

Application of Total Productive Maintenance in Heavy Equipment Maintenance Information Systems: Penerapan Total Productive Maintenance pada Sistem Informasi Pemeliharaan Alat Berat

Diva Aulia

Sistem Informasi, Fakultas Sains dan Teknologi,
Universitas Islam Negeri Sumatera Utara

Raissa Amanda Putri

Sistem Informasi, Fakultas Sains dan Teknologi,
Universitas Islam Negeri Sumatera Utara

General Background: In the era of digital transformation, efficient industrial asset maintenance is critical to meeting global competitiveness demands. **Specific Background:** Heavy equipment in sectors like construction, plantations, and agriculture requires significant investment and continuous maintenance, yet many companies still rely on manual, unscheduled, and reactive practices. **Knowledge Gap:** Limited research addresses the direct integration of Total Productive Maintenance (TPM) with real-time, data-driven maintenance information systems tailored for heavy equipment operations. **Aims:** This study aims to develop and implement an integrated TPM-based heavy equipment maintenance information system to improve productivity, reduce downtime, and enhance decision-making. **Results:** Using the Overall Equipment Effectiveness (OEE) method, the system identified performance gaps, with the highest OEE at 97% (Truck) and the lowest at 14% (Roller), enabling targeted maintenance actions. The integration reduced downtime, optimized resource use, and provided predictive insights. **Novelty:** Unlike prior studies focusing solely on TPM theory or measurement, this work delivers a practical, field-ready, IT-enabled solution directly integrated into daily heavy equipment operations. **Implications:** The approach offers a scalable model for other industries, supporting sustainable asset management through predictive, data-driven maintenance strategies.

Highlight :

- Integrating TPM with information systems reduces downtime and improves performance.
- OEE is used to measure the availability, performance, and quality of heavy equipment.
- The system facilitates real-time monitoring and maintenance decision-making.

Keywords : Heavy Equipment, Efficiency, Maintenance, Productivity, Total Productive Maintenance

PENDAHULUAN

Semakin majunya teknologi di zaman digital, transformasi dalam pengelolaan dan pemeliharaan aset industri menjadi sebuah keharusan untuk menghadapi persaingan global yang semakin kompetitif. Kehadiran teknologi informasi telah mengubah paradigma tradisional dalam manajemen pemeliharaan alat berat, dari pendekatan reaktif menjadi lebih prediktif dan sistematis, dimana Total Productive Maintenance (TPM) sebagai metodologi pemeliharaan yang komprehensif menjadi semakin relevan ketika diintegrasikan dengan sistem informasi modern [1]. Alat berat merupakan aset penting dalam berbagai sektor industri seperti perkebunan, konstruksi, dan pertanian, yang membutuhkan investasi signifikan serta pemeliharaan berkelanjutan untuk memastikan produktivitas optimal [2]. Teknologi dalam bidang alat berat telah mengalami perkembangan yang signifikan, terutama dalam aspek pemeliharaan kinerja peralatan. Sistem informasi membantu memantau kondisi alat berat secara terus-menerus dan memprediksi kerusakan sebelum alat tersebut mengalami masalah yang akan terjadi. Teknologi informasi kini tidak lagi sekadar alat bantu, melainkan kebutuhan mendesak untuk menciptakan sistem pemeliharaan yang proaktif dan efisien [3]. Sistem informasi terintegrasi akan memungkinkan perusahaan melakukan analisis pemeliharaan secara berkala, dan manajemen risiko yang lebih akurat untuk setiap unit alat berat.

Namun, kenyataannya masih banyak perusahaan yang menghadapi tantangan dalam pengelolaan pemeliharaan alat berat. Selama ini, pemeliharaan alat berat sering kali tidak tercatat dengan baik, tidak terjadwal, dan bergantung pada proses manual [4]. Akibatnya, kerusakan mendadak yang tidak terduga menjadi hal yang sering terjadi dan berdampak pada peningkatan downtime serta biaya operasional. PT. Alam Mentari Indah Nuansa sebagai salah satu perusahaan yang mengoperasikan berbagai jenis alat berat seperti Excavator, Bulldozer, dan Crane, membutuhkan sistem pemeliharaan yang mampu menyesuaikan kebutuhan spesifik masing-masing alat. Setiap unit memiliki karakteristik unik yang memerlukan pendekatan pemeliharaan berbeda [5]. Penggunaan alat berat yang terus menerus membutuhkan perawatan yang tepat untuk menghindari penurunan performa dan kerusakan total (breakdown) yang bisa merugikan operasional [6]. Beberapa masalah umum yang dihadapi perusahaan dalam pemeliharaan alat berat adalah tingginya downtime, lambatnya penanganan kerusakan, serta penggunaan sumber daya pemeliharaan yang tidak efisien.

Implementasi Total Productive Maintenance yang terintegrasi dengan sistem informasi modern dapat dijadikan untuk menangani berbagai persoalan yang ada. Sistem ini memungkinkan standarisasi proses pemeliharaan, otomatisasi penjadwalan, dan analisis prediktif berbasis data historis. Penelitian [7] untuk menelaah pengaruh implementasi Total Productive Maintenance (TPM) downtime berdasarkan tinjauan literatur. TPM merupakan pendekatan manajemen pemeliharaan yang melibatkan partisipasi seluruh karyawan untuk meningkatkan efektivitas peralatan dan mengurangi pemborosan, khususnya waktu henti mesin. penerapan TPM meliputi komitmen manajemen, pelatihan dan pendidikan karyawan, budaya organisasi yang mendukung, serta penggunaan teknologi canggih seperti IoT, big data analytics, dan AI.

Penelitian ini berbeda dari [8] karena fokus utama bukan hanya pada teori TPM atau pengukuran efektivitas mesin, tetapi pada pengembangan sistem informasi terintegrasi yang mendukung praktik pemeliharaan alat berat secara langsung di lapangan. Selain itu, sistem yang dikembangkan dalam penelitian ini dirancang untuk mengatasi persoalan praktis seperti pencatatan manual, tidak adanya penjadwalan terpusat, dan kurangnya visibilitas kondisi alat berat secara real-time.

