BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Pustaka

Tugas akhir yang dilakukan adalah untuk meminimalkan tingkat *downtime* mesin yang beroperasi selama 24 jam penuh dengan melakukan pendekatan manajemen *stock* pada *sparepart* dan laporan kerusakan mesin yang terstruktur. Kata kunci pada yang digunakan dalam pencarian diantaranya sistem pendukung pemeliharaan mesin, sistem pelaporan kerusakan, sistem manajemen persediaan suku cadang, *downtime*, kapasitas produksi. Penulis melakukan pencarian sesuai dengan kata kunci yang dapat mendukung perancangan dengan mengelompokkannya berdasarkan permasalahan, objek, solusi dan metode yang diberikan. Penelitian dan informasi yang telah dilakukan oleh terdahulu diperlukan untuk melihat dan mengklasifikasikan kesesuaian *downtime* mesin dengan alternatif metode dan solusi yang akan digunakan pada *project* sebagai referensi dan acuan untuk dikembangkan.

2.1.1 Keterlambatan Pelaporan Mesin

Penelitian yang dilakukan oleh Apriliah et al. (2022) membahas masalah terkait layanan pemeliharaan yang masih dijalankan dengan cara manual di sebuah perusahaan. Fokus utama dari studi ini adalah bagaimana merancang sistem informasi untuk layanan pemeliharaan yang dapat mempercepat proses pengolahan data, pencarian informasi, pembuatan laporan, serta penyimpanan dalam format digital. Permasalahan yang ditemukan adalah pencatatan yang masih mengandalkan dokumen manual, sehingga sering terjadi keterlambatan, kesalahan dalam pencatatan, dan kesulitan dalam mendapatkan informasi.

Solusi yang ditawarkan adalah dengan membuat aplikasi berbasis web untuk layanan pemeliharaan menggunakan metode *Rapid Application Development* (RAD). Metode RAD dipilih karena mampu mempercepat proses pengembangan sistem melalui tahapan *Requirement Planning*, *Workshop Desain* RAD, dan Implementasi. Peralatan yang digunakan dalam perancangan sistem termasuk *Entity Relationship Diagram* (ERD) serta pengujian dengan pendekatan *black box testing*. Hasil dari perancangan ini menunjukkan bahwa sistem tersebut dapat menyederhanakan pengelolaan data

pemeliharaan, mempercepat pembuatan laporan, memudahkan pencarian informasi, serta meningkatkan efisiensi dalam pengarsipan digital.

Penelitian yang dilakukan oleh Putra et al. (2024) membahas permasalahan rendahnya efektivitas *preventive maintenance* karena proses *daily check* mesin masih dilakukan secara manual. Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana merancang aplikasi *machine daily check* berbasis web yang mampu meningkatkan kedisiplinan inspeksi mesin, mengurangi *downtime*, dan mendukung kegiatan *preventive maintenance* secara *real-time.* Akar masalah yang ditemukan yaitu keterlambatan pencatatan, kesulitan dalam monitoring hasil inspeksi, serta tidak tersedianya data mesin secara *real-time.*

Solusi yang ditawarkan adalah merancang aplikasi *machine daily check* berbasis web menggunakan metode *Rapid Application Development* (RAD). Metode RAD dipilih karena memiliki waktu pengembangan yang lebih cepat, biaya yang lebih rendah, dan fleksibel terhadap perubahan kebutuhan pengguna. *Tools* yang digunakan dalam penelitian ini meliputi *flowchart*, UML, *database*, serta pengembangan aplikasi berbasis web. Hasil perancangan menunjukkan bahwa sistem mampu meningkatkan disiplin pemeriksaan mesin, menurunkan frekuensi *downtime*, mengurangi biaya perbaikan, serta meningkatkan pencapaian target produksi.

Penelitian yang dilakukan oleh Edho et al. (2023) membahas permasalahan *downtime* mesin dan lambatnya pelaporan *corrective maintenance* di perusahaan. Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana merancang sistem terpusat untuk asset maintenance dan pelaporan *downtime* berbasis web agar proses *maintenance* menjadi lebih cepat dan efisien. Akar masalah yang ditemukan yaitu proses pelaporan masih dilakukan secara manual, pencarian spare part memerlukan waktu lama, serta sering terjadi kesalahan pencatatan data maintenance.

Solusi yang ditawarkan adalah merancang sistem asset *maintenance* dan *downtime reporting* berbasis web menggunakan metode *Waterfall.* Metode *Waterfall* dipilih karena kebutuhan sistem telah jelas sejak awal dan proses pengembangannya dilakukan secara berurutan. Tools yang digunakan dalam penelitian ini meliputi UML Diagram, *Entity Relationship Diagram* (ERD), *Java, ReactJS, REST API, black box testing,* dan *User Acceptance Testing* (UAT). Hasil perancangan menunjukkan bahwa

sistem mampu mempercepat proses *corrective maintenance*, mengurangi waktu pencarian *sparepart,* menurunkan kesalahan pencatatan data, dan meningkatkan efisiensi operasional perusahaan.

