

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Gambaran Umum Objek Penelitian

Universitas Telkom Bandung merupakan institusi pendidikan tinggi yang berkomitmen terhadap pengembangan teknologi informasi dan komunikasi dalam proses pembelajaran, penelitian, maupun layanan institusional. Salah satu unit penting yang mendukung ekosistem ini adalah Laboratorium Komputer Fakultas Rekayasa Industri, yang digunakan oleh mahasiswa, dosen, dan tenaga kependidikan untuk berbagai keperluan, mulai dari praktikum hingga pengujian sistem berbasis teknologi. Laboratorium ini memiliki puluhan perangkat komputer yang bekerja nyaris tanpa jeda setiap harinya.

Namun demikian, intensitas penggunaan yang tinggi tersebut tidak diiringi dengan sistem pemeliharaan yang memadai. Pemeliharaan masih dilakukan secara manual dan bersifat reaktif, artinya perangkat hanya diperbaiki ketika sudah mengalami kerusakan atau berhenti berfungsi. Pendekatan seperti ini terbukti menyebabkan downtime yang tinggi, yakni waktu tidak berfungsinya perangkat yang seharusnya dapat digunakan untuk kegiatan pembelajaran atau operasional lainnya. Downtime tidak hanya menghambat proses belajar mengajar, tetapi juga menyebabkan inefisiensi biaya dan sumber daya (Zonta et al., 2020).

Data historis dari tahun 2024 menunjukkan adanya kerusakan pada berbagai komponen seperti CPU, monitor, mouse, hingga jaringan, yang sebagian besar tidak langsung ditangani karena tidak adanya sistem pemantauan prediktif. Akibatnya, kerusakan berulang sering terjadi, dan laboratorium tidak dapat beroperasi secara optimal. Dalam konteks sistem teknologi pendidikan, ketersediaan perangkat yang stabil adalah hal yang krusial, mengingat seluruh proses belajar dan riset sangat tergantung pada perangkat yang andal (Siregar, Kindangen, & Palandeng, 2022).

Permasalahan ini menunjukkan adanya kesenjangan antara kebutuhan akan keberlangsungan teknologi dengan sistem pemeliharaan yang konvensional. Oleh karena itu, diperlukan transformasi menuju sistem pemeliharaan yang lebih cerdas, adaptif, dan berbasis data. Teknologi *Machine Learning* hadir sebagai solusi yang tepat dalam konteks ini karena mampu menganalisis data historis kerusakan, mengenali pola, dan memprediksi kebutuhan pemeliharaan sebelum terjadi kegagalan fatal. Penerapan algoritma seperti Random Forest Regressor memungkinkan prediksi risiko kerusakan dengan akurasi tinggi, sedangkan algoritma optimasi seperti Particle Swarm Optimization (PSO) dan Improved Binary PSO (IBPSO) dapat digunakan untuk menghasilkan jadwal pemeliharaan yang efisien berdasarkan hasil prediksi tersebut (Nota et al., 2024).

Pemilihan Laboratorium Komputer Fakultas Rekayasa Industri sebagai objek penelitian sangat relevan, karena selain memiliki beban kerja perangkat yang tinggi, laboratorium ini juga mencerminkan tipikal lingkungan teknologi pendidikan modern yang membutuhkan sistem pemeliharaan yang terotomatisasi dan adaptif. Selain itu, Universitas Telkom sebagai institusi berbasis teknologi memiliki infrastruktur dan budaya digital yang mendukung pengembangan serta pengujian sistem berbasis kecerdasan buatan. Hal ini menjadikan laboratorium tersebut sebagai *testbed* yang ideal untuk mengimplementasikan dan mengevaluasi model *scheduling maintenance* berbasis *Machine Learning* secara nyata.

1.2 Latar Belakang

Pemeliharaan perangkat komputer di laboratorium memiliki peran yang sangat krusial dalam mendukung kegiatan praktikum dan penelitian di lingkungan akademik. Dalam era digital saat ini, keberadaan perangkat komputer yang berfungsi dengan baik menjadi salah satu faktor penentu dalam meningkatkan kualitas pendidikan dan penelitian. Menurut Wijaya, Niswah, dan Rohman (2024), perangkat yang terawat dengan baik tidak hanya mendukung proses belajar mengajar, tetapi juga berkontribusi pada pengembangan ilmu pengetahuan yang lebih luas. Namun, meskipun pentingnya pemeliharaan ini, laboratorium komputer

sering kali menghadapi berbagai permasalahan teknis yang dapat mengganggu operasionalnya. Kerusakan perangkat keras, kegagalan perangkat lunak, dan masalah jaringan adalah beberapa contoh tantangan yang sering dihadapi. Ketika perangkat mengalami downtime, hal ini dapat menghambat kelancaran aktivitas akademik, sehingga mahasiswa dan dosen terpaksa mencari solusi alternatif untuk melaksanakan praktikum dan penelitian yang telah direncanakan.