Artikel ini berkontribusi pada pengembangan sistem informasi pemeliharaan alat berat berbasis Total Productive Maintenance (TPM) yang dirancang untuk mengurangi downtime, meningkatkan efisiensi sumber daya, dan menyediakan fitur prediktif berbasis data. Dengan mengadopsi pendekatan yang lebih praktis dan terfokus pada integrasi langsung dengan operasional alat berat, penelitian ini menawarkan solusi yang relevan bagi industri yang menghadapi permasalahan kompleks dalam pemeliharaan peralatan berat. Meskipun sistem yang dikembangkan belum sepenuhnya otomatis, penelitian ini merupakan langkah awal penting dalam transformasi digital pemeliharaan alat berat di lingkungan industri.

Dengan demikian, penelitian ini menawarkan solusi yang lebih inovatif dalam meningkatkan efisiensi dan efektivitas pemeliharaan alat berat. Namun, Keunggulan penelitian ini terletak pada pendekatannya yang lebih praktis dan langsung menyelesaikan masalah di industri alat berat. Penelitian ini masih menggunakan metode manual yang belum sepenuhnya otomatis. Tetapi, penelitian ini lebih maju dalam mengintegrasikan teknologi informasi modern untuk menciptakan sistem pemeliharaan yang prediktif dan berbasis data [9]

METODE

Kajian ini menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif melalui studi kasus agar bisa menguraikan penerapan Total Productive Maintenance (TPM) terhadap sistem informasi pemeliharaan alat berat. Kajian menggunakan observasi lapangan, wawancara mendalam dan dokumen pendukung untuk memahami dampak TPM terhadap peningkatan produktivitas pemeliharaan alat berat.

Data ini diolah memakai Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE) [10]. Overall Equipment Effectiveness (OEE) dipakai untuk menentukan seberapa efektif suatu mesin beroperasi. Pengukuran ini memiliki tiga dasar: Availability, Performance Efficiency, serta Quality Of Rate yang dirumuskan sebagai berikut:

1. Availability rate ialah suatu rasio yang menyatakan dalam memanfaatkan jam yang ada dalam melakukan operasi mesin dan peralatan. Availability mengukur proporsi waktu yang benar-benar digunakan untuk mengoperasikan mesin dibandingkan dengan total waktu yang disediakan. Rasio tersebut diperoleh dengan mengurangi downtime dari waktu yang direncanakan [11]. Adapun rumus availability yaitu:

$$Availability = \frac{waktu\ operasi}{waktu\ loading} \times 100\% \quad (1)$$

2. Performance efficiency Menggambarkan efisiensi kinerja mesin dalam memproduksi barang sesuai kapasitas idealnya. Rasio ini dihitung berdasarkan nilai dari operating speed rate dan net operating rate. Adapun formula untuk menghitung yaitu:

$$Performance = \frac{waktu\ setting * jumlah\ unit\ diproses}{waktu\ operasi} \times 100\% \quad (2)$$

3. Rate of Quality Menggambarkan proporsi hasil produksi yang sesuai dengan spesifikasi mutu yang ditetapkan. Adapun rumus yang digunakan untuk menghitung rasio ini adalah:

$$Quality = \frac{jumlah\ produk - jumlah\ cacat}{jumlah\ produk} \times 100\% \quad (3)$$

4. Nilai OEE didapatkan dengan menjumlahkan ketiga indikator kinerja utama. Adapun rumus perhitungannya secara matematis adalah:

$$OEE = Availability(\%) * Performance(\%) * Quality(\%) \quad (4)$$

1. Teknik Pengumpulan Data

Kajian ini dilakukan di PT. Alam Mentari Indah Nuansa khususnya pada unit pemeliharaan alat berat. Objek penelitian adalah Mesin Alat Berat seperti Excavator, Bulldozer, Crane, dll. Teknik pengumpulan data dalam kajian ini termasuk mencari jurnal lain serta pengamatan lapangan yang ditujukan untuk memperoleh data yang menggambarkan situasi aktual perusahaan [12]. Observasi merupakan metode pengamatan terencana yang dilakukan terhadap aktivitas individu atau objek tertentu secara sistematis. Kegiatan observasi difokuskan pada alat berat, di mana data primer diperoleh dari catatan pemeliharaan serta dokumentasi divisi maintenance terkait waktu henti dan perbaikan mesin. Data yang dianalisis mencakup periode tiga bulan, terhitung sejak Agustus hingga Oktober 2024.

Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan secara sistematis berdasarkan laporan pemeliharaan selama tiga bulan terakhir, yakni Agustus hingga Oktober 2024. Tujuannya adalah untuk memastikan validitas temporal serta keterwakilan kondisi operasional alat berat di lapangan. Data yang dihimpun mencakup berbagai variabel penting, seperti nama alat berat, waktu operasi, waktu loading, jumlah unit yang diproses, waktu setting (dalam jam), jumlah produk (dalam meter), serta jumlah produk cacat (juga dalam meter). Sumber data diperoleh dari laporan internal pemeliharaan, wawancara langsung dengan teknisi, dan catatan waktu loading harian. Untuk menjamin keandalan data, dilakukan proses validasi melalui triangulasi sumber dengan membandingkan hasil wawancara teknisi, catatan downtime, dan laporan teknis serta pemeriksaan konsistensi waktu dan unit guna menghindari adanya anomali atau duplikasi. Validasi juga dilakukan melalui cek silang terhadap laporan operasional bulanan dan riwayat kerusakan alat [13].

Pengolahan dan analisis data dilakukan menggunakan perangkat lunak Microsoft Excel, karena kemampuannya dalam mendukung perhitungan numerik serta penyajian data dalam bentuk visual yang informatif. Tahapan analisis dimulai dari proses input data mentah yang dikumpulkan dari laporan lapangan, kemudian disusun dalam tabel sesuai kategori alat berat untuk masing-masing bulan. Selanjutnya, dilakukan perhitungan komponen Overall Equipment Effectiveness (OEE), yakni *Availability*, *Performance*, dan *Quality*, dengan menggunakan formula yang diintegrasikan ke dalam lembar kerja Excel sehingga menghasilkan nilai OEE secara otomatis. Setelah itu, data dikelompokkan berdasarkan jenis alat dan periode waktu untuk memudahkan proses komparasi, sekaligus menyaring unit-unit dengan nilai OEE di bawah standar sebagai objek analisis lanjutan. Analisis deskriptif kemudian diterapkan untuk mengidentifikasi alat berat yang paling efektif, unit yang paling sering mengalami downtime, serta komponen utama penyebab penurunan nilai OEE. Akhirnya, seluruh hasil perhitungan dan interpretasi disusun dalam dokumen analisis untuk mendukung pengambilan keputusan pemeliharaan secara lebih terarah dan berbasis data.