Menurut Abrahamsson et al. (2017), metode *Agile* merupakan pendekatan pengembangan perangkat lunak yang berfokus pada fleksibilitas, kolaborasi tim, dan kemampuan beradaptasi terhadap perubahan kebutuhan pengguna selama proses pengembangan berlangsung. Pendekatan ini memungkinkan pengembang melakukan perbaikan sistem secara bertahap melalui iterasi singkat sehingga aplikasi dapat dikembangkan lebih cepat dibanding metode tradisional.

Selain itu, penelitian tersebut menjelaskan bahwa *Agile* sangat cocok digunakan pada pengembangan sistem yang membutuhkan komunikasi aktif dengan pengguna. Dengan adanya evaluasi secara berkala, kualitas aplikasi dapat meningkat karena setiap perubahan kebutuhan dapat segera diterapkan pada iterasi berikutnya.

Febriani et al. (2023) menjelaskan bahwa metode prototipe digunakan untuk membantu pengembang memahami kebutuhan pengguna melalui pembuatan rancangan awal sistem sebelum aplikasi final dikembangkan. Prototipe memungkinkan pengguna memberikan masukan secara langsung terhadap tampilan maupun fungsi aplikasi sehingga kesalahan perancangan dapat diminimalkan sejak awal.

Penelitian tersebut juga menyatakan bahwa metode prototipe mampu meningkatkan efektivitas komunikasi antara pengguna dan pengembang sistem. Pengguna dapat melihat bentuk awal aplikasi secara nyata sehingga kebutuhan sistem lebih mudah dipahami.

Luo et al. (2021) menyatakan bahwa *low-code development* merupakan pendekatan pengembangan aplikasi yang memungkinkan pembuatan sistem dengan sedikit penulisan kode pemrograman. Pendekatan ini membantu mempercepat proses pengembangan aplikasi dan memudahkan pengguna *non-programmer* dalam membangun sistem informasi.

Penelitian tersebut juga menjelaskan bahwa *platform low-code* memberikan kemudahan dalam integrasi data, otomatisasi proses bisnis, dan pengembangan aplikasi berbasis *cloud*. Dengan fitur *visual development*, proses pembuatan *platform*

low-code menjadi lebih cepat dan efisien dibandingkan metode pengembangan konvensional.

2.1.2 Ketidaktersediaan Suku Cadang

Onsu et al. (2024) menjelaskan bahwa pengelolaan persediaan bahan baku memiliki peran penting dalam mendukung efisiensi biaya pada perusahaan manufaktur. Persediaan yang tidak dikendalikan dengan baik dapat menimbulkan peningkatan biaya, baik dari sisi penyimpanan maupun pemesanan, sehingga perusahaan perlu menentukan jumlah persediaan yang tepat agar kegiatan produksi tetap berjalan lancar.

Dalam penelitian tersebut juga dijelaskan bahwa metode *Economic Order Quantity* (EOQ) dapat digunakan untuk menentukan jumlah pemesanan bahan baku yang paling ekonomis dengan mempertimbangkan keseimbangan antara biaya pemesanan dan biaya penyimpanan. Penerapan metode EOQ dinilai mampu menekan total biaya persediaan, mengurangi intensitas pemesanan, serta membuat pengelolaan bahan baku menjadi lebih efektif dibandingkan metode konvensional.

Masengi dan Palandeng (2023) mengemukakan bahwa pengelolaan persediaan bahan baku menjadi salah satu aspek penting dalam mendukung kelancaran aktivitas produksi serta pemenuhan kebutuhan konsumen. Persediaan yang tidak dikendalikan secara tepat berpotensi menimbulkan kelebihan maupun kekurangan stok yang pada akhirnya dapat meningkatkan biaya persediaan perusahaan. Oleh sebab itu, perusahaan perlu menerapkan pengendalian persediaan yang efektif agar biaya operasional dapat ditekan dan proses produksi tetap berjalan dengan baik.

Penelitian tersebut juga menjelaskan bahwa metode *Economic Order Quantity* (EOQ) dapat digunakan sebagai pendekatan untuk menentukan jumlah pemesanan bahan baku yang optimal dan ekonomis. Dengan penerapan metode EOQ, perusahaan dapat mengurangi intensitas pemesanan, menurunkan total biaya persediaan, serta menentukan *safety stock* dan *reorder point* secara lebih tepat untuk mencegah terjadinya kekurangan persediaan saat proses produksi berlangsung.

Willy Harianto et al. (2022) mengemukakan bahwa sistem pengendalian persediaan yang belum terorganisasi dengan baik dapat memicu terjadinya kelebihan maupun

kekurangan stok yang berdampak pada meningkatnya biaya perusahaan. Kondisi *overstock* dapat menyebabkan kapasitas gudang menjadi penuh dan menghambat pengelolaan keuangan, sedangkan *stockout* dapat mengakibatkan permintaan pelanggan tidak terpenuhi. Oleh sebab itu, perusahaan perlu menerapkan perencanaan persediaan yang tepat agar aktivitas operasional dapat berlangsung secara lebih efektif dan efisien.