Tabel 1. 1 Data Kerusakan Fakultas Lain

Data Kerusakan di Fakultas Lain	Jumlah
Monitor Asus	1
PC Lenovo ThinCenter	7
Monitor Lenovo ThinkVision	4
LED TV SAMSUNG	1
Soler Uap	2
Monitor Acer	1
PC Asus	1
PC Acer	1
Proyektor Sony	1
CPU	2
DC Power Supply	2

Data kerusakan perangkat di fakultas lain mencakup berbagai jenis perangkat, dengan jumlah kerusakan yang bervariasi. Sedangkan Data Kerusakan di Fakultas Rekayasa Industri Berdasarkan data historis dari Januari hingga November 2024, terdapat sejumlah kendala, seperti komputer yang tidak dapat dioperasikan, kerusakan layar monitor, koneksi kabel HDMI longgar, serta masalah lisensi perangkat lunak yang tidak aktif, seperti di dalam tabel berikut :

Tabel 1. 2 Data Kerusakan Fakultas Rekayasa Industri

Data Kerusakan di Fakultas Rekayasa Industri	Jumlah
CPU	5
Monitor	4
PC	24
Kabel LAN dan Komputer	1

Komputer	17
Mouse	2
Proyektor	2
Wifi ELog dan PC admin ELog	1
Infokus	1
Keyboard	2
Kabel HDMI Proyektor	3

Data perbandingan kerusakan perangkat antara fakultas lain dan Fakultas Rekayasa Industri Universitas Telkom menunjukkan bahwa kebutuhan pemeliharaan jauh lebih signifikan di Fakultas Rekayasa Industri. Hal ini tercermin dari tingginya jumlah perangkat utama yang mengalami kerusakan, seperti PC, CPU, dan monitor, serta komponen pendukung seperti kabel HDMI, mouse, dan keyboard. Variasi jenis kerusakan yang lebih kompleks ini mengindikasikan bahwa beban kerja perangkat di Fakultas Rekayasa Industri tidak hanya tinggi, tetapi juga lebih beragam secara fungsional dan struktural, sehingga memerlukan perhatian khusus dalam pemeliharaan yang lebih sistematis dan adaptif (Siregar et al., 2022).

Sistem pemeliharaan yang saat ini digunakan masih bersifat reaktif, yaitu tindakan dilakukan hanya setelah perangkat mengalami gangguan atau kerusakan total. Pendekatan ini berdampak langsung pada meningkatnya downtime—waktu di mana perangkat tidak dapat digunakan—yang pada gilirannya mengganggu kelancaran aktivitas akademik, menurunkan produktivitas dosen dan mahasiswa, serta meningkatkan beban biaya operasional karena frekuensi perbaikan darurat yang tidak terencana (Zonta et al., 2020). Selain itu, ketiadaan sistem penjadwalan pemeliharaan yang berbasis data menyebabkan laboratorium kesulitan untuk secara akurat menentukan waktu optimal dalam melakukan perawatan perangkat, sehingga banyak kerusakan terjadi secara mendadak dan tidak terdeteksi lebih awal.

Untuk mengatasi permasalahan ini, dibutuhkan transisi dari pendekatan reaktif menuju strategi proaktif dan prediktif. Pendekatan proaktif diwujudkan melalui sistem *preventive maintenance*, yaitu jadwal perawatan rutin berdasarkan estimasi umur dan performa perangkat. Sedangkan pendekatan prediktif, yang lebih

modern dan adaptif, menggunakan data historis perangkat untuk memprediksi kapan kerusakan kemungkinan besar akan terjadi. Teknologi *Machine Learning* sangat ideal untuk mendukung pendekatan ini karena mampu belajar dari data-data sebelumnya dan mengidentifikasi pola kerusakan perangkat dengan tingkat akurasi tinggi (Nazara, 2022; Alqahtani et al., 2023).