2. Metode Pengembangan Sistem

Metode pengembangan Sistem Website ini dibangun dengan pendekatan metodologi waterfall yang disesuaikan. Tahapan yang dilalui meliputi analisis kebutuhan, desain sistem, implementasi kode, dan pengujian fungsionalitas: [14]

a. Requirement Analysis

Tahap Requirement Analysis adalah langkah awal penelitian untuk menganalisis kebutuhan sistem Total Productive Maintenance (TPM) pada pemeliharaan alat berat. Peneliti melakukan pengamatan terhadap proses bisnis dan sistem informasi pemeliharaan yang berjalan dalam rangka mengkaji kebutuhan user. Aplikasi yang akan dibangun harus mampu memfasilitasi teknisi, operator dan admin dalam mencatat aktivitas pemeliharaan dengan informasi yang detail, dan akurat, sekaligus menyediakan antarmuka yang mudah digunakan[15]. Selain itu, sistem perlu mencakup pencatatan data pemeliharaan, downtime, dan uptime alat berat, penjadwalan pemeliharaan preventif, pembuatan laporan kinerja, serta pemberian notifikasi jadwal. Implementasi sistem ini bertujuan untuk mengoptimalkan proses pemeliharaan dan meningkatkan produktivitas alat berat.

b. System Design (Perancangan Sistem)

Tahap System Design atau perancangan sistem merupakan proses membangun kerangka kerja sistem informasi Total Productive Maintenance (TPM) berdasarkan kebutuhan yang telah diidentifikasi sebelumnya. Proses ini meliputi perancangan kerangka sistem, merangkum gambar tampilan pemakai, serta perancangan basis data. Cara kerja, serta fitur-fitur yang akan diimplementasikan. Sistem dirancang untuk mendukung pencatatan aktivitas pemeliharaan alat berat secara detail, dan pengelolaan jadwal pemeliharaan. Antarmuka sistem dirancang agar mudah digunakan, memudahkan teknisi operator maupun admin dalam pengoperasiannya. Struktur basis data dibuat untuk menyimpan informasi pemeliharaan secara efisien, mencakup data alat berat, komponen, jadwal, serta laporan kinerja[16]. Tahap ini menjadi fondasi utama untuk memastikan sistem yang dikembangkan mampu mendukung penerapan TPM dengan optimal dan efisien.

c. Implementation (implementasi)

Tahap Implementation atau implementasi adalah proses mewujudkan desain sistem menjadi sistem informasi Total Productive Maintenance (TPM) yang dapat digunakan. Pada tahap ini, pengembangan perangkat lunak dilakukan berdasarkan desain yang telah disusun, mencakup pengkodean, integrasi modul, serta pengujian awal untuk memastikan sistem berfungsi sesuai dengan kebutuhan. Setelah pengembangan selesai, sistem diterapkan di lingkungan operasional pengguna. Proses ini meliputi pemasangan perangkat lunak, konfigurasi sistem, serta migrasi data jika diperlukan. Selain itu, dilakukan pelatihan kepada teknisi, operator, dan admin pihak terkait agar mereka dapat menggunakan sistem dengan maksimal. Tahap implementasi bertujuan untuk memastikan sistem informasi TPM berfungsi secara efektif dalam mendukung aktivitas pemeliharaan alat berat, meningkatkan efisiensi, dan mengurangi downtime. Masukan dari pengguna selama proses ini juga menjadi bahan untuk penyempurnaan atau penyesuaian sistem di masa mendatang[17].

d. Verification (Pengujian)

Tahap Testing atau pengujian merupakan proses untuk memastikan bahwa sistem informasi Total Productive Maintenance (TPM) yang dikembangkan berfungsi pada keseharian yang telah ditetapkan. Pada tahap ini, dilakukan serangkaian uji coba menggunakan blackbox guna mendeteksi kesalahan, memastikan fungsi berjalan dengan benar, dan mengevaluasi kinerja sistem[18].

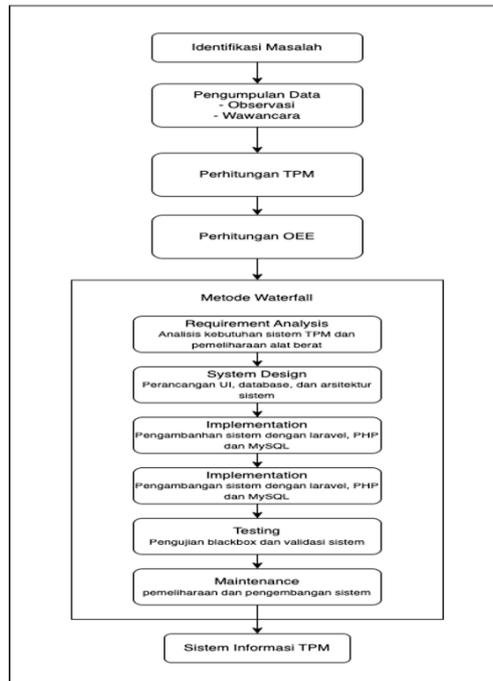
Pengujian mencakup berbagai jenis, seperti unit testing untuk memeriksa komponen secara individu, integration testing untuk menguji keterpaduan antar modul, serta system testing untuk menguji sistem secara keseluruhan. Tahapan ini bertujuan memastikan sistem berfungsi dengan baik, stabil, dan bebas dari kesalahan besar sebelum diterapkan secara menyeluruh. Hasil pengujian menjadi dasar untuk memperbaiki atau menyesuaikan sistem sehingga siap digunakan dalam lingkungan operasional.

e. Maintenance (Pemeliharaan)

Tahap Maintenance atau pemeliharaan adalah proses yang dilakukan setelah sistem informasi Total Productive Maintenance (TPM) diterapkan untuk memastikan sistem tetap berjalan dengan baik, efektif, dan relevan sepanjang waktu. Pada tahap ini, dilakukan pemeliharaan berkala untuk mengatasi masalah teknis, memperbarui perangkat lunak, serta memastikan sistem selalu dalam kondisi optimal[19].

