjukkan bahwa sistem perawatan berbasis web berhasil menurunkan downtime dari 40 jam menjadi 12 jam.

2. *Performance*

$$Performance (sebelum) = \frac{(0,25 \times 480)}{(120 \times 60)} \times 100\% = 80\%$$

$$Performance (Setelah) = \frac{(0,25 \times 520)}{(148 \times 60)} \times 100\% = 90\%$$

Terjadi peningkatan 10%, menandakan efisiensi kerja mesin meningkat karena kondisi operasi lebih stabil.

3. *Quality Rate*

$$Quality Rate (Sebelum) = \frac{460}{480} \times 100\% = 95,8\%$$

$$Quality Rate (Setelah) = \frac{510}{520} \times 100\% = 98,1\%$$

Terdapat peningkatan sebesar 2.3%, disebabkan mesin bekerja pada kondisi optimal dengan kesalahan produksi lebih sedikit.

4. *OEE Total*

$$OEE(Sebelum) = 0,75 \times 0,80 \times 0,958 = 0,574 (57,4\%)$$

$$OEE(Setelah) = 0,925 \times 0,90 \times 0,981 = 0,817 (81,7\%)$$

Hasil perhitungan menunjukkan peningkatan OEE sebesar 24.3%, dari 57.4% menjadi 81.7%. Berdasarkan standar *Japan Institute of Plant Maintenance* (JIPM), nilai OEE di atas 80% dikategorikan *excellent performance*.

Berdasarkan data diatas, peningkatan ini terjadi terutama disebabkan oleh:

- Penurunan *downtime* berkat jadwal perawatan yang lebih disiplin dan pengingat otomatis sistem.
- Pengurangan kerusakan mendadak karena inspeksi rutin tercatat dan terdokumentasi.
- Penggunaan waktu kerja mesin yang lebih efisien dan terencana.

Hasil ini mendukung penelitian Habeeb [1] dan Muchiri & Pintelon [15], yang menyebutkan bahwa sistem pemeliharaan proaktif berbasis digital dapat meningkatkan reliabilitas mesin dan memperpanjang umur peralatan. Selain itu, hasil penelitian ini menunjukkan penerapan prinsip *Total Productive Maintenance* (TPM) di lingkungan pendidikan vokasi dapat dicapai melalui digitalisasi proses pemeliharaan.

Peningkatan OEE ini tidak hanya berdampak teknis tetapi juga edukatif, karena mahasiswa dapat memahami implementasi *maintenance management* secara langsung berbasis data digital.

Sebelum sistem diterapkan, kegiatan perawatan di Bengkel Mekanik Polman Negeri Bangka Belitung masih bersifat manual dan tidak terjadwal. Berdasarkan hasil observasi selama dua bulan awal (*pra-implementasi*), ditemukan rata-rata keterlambatan perawatan sebesar 42% dan waktu pencatatan laporan mencapai 30–40 menit per mesin. Setelah penerapan sistem berbasis *website*, angka keterlambatan turun menjadi 10%, dan waktu pencatatan menurun drastis menjadi 5–10 menit per mesin.

Peningkatan efektivitas juga tercermin dari peningkatan nilai OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) mesin *Fehlmann Picomax 20* dapat dilihat pada Tabel 2.

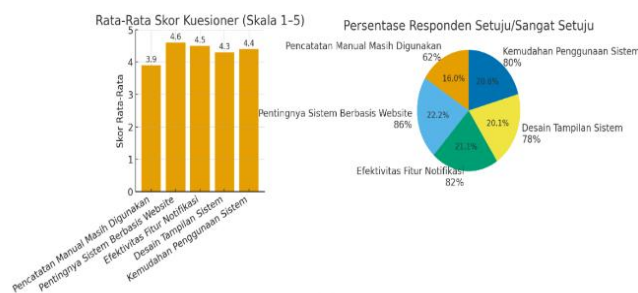
Tabel 2. Indikator sebelum dan setelah sistem

Indikator	Sebelum Sistem	Sesudah Sistem	Peningkatan
<i>Availability</i>	75.0%	92,5%	+17.5%
<i>Performance</i>	80%	90%	+10%
<i>Quality Rate</i>	95.8%	98,1%	+2,3%
OEE Total	57.4%	81,7%	+24,3%

Tabel 2 menunjukkan bahwa sistem informasi yang dikembangkan berkontribusi nyata terhadap peningkatan kinerja mesin dan efisiensi kegiatan perawatan. Peningkatan *availability* merupakan dampak langsung dari penurunan *downtime* akibat perawatan yang lebih terjadwal sehingga meningkatkan keandalan mesin.