Dalam konteks penelitian ini, sistem pemeliharaan dikembangkan dengan mengintegrasikan algoritma *Random Forest Regressor* sebagai alat prediksi risiko kerusakan, dan algoritma optimasi *Particle Swarm Optimization (PSO)* serta *Improved Binary PSO (IBPSO)* sebagai penyusun jadwal pemeliharaan yang efisien dan kontekstual. Dengan integrasi tersebut, sistem mampu tidak hanya merespons kerusakan, tetapi juga mengantisipasi dan menyesuaikan jadwal perawatan secara dinamis, sesuai dengan tingkat urgensi dan kondisi perangkat.

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Komputer Fakultas Rekayasa Industri Universitas Telkom Bandung, yang merupakan salah satu unit vital dalam mendukung kegiatan belajar berbasis teknologi. Pengamatan awal memperlihatkan bahwa perangkat komputer sering kali digunakan dalam durasi yang panjang tanpa jeda, menyebabkan degradasi kinerja secara perlahan. Minimnya keberadaan tim teknis pemeliharaan khusus memperburuk kondisi ini, karena pemeliharaan hanya dilakukan saat kerusakan sudah bersifat fatal. Hal ini memperkuat urgensi untuk menerapkan sistem cerdas yang mampu memberikan rekomendasi jadwal perawatan berdasarkan kondisi aktual perangkat.

Dengan implementasi strategi pemeliharaan berbasis *Machine Learning*, laboratorium diharapkan mampu menurunkan downtime, meningkatkan efisiensi pemanfaatan sumber daya pemeliharaan, serta memperpanjang umur ekonomis perangkat. Selain itu, sistem ini juga berpotensi untuk mengurangi ketergantungan terhadap teknisi dalam pengambilan keputusan, karena seluruh proses dapat dibantu oleh model prediktif yang berjalan otomatis berdasarkan data (Siti Nurzanah & Yun, 2023).

Pemeliharaan perangkat di laboratorium komputer Fakultas Rekayasa Industri Universitas Telkom saat ini masih bersifat reaktif, dilakukan hanya setelah kerusakan terjadi. Pendekatan ini menyebabkan downtime yang tidak terduga, mengganggu proses pembelajaran, dan meningkatkan biaya pemeliharaan. Data PC Checking Perangkat Komputer menunjukkan bahwa perangkat yang rusak sering kali tidak mendapatkan perawatan tepat waktu. Hal ini memperkuat kebutuhan akan sistem pemeliharaan yang lebih prediktif dan terjadwal.

Laboratorium komputer merupakan unit penting yang mendukung fungsi perguruan tinggi dalam pelayanan teknologi informasi, baik dari segi perangkat keras, perangkat lunak, maupun jaringan (Irsyad & Wiyaja, 2020).

Penelitian yang dilakukan oleh Zonta et al. (2020) menjelaskan bahwa konsep *predictive maintenance* menggunakan data historis, algoritma pembelajaran, serta teknologi untuk menganalisis dan memprediksi potensi kerusakan perangkat sebelum terjadi (Zonta, et al., 2020). Implementasi konsep ini di laboratorium dapat secara signifikan mengurangi downtime, meningkatkan efisiensi operasional, serta mengoptimalkan kinerja perangkat keras dan lunak.

Pengelolaan laboratorium yang baik mencakup kegiatan inventarisasi peralatan, penjadwalan penggunaan laboratorium, serta pemeliharaan berkala perangkat dan fasilitas pendukung. Namun, pendekatan manual dan kurangnya integrasi sistem sering kali menjadi hambatan dalam memastikan efektivitas pengelolaan laboratorium. Oleh karena itu, penerapan sistem berbasis AI menjadi solusi yang dapat diandalkan dalam mengatasi tantangan ini.

Menurut (Sodikin et al., 2024), penerapan metode *preventive maintenance* dan *predictive maintenance* secara bersamaan dapat meningkatkan efektivitas pemeliharaan dengan meminimalkan biaya dan mengurangi risiko kerusakan mendadak. *Preventive maintenance* bertujuan untuk menentukan jadwal perbaikan yang optimal, sementara *Predictive maintenance* memungkinkan deteksi dini gejala kerusakan menggunakan analisis data historis dan indikator kinerja perangkat.