Pemeliharaan meliputi beberapa aktivitas, seperti perbaikan bug atau kesalahan yang muncul, pembaruan sistem untuk menambahkan fitur baru atau menyesuaikan dengan perubahan kebutuhan, serta pemantauan kinerja untuk memastikan sistem berfungsi dengan lancar. Tujuan utama

tahap pemeliharaan adalah untuk menjaga agar sistem tetap efisien, mengurangi downtime, dan memastikan bahwa sistem dapat terus mendukung kebutuhan operasional dalam jangka panjang. Feedback dari pengguna juga digunakan untuk melakukan perbaikan atau pengembangan lebih lanjut.



Gambar 1. Kerangka Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengumpulan Data

Data primer yang dikaji meliputi pemeliharaan alat berat dan laporan downtime serta perbaikannya dari bagian maintenance, dikumpulkan dalam kurun waktu tiga bulan, mulai Agustus hingga Oktober 2024.

No	Nama Alat Berat	Lokasi Alat Berat	Waktu Operasi	Waktu Loading	Jumlah Unit Di Proses (Meter)	Waktu	Jumlah	Jumlah
						(Jam)	Produk (Meter)	Cacat (Meter)
1	Excavator	Kec. Bangun Purba, Kab.Deli Serdang	750	820	660	1	66.000	1.000
2	Crane	Kec.tiga johar, Kab.deli serdang	750	800	550	1	33.000	1440
3	Grader	Kec. Petumbukan Kab.Deli serdang	780	800	750	1	75.000	2400
4	Roller	Kec.sawit seberang Kab.Langkat	765	810	120	1	54.000	1464
5	Bulldozer	Kec.Hinai Kab.langkat	735	805	750	1	45.000	1440
6	Truck	Kec.tanjung pura Kab.Langkat	790	825	843,75	1	46.800	2640

7	Scrapper	Kec.pangkalan susu Kab.Langkat Kec.Longkip	760	820	611,11	1	49.500	1944
8	Diesel	Kab.subussalam Prov. Aceh Kec.barumun	770	830	540,98	1	33.000	1464
9	Bucket	tengah.Kab.padang lawas	745	819	546	1	34.498	1512

Tabel 1. Data Pemeliharaan Alat Berat

B. Penerapan Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Adapun penerapan Overall Equipment Effectiveness (OEE) ialah :

1. Availability

$$Availability = \frac{waktu\ operasi}{waktu\ loading} \times 100\%$$

$$Excavator = \frac{750}{820} \times 100\% = 79\%$$

$$Truck = \frac{790}{825} \times 100\% = 97\%$$

$$Crane = \frac{750}{800} \times 100\% = 66\%$$

$$Scrapper = \frac{760}{820} \times 100\% = 72\%$$

$$Grader = \frac{780}{800} \times 100\% = 91\%$$

$$Diesel = \frac{770}{830} \times 100\% = 62\%$$

$$Roller = \frac{765}{810} \times 100\% = 14\%$$

$$Bucket = \frac{745}{819} \times 100\% = 62\%$$

$$Bulldozer = \frac{735}{805} \times 100\% = 90\%$$

2. Performace

$$Performance = \frac{waktu\ setting * jumlah\ unit\ diproses}{waktu\ operasi} \times 100\%$$

$$Excavator = \frac{1 * 660}{750} \times 100\% = 88\%$$

$$Truck = \frac{1 * 843,75}{790} \times 100\% = 107\%$$

$$Crane = \frac{1 * 550}{750} \times 100\% = 73\%$$

$$Scrapper = \frac{1 * 611,11}{760} \times 100\% = 80\%$$

$$Grader = \frac{1 * 750}{780} \times 100\% = 96\%$$

$$Diesel = \frac{1 * 540,983}{770} \times 100\% = 70\%$$

$$Roller = \frac{1 * 120}{765} \times 100\% = 16\%$$

$$Bucket = \frac{1 * 546}{745} \times 100\% = 73\%$$

$$\text{Bulldozer} = \frac{1 \cdot 750}{735} \times 100\% = 102\%$$

3. Quality

$$\text{Quality} = \frac{\text{jumlah produk} - \text{jumlah cacat}}{\text{jumlah produk}} \times 100\%$$

$$\text{Excavator} = \frac{66.000 - 1.000}{66.000} \times 100\% = 98\%$$

$$\text{Truck} = \frac{46.800 - 2640}{46.800} \times 100\% = 94\%$$

$$\text{Crane} = \frac{33.000 - 1440}{33.000} \times 100\% = 96\%$$

$$\text{Scrapper} = \frac{49.500 - 1944}{49.500} \times 100\% = 96\%$$

$$\text{Grader} = \frac{75.000 - 2.400}{75.000} \times 100\% = 97\%$$

$$\text{Diesel} = \frac{33.000 - 1464}{33.000} \times 100\% = 96\%$$

$$\text{Roller} = \frac{54.000 - 1464}{54.000} \times 100\% = 97\%$$

$$\text{Bucket} = \frac{34.498 - 1512}{34.498} \times 100\% = 96\%$$

$$\text{Bulldozer} = \frac{45.000 - 1440}{45.000} \times 100\% = 97\%$$

4. OEE

$$\text{OEE} = \text{Availability}(\%) * \text{Performance}(\%) * \text{Quality}(\%)$$

$$\text{Excavator} = 91\% * 88\% * 98\% = 79\%$$

$$\text{Truck} = 96\% * 107\% * 94\% = 97\%$$

$$\text{Crane} = 94\% * 73\% * 96\% = 66\%$$

$$\text{Scrapper} = 93\% * 80\% * 96\% = 72\%$$

$$\text{Grader} = 98\% * 96\% * 97\% = 91\%$$

$$\text{Diesel} = 93\% * 70\% * 96\% = 62\%$$

$$\text{Roller} = 94\% * 16\% * 97\% = 14\%$$

$$\text{Bucket} = 91\% * 73\% * 96\% = 64\%$$

$$\text{Bulldozer} = 91\% * 102\% * 97\% = 90\%$$

No	Nama Alat Berat	Lokasi Alat Berat	Avaibility (%)	Performance (%)	Quality (%)	OEE
1	Excavator	Kec. Bangun Purba, Kab.Deli Serdang	91%	88%	98%	79%
2	Crane	Kec.tiga johar, Kab.deli serdang	94%	73%	96%	66%
3	Grader	Kec. Petumbukan Kab.Deli serdang	98%	96%	97%	91%
4	Roller	Kec.sawit seberang Kab.Langkat	94%	16%	97%	14%
5	Bulldozer	Kec.Hinai Kab.langkat	91%	102%	97%	90%

