BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Mesin produksi yang berhenti beroperasi adalah masalah serius bagi setiap perusahaan manufaktur. Di kawasan industri Karawang yang menjadi tulang punggung produksi nasional, satu jam *downtime* dapat setara dengan kerugian ratusan jutaan rupiah. Ironisnya, penyebabnya sering kali bukan kerusakan besar, melainkan hal sederhana seperti kehabisan *spare part* di gudang. Inilah yang disebut masalah *stockout*, dan ia sama berbahayanya dengan kebalikannya yaitu *overstock*, di mana gudang penuh barang yang tidak pernah terpakai namun modal sudah terlanjur terpakai untuk membelinya.

Kondisi ini bukan sekadar teori. Data dari PT XYZ (nama disamarkan) menunjukkan fakta yang cukup mengejutkan: dari 2.026 item *spare part* yang tersimpan di gudang, hanya 844 item (41.7%) yang benar-benar pernah digunakan. Sisanya, 1.182 item (58.3%), tidak pernah bergerak sama sekali. Bahkan pernah terjadi mesin inspeksi terpaksa berhenti operasi hanya karena komponen *belt* yang dibutuhkan tidak tersedia, padahal gudang penuh dengan stok lain yang tidak terpakai. Meilani et al., (2024) mencatat bahwa biaya penyimpanan persediaan dapat mencapai 20–30% dari nilai barang per tahun, yang berarti penumpukan stok yang tidak tepat sasaran berimplikasi pada pemborosan biaya yang terus berjalan setiap harinya.

Berbagai penelitian sebelumnya sudah mencoba menjawab persoalan ini, namun masing-masing masih memiliki keterbatasan yang membuat celah penelitian tetap terbuka. Amalia et al., (2023) hanya sebatas mengklasifikasikan spare part tanpa merekomendasikan berapa stok yang seharusnya disiapkan. Kim et al., (2023) membangun sistem prediksi berbasis *machine learning* untuk produk ritel, tetapi tidak mempertimbangkan karakteristik keandalan mesin seperti MTBF (*Mean Time Between Failures*) yang sangat relevan di industri manufaktur. Hafidhoh et al., (2024) fokus mendeteksi kapan mesin akan rusak, bukan berapa stok yang perlu disiapkan. Yang paling signifikan: belum ada penelitian yang menggabungkan keduanya secara utuh dalam satu sistem terintegrasi yang langsung dapat

menentukan level stok optimal dengan mempertimbangkan pola kerusakan mesin dan lead time pengadaan.

Penelitian ini hadir untuk mengisi celah tersebut. Celah yang dimaksud adalah kebutuhan akan sebuah sistem terpadu yang menggabungkan tiga komponen penting: (1) pengklasifikasian *spare part* berbasis MTBF untuk memahami pola kerusakan setiap komponen, (2) pemodelan *machine learning* yang mampu memprediksi level stok minimum dan maksimum secara akurat menggunakan algoritma *Random Forest* yang telah terbukti handal dalam mengolah data kompleks Dudek, (2022), dan (3) implementasi dalam bentuk sistem website yang dapat diakses tim gudang. Sistem yang dibangun menggabungkan perhitungan MTBF dengan algoritma *Random Forest* untuk memprediksi level stok optimal, di mana Abidi et al., (2022) telah membuktikan bahwa pendekatan integrasi seperti ini mampu meningkatkan efisiensi pengelolaan *spare part* secara signifikan. Hasilnya akan ditampilkan dalam sistem berbasis website agar tim gudang dapat mengambil keputusan pemesanan secara cepat dan tepat berdasarkan data. Dengan sistem ini, PT XYZ diharapkan tidak lagi mengalami kekosongan komponen kritis pada saat yang genting, sekaligus tidak lagi mengalokasikan modal secara tidak produktif pada stok yang tidak pernah terpakai.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana mengklasifikasikan *spare part* berdasarkan pola pergerakan menggunakan nilai MTBF (*Mean Time Between Failures*) dengan *threshold* yang dihitung secara otomatis dari data historis pemakaian?
2. Bagaimana membangun model prediksi berbasis *Random Forest* untuk menentukan level stok minimum dan maksimum dengan mempertimbangkan *lead time* aktual dari data historis pemesanan?
3. Bagaimana menerapkan sistem website yang mampu menampilkan rekomendasi pemesanan *spare part* dengan fitur penjadwalan berbasis kalender untuk pencegahan *overstock* dan *understock*?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan spesifik yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah:

1. Mengklasifikasikan *spare part* ke dalam kategori *fast-moving*, *medium-moving*, *slow-moving*, dan *non-moving* menggunakan nilai MTBF dengan *threshold* otomatis berbasis metode *percentile* dari distribusi data aktual.
2. Membangun model *machine learning* menggunakan algoritma *Random Forest* untuk memprediksi level stok minimum dan maksimum secara akurat, dengan mengintegrasikan nilai *lead time* yang dihitung langsung dari data historis *Purchase Order*.
3. Menerapkan sistem sistem website yang menampilkan visualisasi data persediaan, kalender penjadwalan pemesanan, serta rekomendasi pemesanan otomatis guna mencegah *overstock* dan *stockout* di PT XYZ.

1.4 Manfaat

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Manfaat Teoretis: Memberikan kontribusi pada pengembangan ilmu pengetahuan di bidang *Data Science* dan Teknik Informatika, khususnya dalam penerapan integrasi metode analisis keandalan mesin (MTBF) dengan algoritma *machine learning* (Random Forest) untuk optimasi manajemen persediaan *spare part* industri manufaktur.
2. Manfaat Praktis bagi Perusahaan: Membantu tim gudang dan manajemen PT XYZ dalam mengambil keputusan pemesanan *spare part* secara lebih cepat, objektif, dan berbasis data, sehingga dapat meminimalkan risiko *downtime* akibat kehabisan komponen kritis sekaligus mengurangi pemborosan modal pada stok yang tidak produktif.
3. Manfaat bagi Penelitian Selanjutnya: Menjadi referensi dan fondasi bagi peneliti lain yang ingin mengembangkan sistem serupa, baik dengan memperluas cakupan industri, menambahkan variabel seperti harga komponen atau tingkat kekritisan mesin, maupun dengan mengeksplorasi algoritma prediksi alternatif yang lebih canggih.