Selain itu, (Alves & Ravetti, 2020) menekankan bahwa integrasi penjadwalan produksi dengan strategi pemeliharaan preventif dapat meminimalkan waktu henti (*downtime*) dan meningkatkan produktivitas operasional. Penggunaan algoritma optimasi seperti *Particle Swarm Optimization (PSO)* dan variannya telah terbukti efektif dalam merancang jadwal pemeliharaan yang dapat mengidentifikasi dan memprioritaskan perangkat yang memerlukan perhatian segera.

Penelitian ini bertujuan mengembangkan model penjadwalan pemeliharaan berbasis AI yang mampu memprediksi kebutuhan perbaikan, mengurangi waktu henti perangkat (*downtime*), dan meningkatkan efisiensi pengelolaan pemeliharaan laboratorium. Dengan demikian, diharapkan model yang dirancang dapat memberikan solusi efektif untuk mengatasi tantangan pemeliharaan perangkat komputer di laboratorium dan mendukung keberlangsungan kegiatan akademik dengan optimal.

Oleh karena itu, diperlukan sistem pemeliharaan yang lebih proaktif dan terjadwal untuk mengoptimalkan ketersediaan dan kinerja perangkat. Teknologi kecerdasan buatan (AI) menawarkan solusi efektif untuk merancang model penjadwalan pemeliharaan yang mampu memprediksi kebutuhan perbaikan berdasarkan data historis. Penelitian ini akan mengembangkan model penjadwalan pemeliharaan berbasis AI yang diharapkan mampu mengurangi waktu henti perangkat dan meningkatkan efisiensi dalam pengelolaan pemeliharaan laboratorium. Dengan memanfaatkan algoritma optimasi seperti *Particle Swarm Optimization (PSO)* atau variannya, model ini akan dirancang untuk mengidentifikasi dan memprioritaskan perangkat yang memerlukan pemeliharaan sehingga waktu dan sumber daya dapat dimanfaatkan secara optimal.

Penjadwalan pemeliharaan atau *scheduling maintenance* merupakan langkah penting untuk mengantisipasi kerusakan dan memastikan ketersediaan perangkat komputer dalam mendukung kegiatan akademik. Menurut Siregar, Kindangen, dan Palandeng (2022), preventive maintenance yang dilakukan secara berkala dapat mengurangi risiko kerusakan berat dan memperpanjang usia perangkat.

Dalam lingkungan industri, Patel et al. (2021) membuktikan bahwa penerapan sistem penjadwalan pemeliharaan berbasis *Machine Learning* mampu menurunkan downtime hingga 27% dalam waktu tiga bulan. Strategi serupa juga relevan di lingkungan pendidikan tinggi, mengingat intensitas penggunaan perangkat yang tinggi.

Zonta et al. (2020) menggarisbawahi pentingnya penjadwalan berbasis *real-time* untuk merespons perubahan kondisi perangkat secara adaptif. Sedangkan Alghofari et al. (2023) mengembangkan sistem penjadwalan berbasis web yang dinilai meningkatkan transparansi, efisiensi jadwal, dan mengurangi ketergantungan pada teknisi manual.

Dengan mengacu pada hasil-hasil penelitian tersebut, pengembangan sistem penjadwalan berbasis AI pada laboratorium komputer menjadi solusi yang relevan dan berdampak nyata dalam meningkatkan keandalan sistem teknologi pendidikan

Berdasarkan uraian Machine Learning di atas, dapat disimpulkan bahwa diperlukan solusi yang inovatif dalam bentuk model penjadwalan pemeliharaan berbasis Machine Learning untuk mengoptimalkan ketersediaan perangkat komputer di laboratorium. Penerapan algoritma Machine Learning seperti Particle Swarm Optimization (PSO) dan Improved Binary Particle Swarm Optimization (IBPSO) diharapkan mampu meningkatkan akurasi prediksi kebutuhan pemeliharaan, mengurangi downtime perangkat, serta mendukung kelancaran operasional kegiatan akademik.