6	Truck	Kec.tanjung pura Kab.Langkat	96%	107%	94%	97%
7	Sceraper	Kec.pangkalan susu Kab.Langkat Kec.Longkip	93%	80%	96%	72%
8	Diesel	Kab.subussalam Prov. Aceh	93%	70%	96%	62%
9	Bucket	Kec.barumun tengah,Kab.padanglawas	91%	73%	96%	64%

Tabel 1. Data Pemeliharaan Alat Berat

Berdasarkan hasil perhitungan nilai Overall Equipment Effectiveness (OEE) terhadap sejumlah alat berat, dapat disimpulkan bahwa prioritas pemeliharaan perlu difokuskan pada alat-alat yang memiliki nilai OEE di bawah standar ideal 70%. Alat dengan performa terbaik adalah Truck, dengan nilai OEE mencapai 97%, yang mencerminkan tingkat ketersediaan (availability), performa (performance), dan kualitas (quality) yang sangat optimal. Hal ini menunjukkan bahwa proses perawatan dan pengoperasian alat Truck telah berjalan dengan baik dan efisien. Sebaliknya, Roller menjadi alat yang menunjukkan performa paling rendah dengan nilai OEE hanya 14%. Meskipun memiliki nilai availability dan quality yang cukup tinggi, nilai performance-nya sangat rendah, hanya 16%, yang mengindikasikan adanya masalah serius dalam kecepatan operasi atau produktivitas aktual alat dibandingkan targetnya. Oleh karena itu, Roller perlu menjadi prioritas utama dalam program pemeliharaan, khususnya pada aspek performa, yang bisa disebabkan oleh keausan komponen, kondisi jalan kerja, atau keterbatasan operator. Selain itu, alat seperti Diesel dan Bucket juga menunjukkan nilai OEE di bawah ambang batas efisiensi, yaitu masing-masing 56% dan 65%. Hal ini menunjukkan adanya potensi ketidakefisienan baik dari segi waktu henti alat (downtime), kecepatan kerja aktual, maupun kualitas hasil kerja. Kedua alat ini juga patut menjadi fokus dalam strategi pemeliharaan preventif, agar tidak terjadi penurunan produktivitas secara berkelanjutan. Di sisi lain, alat berat seperti Grader dan Bulldozer memiliki nilai OEE di atas 90%, yang menunjukkan bahwa kedua alat ini beroperasi dengan sangat efisien dan dapat dijadikan benchmark atau acuan dalam pelaksanaan pemeliharaan untuk alat lainnya. Dengan demikian, fokus pemeliharaan jangka pendek sebaiknya ditujukan pada alat Roller, Diesel, dan Bucket, guna mengoptimalkan kinerja keseluruhan sistem operasional dan menjaga stabilitas produktivitas di lapangan. Hasil perhitungan OEE ini menjadi dasar untuk melakukan perbaikan sistem pemeliharaan dan efisiensi alat berat.

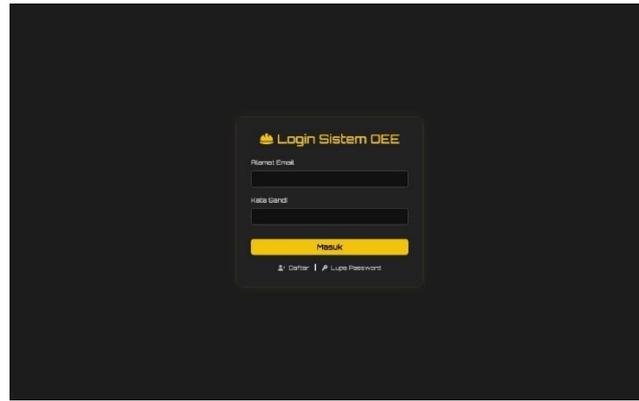
Tindak lanjut yang dapat dilakukan mencakup peningkatan performance unit seperti Roller dan Diesel melalui pelatihan operator dan penjadwalan kerja yang lebih efisien. Pengurangan downtime dilakukan dengan preventive maintenance dan perbaikan dini atas kerusakan kecil. Sementara itu, peningkatan quality dapat dicapai melalui pengawasan proses kerja dan penggunaan material yang sesuai standar.

Berdasarkan hasil pengolahan data OEE pada sembilan jenis alat berat selama tiga bulan terakhir, diperoleh nilai rata-rata OEE sebagai berikut: Excavator (79%), Crane (66%), Grader (91%), Roller (14%), Bulldozer (90%), Truck (97%), Scraper (72%), Diesel (62%), dan Bucket (64%). Nilai OEE tertinggi dicapai oleh Truck dengan nilai 97%, sementara nilai terendah terdapat pada Roller sebesar 14%. Jika dibandingkan dengan hasil penelitian sebelumnya (Fawwaz & Budi Hariono, 2024) pada alat mesin Seamer, yang memiliki nilai OEE sebesar 73,3%, maka dapat disimpulkan bahwa sebagian besar alat berat yang diteliti saat ini memiliki kinerja OEE yang bervariasi lebih ekstrem. Beberapa alat berat seperti Truck, Grader, dan Bulldozer menunjukkan kinerja di atas mesin Seamer, terutama dari aspek Performance yang bahkan bisa mencapai lebih dari 100% seperti pada Truck (107%) dan Bulldozer (102%), yang menunjukkan penggunaan alat yang sangat optimal dari sisi kecepatan operasional.

Namun, terdapat pula alat berat seperti Roller dengan nilai Performance hanya 16%, yang menyebabkan nilai OEE-nya sangat rendah (14%), jauh di bawah standar internasional maupun nilai OEE mesin Seamer sebelumnya. Ini menunjukkan bahwa meskipun nilai Availability dan Quality tinggi, rendahnya nilai Performance secara signifikan menurunkan efektivitas keseluruhan alat. Secara umum, alat berat yang digunakan menunjukkan performa yang lebih bervariasi dibandingkan mesin Seamer, menandakan bahwa faktor-faktor operasional dan teknis di lapangan sangat mempengaruhi efektivitas alat berat, baik dari segi pemeliharaan, pemanfaatan waktu operasi, hingga kualitas hasil kerja alat.