3.4 Evaluasi Pengguna

Uji kepuasan pengguna dilakukan melalui kuesioner terhadap 10 orang dosen, 30 orang mahasiswa dan 10 orang PLP. Aspek yang diukur meliputi kemudahan penggunaan, kecepatan akses, kejelasan informasi, dan manfaat sistem terhadap pekerjaan. Hasil rekapitulasi disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Analisis kuisisioner pengguna

Berdasarkan Gambar 3, sebanyak 86% responden menyatakan bahwa sistem berbasis website sangat penting diterapkan di lingkungan bengkel mekanik Polmanbabel. 82% menyatakan fitur notifikasi sangat efektif dalam membantu pengingat jadwal perawatan mesin. 80% pengguna menilai sistem mudah digunakan dan meningkatkan efisiensi kerja. Dosen dan PLP cenderung memberi nilai lebih tinggi dibanding mahasiswa, menandakan pengguna profesional lebih merasakan manfaat langsung dari sistem.

4. SIMPULAN

Penelitian ini menghasilkan sistem perawatan preventif mesin berbasis *website* yang mampu mengotomatisasi proses penjadwalan, pencatatan, dan pemberitahuan perawatan. Penggunaan *framework Laravel* dan metode *Agile* menjadikan sistem fleksibel, efisien, serta mudah dikembangkan lebih lanjut. Hasil pengujian dan kuesioner menunjukkan bahwa sistem meningkatkan efektivitas perawatan dan efisiensi operasional di Bengkel Mekanik Polman Babel.

Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada Direktur Polmanbabel yang telah mendukung kegiatan ini, juga kepada Ketua Jurusan Rekayasa Mesin Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung atas saran dan masukannya sehingga sistem ini dapat berfungsi dan dapat digunakan di Bengkel Mekanik Polmanbabel.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Habeeb, A. (2025). Reducing downtime in production lines through proactive maintenance strategies, *International Journal of Production Reliability Engineering*, 12(1), pp.33–41.
- [2] Christopher Hagedorn, Johannes Huegle, Rainer Schlosser, 2022. Understanding unforeseen production downtimes in manufacturing. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 33(0), pp. 2027–2043.

-
- [3] Waeyenbergh, G., & Pintelon, L. (2020). Maintenance concept development: A case study. *International Journal of Production Economics*, 233, 107982. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2020.107982>
 - [4] Zhu, T., Ran, Y., Zhou, X., & Wen, Y. (2019). A survey of predictive maintenance: Systems, purposes and approaches. *arXiv preprint arXiv:1912.07383*.
 - [5] Al-Refaie, A., Al-Malki, A., & Al-Harthi, M. (2025). Web-based maintenance prediction of machine conditions. *World Scientific Journal of Intelligent Manufacturing Systems*, 34(2), pp.112–124.
 - [6] Ridho, R., & Sukardi, T. (2019). Maintenance practices and performance of vocational school laboratories. *American Journal of Educational Research*, 7(5), pp.536–540.
 - [7] Aritonang, R., & Sukardi, T. (2019). Implementation of maintenance and repair of workshop tools on machining expertise vocational high school. *American Journal of Educational Research*, 7(5), pp.536–540.
 - [8] Hussain, M., Al-Khalifa, A., & Khan, S. (2023). Evaluation of maintenance management practices in technical education institutions. *Journal of Technical and Vocational Studies*, 9(2), 95–104.
 - [9] Mourtzis, D., Vlachou, E., & Milas, N. (2016). Industrial big data as a result of IoT adoption in manufacturing. *Procedia CIRP*, 55, pp.290–295.
 - [10] Irawan, B. (2025). Design and development of a web-based maintenance application. *Technovasia: Journal of Applied Engineering and Technology*, 4(1), pp.17–25.
 - [11] Campos, J., Sampaio, P., & Costa, A. (2007). Development of a maintenance system based on web and mobile technologies. *Journal of Information Technology and Management*, 18(3), pp.45–58.
 - [12] Elkateb, S., Al-Ghamdi, M., & Ibrahim, H. (2024). Machine learning and IoT-based predictive maintenance in industrial systems. *Alexandria Engineering Journal*, 76, pp.154–168
 - [13] Handayani, F., Rahmad, D., & Yulianto, R. (2023). Implementasi Metode Agile untuk Pengembangan Sistem Informasi. *Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi*, 11(1), 1–10.
 - [14] Nakajima, S. (1988). *Introduction to TPM: Total Productive Maintenance*. Cambridge, MA: Productivity Press.
 - [15] Muchiri, P., & Pintelon, L. (2020). Performance measurement using OEE: Literature review and practical application. *International Journal of Production Research*, 58(12), 3581–3595.