Model awal penjadwalan pemeliharaan perangkat di laboratorium masih bersifat manual dan berbasis jadwal tetap. Sistem ini tidak mempertimbangkan kondisi aktual perangkat, sehingga sering kali terjadi keterlambatan dalam tindakan perbaikan. Melalui penelitian ini, dikembangkan sebuah model penjadwalan berbasis *Machine Learning* dan algoritma optimasi PSO dan IBPSO yang memungkinkan jadwal pemeliharaan dibuat secara otomatis, berbasis prediksi risiko kerusakan dari data historis perangkat. Model hasil pengembangan ini

diharapkan lebih adaptif, efisien, dan mampu mengurangi downtime secara signifikan.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana mengembangkan model penjadwalan pemeliharaan berbasis Machine Learning menggunakan algoritma PSO dan IBPSO untuk meningkatkan ketersediaan dan kinerja perangkat komputer di laboratorium Fakultas Rekayasa Industri Universitas Telkom?
2. Bagaimana sistem rekomendasi jadwal pemeliharaan laboratorium komputer dirancang dengan kombinasi algoritma klasifikasi Random Forest dan optimasi IBPSO?
3. Bagaimana efektivitas model penjadwalan pemeliharaan berbasis Machine Learning dalam meningkatkan ketersediaan perangkat, menurunkan downtime, serta menunjang keberlangsungan kegiatan akademik dan operasional laboratorium

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan permasalahan yang diidentifikasi, tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengembangkan model penjadwalan pemeliharaan berbasis Machine Learning menggunakan algoritma PSO dan IBPSO untuk meningkatkan ketersediaan dan kinerja perangkat komputer.
2. Mengukur dampak penerapan model Machine Learning dalam mengurangi downtime perangkat dan meningkatkan efisiensi pemeliharaan.
3. Mengevaluasi efektivitas model penjadwalan pemeliharaan berbasis Machine Learning dalam meningkatkan ketersediaan perangkat,

menurunkan downtime, serta menunjang keberlangsungan kegiatan akademik dan operasional laboratorium

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

Aspek Teoritis (Keilmuan):

1. Memberikan kontribusi terhadap literatur pengembangan model pemeliharaan berbasis Machine Learning.
2. Menambah wawasan penerapan algoritma PSO dan IBPSO dalam optimasi jadwal maintenance prediktif.

Aspek Praktis (Guna Laksana):

a) Bagi Institusi Pendidikan:

1. Membantu institusi pendidikan dalam mengurangi downtime laboratorium komputer.
2. Memberikan panduan implementasi sistem pemeliharaan berbasis Machine Learning untuk meningkatkan efisiensi operasional laboratorium komputer.

b) Bagi Pengelola Teknologi Informasi:

1. Memberikan panduan implementasi sistem pemeliharaan otomatis untuk meningkatkan efisiensi dan akurasi pengelolaan perangkat.
2. Mengurangi biaya pemeliharaan dengan pendekatan prediktif yang lebih terukur.

c) Bagi Masyarakat:

1. Memberikan wawasan kepada masyarakat mengenai pentingnya pemeliharaan prediktif perangkat komputer untuk memperpanjang masa pakai dan meningkatkan efisiensi penggunaannya.

1.6 Sistematika Penulisan

Untuk mempermudah pemahaman, sistematika penulisan dalam penelitian ini disusun sebagai berikut:

A. BAB I PENDAHULUAN

Bagian ini menjelaskan latar belakang mengenai pentingnya perancangan model *scheduling maintenance* berbasis Machine Learning, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat yang diharapkan, serta batasan penelitian yang menjadi fokus dalam studi ini.

B. BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas konsep dan teori yang berkaitan dengan *scheduling maintenance*, algoritma Machine Learning seperti *Particle Swarm Optimization* (PSO) dan *Improved Binary PSO* (IBPSO), serta kajian dari penelitian terdahulu yang relevan. Selain itu, disusun kerangka pemikiran yang mendasari penelitian ini.

C. BAB III METODE PENELITIAN

Bagian ini memaparkan metodologi penelitian yang meliputi jenis penelitian, operasionalisasi variabel, populasi dan sampel, teknik pengumpulan data, serta metode analisis data yang digunakan untuk mengembangkan dan menguji model yang diusulkan.

D. BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil implementasi model *scheduling maintenance* berbasis Machine Learning dipaparkan secara sistematis. Pembahasan difokuskan pada efektivitas algoritma PSO dan IBPSO dalam mengoptimalkan ketersediaan serta kinerja perangkat komputer laboratorium.

E. BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan disusun berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang menjawab rumusan masalah. Saran diberikan sebagai rekomendasi

penerapan model untuk pengelolaan pemeliharaan perangkat komputer di laboratorium secara optimal.