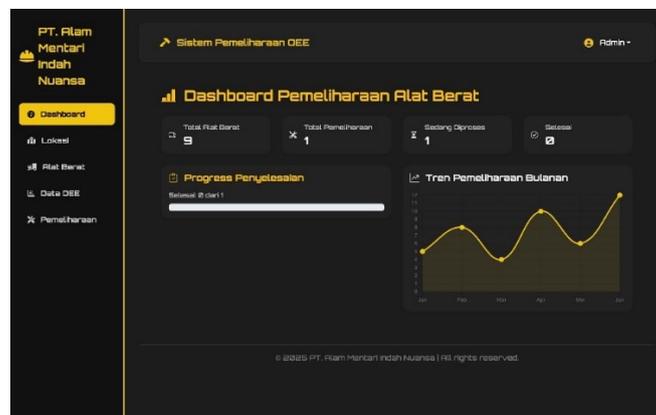
C. Implementasi Sistem

Setelah dilakukan proses pengumpulan data serta penerapan Overall Equipment Effectiveness (OEE), maka sistem diimplementasikan, yaitu:



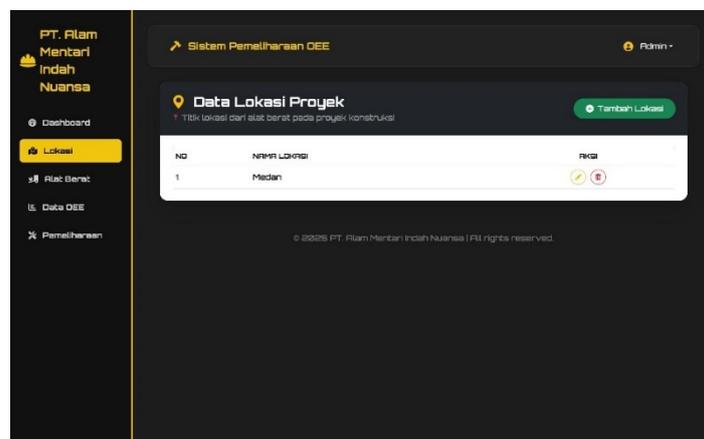
Gambar 2. Halaman Login

Gambar di atas menampilkan halaman login yang dirancang secara ringkas dan fungsional. Terdapat dua kolom input utama, yaitu "Alamat Email" dan "Kata Sandi", yang memudahkan pengguna untuk mengakses sistem secara cepat. Di bawahnya, tersedia tombol berwarna kuning bertuliskan "Masuk" yang berfungsi sebagai pintu masuk ke dalam akun. Selain itu, halaman ini juga menyediakan tautan "Daftar" bagi pengguna baru serta "Lupa Password" untuk pemulihan akses, sehingga keseluruhan antarmuka tidak hanya tampil sederhana, tetapi juga mendukung proses autentikasi yang efisien dan minim hambatan.



Gambar 3. Halaman Dashboard

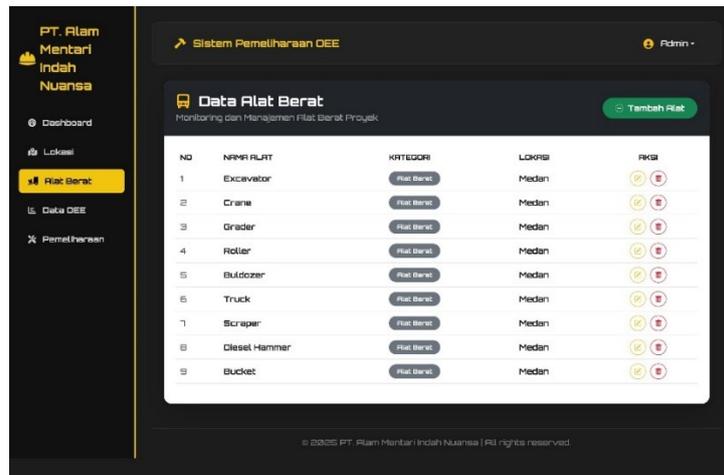
Gambar tersebut menampilkan dashboard dari sistem pemeliharaan alat berat milik PT. Alam Mentari Indah Nuansa. Tampilan ini menyajikan data penting seperti total alat berat, jumlah serta status pemeliharaan, progres penyelesaian, dan grafik tren bulanan yang menggambarkan dinamika kegiatan pemeliharaan. Navigasi berada di sisi kiri dengan desain gelap berpadu aksen kuning yang modern dan kontras, memberikan struktur visual yang jelas. Seluruh elemen dirancang untuk menyampaikan informasi secara ringkas dan terorganisir, sehingga memudahkan pemantauan menyeluruh dalam satu tampilan terpadu.



Gambar 4. Halaman Data Lokasi Proyek

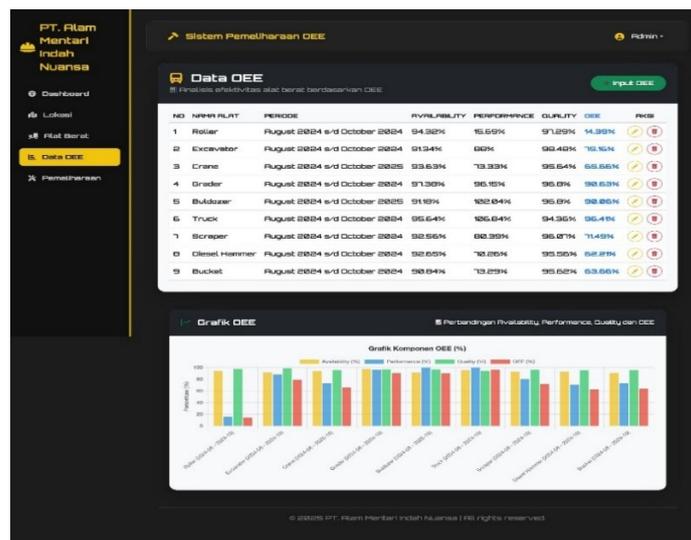
Gambar ini menampilkan halaman *Data Lokasi Proyek* dalam sistem pemeliharaan OEE milik PT. Alam Mentari Indah Nuansa. Halaman ini menyajikan daftar lokasi di mana alat berat digunakan dalam proyek konstruksi, dengan contoh lokasi seperti

Medan. Antarmuka dilengkapi dengan tombol *Tambah Lokasi* untuk penambahan data baru, serta ikon khusus yang memungkinkan pengguna mengedit atau menghapus data yang sudah ada. Desain yang sederhana dan terfokus mendukung penyajian data lokasi secara ringkas dan mudah diakses.



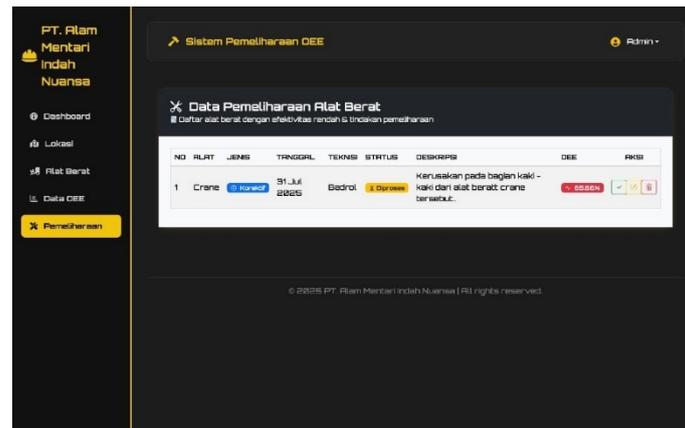
Gambar 5. Halaman Data Alat Berat

Gambar ini menampilkan halaman Data Alat Berat dalam sistem pemeliharaan. Halaman ini memuat daftar alat berat yang digunakan dalam proyek, mencakup informasi seperti nama alat, kategori, dan lokasi. Seluruh alat tercatat berada di wilayah Medan, dengan contoh jenis alat seperti Excavator, Crane, dan Bulldozer. Tersedia pula tombol *Tambah Alat* untuk penambahan data baru, serta ikon yang memungkinkan pengguna melakukan pengeditan atau penghapusan data yang sudah tercatat. Tata letak yang terstruktur mendukung pengelolaan informasi secara efisien dan terorganisir.



Gambar 6. Halaman Data OEE

Gambar ini menampilkan halaman Data OEE dari sistem pemeliharaan milik PT. Alam Mentari Indah Nuansa. Halaman ini menyajikan analisis efektivitas alat berat berdasarkan tiga pilar utama: Availability, Performance, dan Quality, yang secara keseluruhan membentuk nilai OEE (Overall Equipment Effectiveness). Setiap unit alat berat ditampilkan lengkap dengan periode evaluasi, nilai masing-masing komponen, serta persentase OEE akhir. Di bagian bawah, terdapat grafik batang yang menyajikan perbandingan visual antara ketiga komponen dan nilai OEE dari setiap alat. Tampilan ini dirancang untuk menyajikan data secara visual dan terstruktur, sehingga informasi kinerja alat dapat dipahami secara menyeluruh dalam satu halaman.



NO ALAT	JENIS	TANGGAL	TEKNIK	STATUS	DESKRIPSI	OEE	AKSI
1	Crane	31 Jul 2025	Badrol	Diproses	Kerusakan pada bagian kaki - kaki dari alat berat crane tersebut.	65,66%	[edit] [selesai] [hapus]

Gambar 7. Halaman Data Pemeliharaan Alat Berat

Gambar ini menampilkan halaman *Data Pemeliharaan Alat Berat* yang berfungsi sebagai modul pencatatan dan pengelolaan alat berat dengan efektivitas rendah dalam sistem pemeliharaan. Halaman ini menampilkan entri alat berat, salah satunya *Crane*, dengan jenis pemeliharaan *Korektif*, status *Diproses*, nilai OEE 65,66%, serta deskripsi kerusakan pada komponen kaki-kaki. Antarmuka dilengkapi dengan ikon aksi untuk *edit*, *selesaikan*, dan *hapus* data, memungkinkan pengelolaan siklus pemeliharaan secara langsung dari tampilan utama. Desain ini mengintegrasikan data performa dan status pemeliharaan guna mendukung proses evaluasi kondisi aset secara sistematis.

SIMPULAN

Kajian ini menyimpulkan bahwa implementasi Total Productive Maintenance (TPM) yang terintegrasi dengan sistem informasi modern terbukti efektif dalam meningkatkan produktivitas pemeliharaan alat berat di PT. Alam Mentari Indah Nuansa. Sistem informasi yang dikembangkan tidak hanya memfasilitasi pencatatan aktivitas pemeliharaan secara sistematis, tetapi juga memungkinkan pemantauan kinerja alat berat secara real-time, serta penyusunan laporan pemeliharaan berbasis data yang akurat dan mudah diakses. Melalui penerapan metode Overall Equipment Effectiveness (OEE), penelitian ini memberikan gambaran komprehensif terhadap efektivitas masing-masing alat berat berdasarkan komponen availability, performance, dan quality. Hasil analisis menunjukkan bahwa sebagian besar alat berat mencapai efektivitas kerja yang cukup tinggi, dengan nilai OEE tertinggi sebesar 97% (Truck) dan terendah 14% (Roller). Temuan ini mengindikasikan bahwa sistem yang diimplementasikan mampu membantu dalam mengidentifikasi alat dengan performa rendah secara cepat sehingga perbaikan dapat segera dilakukan. Dengan sistem ini, proses pemeliharaan menjadi lebih terstruktur, downtime dapat ditekan, serta efisiensi sumber daya meningkat secara signifikan. Meskipun demikian, penelitian ini memiliki beberapa batasan, antara lain keterbatasan pada periode pengamatan selama tiga bulan dan masih terbatasnya variabel lingkungan kerja yang diperhitungkan (misalnya kondisi cuaca, keterlambatan suku cadang, dan beban kerja operator). Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk memperluas cakupan waktu pengamatan serta mengintegrasikan variabel eksternal yang memengaruhi performa alat. Sebagai saran, sistem informasi yang dikembangkan dalam penelitian ini dapat diimplementasikan lebih luas di sektor industri lainnya, seperti industri pertambangan, perkebunan, atau konstruksi, yang juga bergantung pada pemeliharaan alat berat. Selain itu, pengembangan fitur prediktif maintenance berbasis machine learning dapat menjadi pengembangan lanjutan untuk meningkatkan kemampuan sistem dalam mendeteksi potensi kerusakan sejak dini. Dengan pendekatan yang sistematis dan berbasis data, integrasi TPM dan sistem informasi ini dinilai sebagai solusi strategis dan aplikatif dalam mendukung manajemen aset industri secara berkelanjutan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Ibu Raissa Amanda Putri, S.T., M.Kom., M.TI. selaku dosen pembimbing, serta Ibu Triase, S.T., M.Kom. selaku dosen penguji, atas bimbingan dan masukan yang diberikan. Terima kasih juga disampaikan kepada Universitas Islam Negeri Sumatera Utara (UINSU) atas dukungan akademik, serta kepada Ibu Nuraini, kakak Selva Dani, dan adik Hafiz Zaki Mubarak atas doa dan semangat selama proses penulisan artikel ini.

REFERENSI

- [1] H. Amaruddin, "Analisis Penerapan Total Productive Maintenance," *Ekomabis: Jurnal Ekonomi Manajemen Bisnis*, vol. 1, no. 2, pp. 141–148, 2020, doi: 10.37366/ekomabis.v1i02.46.
- [2] A. C. A. Caswito, "Peningkatan Kinerja Mesin Kapal Tunda Dengan Implementasi Total Productive Maintenance (TPM)," *Kilat*, vol. 12, no. 1, pp. 20–29, 2023, doi: 10.33322/kilat.v12i1.1890.

- [3] N. Hairiyah, I. Musthofa, and A. Aminah, "Analisis Kerusakan Bearing Main Shaft Pada Mesin Screw Press MSB 15 Dengan Metode Total Productive Maintenance (TPM) di Pabrik Kelapa Sawit PT. XYZ," *Jurnal Teknologi Pertanian Andalas*, vol. 28, no. 1, 2024, doi: 10.25077/jtpa.28.1.1-7.2024.
- [4] N. Anshori and M. I. Mustajib, *Sistem Perawatan Terpadu (Integrated Maintenance System)*. Yogyakarta, Indonesia: Graha Ilmu, 2020.
- [5] D. Limantoro and S. T. Felecia, "Total Productive Maintenance di PT X," vol. 1, no. 1, 2022.
- [6] S. Mago, S. Informasi, and S. KHARISMA Makassar, "Sistem Informasi Penyewaan dan Pemeliharaan Alat Berat Menggunakan Metode Linear Sequence pada CV. Sun Pasific Diesel," *KHARISMA Tech*, vol. 13, no. 2, pp. 43–52, 2021. [Online]. Available: [<https://jurnal.kharisma.ac.id/kharismatech/article/view/270>]
- [7] G. Muhaemin and A. E. Nugraha, "Penerapan Total Productive Maintenance (TPM) Pada Perawatan Mesin Cutter di PT. XYZ," *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, vol. 8, no. 9, pp. 205–219, 2022, doi: 10.5281/zenodo.6645451.
- [8] S. M. Muhajir and F. Yuamita, "Analisis Total Productive Maintenance Dengan Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness pada Mesin Mixing Batching di PT. Wijaya Karya Beton Tbk Boyolali," *Jurnal Inovasi dan Kreativitas (JIKa)*, vol. 3, no. 1, pp. 1–9, 2023, doi: 10.30656/jika.v3i1.6048.
- [9] N. Hamzah, A. Nurmala, and A. Momon, "Analisis Total Productive Maintenance (TPM) Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE) pada Mesin Injection 2500T New di PT. XYZ," *Jurnal Serambi Engineering*, vol. 8, no. 1, 2023, doi: 10.32672/jse.v8i1.4996.
- [10] A. Romadhon, "Analisis Total Productive Maintenance (TPM) Dengan Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE) pada Paper Machine di PT. M," 2023.
- [11] H. Timisela, G. N. Priambadi, N. Luh, P. Lilis, S. Setiawati, W. B. Adnyana, G. Agung, and K. Suriadi, "Analisis Optimasi Pola Maintenance Turbin pada Pembangkit Listrik Tenaga Air PT. Nusantara Infrastructure di Kab. Dairi Dengan Metode Total Productive Maintenance (TPM)," *Kohesi*, vol. 1, no. 2, 2024, doi: 10.8734/kohesi.v1i2.365.
- [12] M. D. Poernomo, "Perancangan Modul Implementasi Total Productive Maintenance (TPM) pada Departemen Maintenance di PT X," vol. 12, no. 2, pp. 153–160, 2024.
- [13] M. A. N. Fawwaz and B. Hariono, "Analisis Penerapan Metode Total Productive Maintenance Berdasarkan Perhitungan OEE dan Faktor Six Big Losses pada Mesin Seamer Hor Yang Di," vol. 24, no. 2, pp. 151–156, 2024.
- [14] J. Guritno and A. S. Cahyana, "Implementation of Autonomous Maintenance in Total Productive Maintenance," *Procedia of Engineering and Life Science*, vol. 1, no. 2, 2021, doi: 10.21070/pels.v1i2.914.
- [15] B. Hafid, T. Siagian, D. Derlini, and R. Silvany, "Pengukuran Dampak Penerapan Sistem Total Productive Maintenance Terhadap Waktu Henti Mesin," *Jurnal Review Pendidikan dan Pengajaran*, vol. 7, no. 3, pp. 6798–6805, 2024.
- [16] I. Management and E. Juornal, "Analisis Penerapan Total Productive Maintenance (TPM) dan Overall Equipment Effectiveness (OEE) pada Sanding Machine (Studi Kasus PT. Kutai Timber Indonesia)," vol. 3, no. 2, 2025.
- [17] A. Mutaqiem, D. Soediantono, and S. Staf Dan Komando Angkatan Laut, "Literature Review of Total Productive Maintenance (TPM) and Recommendations for Application in the Defense Industries," *Journal of Industrial Engineering & Management Research*, vol. 3, no. 2, pp. 2722–8878, 2022. [Online]. Available: [<http://www.jiemar.org>]
- [18] G. Muhaemin and A. E. Nugraha, "Penerapan Total Productive Maintenance (TPM) pada Perawatan Mesin Cutter di PT. XYZ," *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, vol. 8, no. 9, pp. 205–219, 2022, doi: 10.5281/zenodo.6645451.
- [19] D. Wahjudi, R. Lim, and E. Budi, "Perancangan Sistem Penjadwalan Perawatan Yang Mendukung Total Productive Maintenance di PT. X," *Jurnal Dimensi Insinyur Profesional*, vol. 2, no. 1, pp. 48–55, 2024, doi: 10.9744/jdip.2.1.48-55.
-