Dalam penelitian tersebut juga dijelaskan bahwa metode *Fixed Order Quantity* (FOQ) atau model Q serta *Fixed Time Period* (FTP) atau model P dapat dimanfaatkan untuk menentukan kebijakan persediaan yang optimal. Model Q digunakan untuk menetapkan jumlah pemesanan yang ekonomis berdasarkan titik pemesanan kembali, sedangkan model P berfokus pada penentuan interval waktu pemesanan agar ketersediaan stok tetap terjaga dan risiko kehabisan persediaan dapat dikurangi.

Sutoni dan Juandi (2017) menyatakan bahwa pengelolaan persediaan bahan baku yang tidak memperhitungkan ketidakpastian permintaan dapat menimbulkan ketidakseimbangan jumlah stok, baik dalam bentuk kelebihan maupun kekurangan. Situasi tersebut dapat berdampak pada peningkatan biaya persediaan, khususnya yang berkaitan dengan biaya penyimpanan serta risiko terganggunya proses produksi akibat tidak tersedianya bahan baku. Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem pengendalian persediaan yang mampu menyesuaikan dengan fluktuasi permintaan agar kegiatan operasional perusahaan dapat berjalan lebih optimal dan efisien.

Lebih lanjut, penelitian tersebut menjelaskan bahwa metode *Fixed Order Quantity* (FOQ) atau model Q dengan pendekatan probabilistik dapat diterapkan untuk menentukan kebijakan persediaan yang efektif, terutama dalam kondisi *backorder*, yaitu ketika kekurangan stok masih dapat ditoleransi oleh pelanggan. Model Q digunakan untuk menetapkan jumlah pemesanan yang ekonomis sekaligus menentukan titik pemesanan kembali dengan mempertimbangkan rata-rata kebutuhan serta variasi permintaan selama *lead time*. Selain itu, penggunaan analisis seperti klasifikasi ABC dan pengujian distribusi permintaan menjadi langkah penting dalam mendukung perencanaan persediaan, sehingga total biaya dapat ditekan dan tingkat pelayanan terhadap pelanggan tetap terjaga.

Fitri et al. (2021) mengemukakan bahwa pengelolaan persediaan yang tidak dilakukan secara terencana dapat menimbulkan ketidaksesuaian jumlah stok, baik berupa kelebihan maupun kekurangan. Hal tersebut berimplikasi pada meningkatnya biaya operasional perusahaan, terutama yang berkaitan dengan biaya penyimpanan, serta dapat menghambat kelancaran proses produksi atau distribusi ketika barang tidak tersedia pada saat dibutuhkan. Oleh sebab itu, dibutuhkan suatu pendekatan yang mampu mendukung perencanaan dan pengendalian persediaan agar berjalan lebih efektif dan efisien.

Selain itu, penelitian tersebut menjelaskan bahwa simulasi *Monte Carlo* dapat dimanfaatkan sebagai metode untuk memperkirakan kebutuhan persediaan dengan mempertimbangkan unsur ketidakpastian permintaan. Melalui pendekatan ini, perusahaan dapat mensimulasikan berbagai kemungkinan kondisi permintaan di masa depan sehingga kebijakan terkait jumlah dan waktu pemesanan dapat ditentukan secara lebih tepat. Dengan penerapan metode tersebut, diharapkan perusahaan mampu menekan total biaya persediaan sekaligus meningkatkan kualitas pelayanan kepada pelanggan.

Rachmawati dan Lentari (2022) mengemukakan bahwa persediaan merupakan aset perusahaan yang berperan penting dalam menjaga kelancaran aktivitas produksi. Akan tetapi, pengelolaan persediaan yang tidak dirancang dengan baik dapat menimbulkan berbagai permasalahan, seperti terjadinya kelebihan persediaan (*overstock*) maupun kekurangan persediaan (*stockout*). Situasi ini berpotensi meningkatkan biaya penyimpanan, memperbesar risiko kerusakan barang, serta menghambat proses produksi akibat tidak tersedianya bahan baku pada saat diperlukan. Oleh karena itu, dibutuhkan suatu sistem pengendalian persediaan yang mampu menyesuaikan dengan fluktuasi permintaan agar kegiatan operasional perusahaan dapat berlangsung secara lebih optimal.

Selanjutnya, penelitian tersebut menjelaskan bahwa metode *Min-Max* dapat diterapkan sebagai salah satu pendekatan dalam menentukan kebijakan pengendalian persediaan dengan menetapkan batas minimum dan maksimum stok. Dalam penerapannya, metode ini melibatkan beberapa komponen perhitungan seperti *safety stock*, *minimum stock*, *maximum stock*, jumlah pemesanan, serta titik

pemesanan kembali (*reorder point*). Dengan penggunaan metode ini, perusahaan dapat mengelola persediaan secara lebih sistematis sehingga risiko kekurangan maupun kelebihan stok dapat diminimalkan, sekaligus meningkatkan efisiensi biaya persediaan secara keseluruhan.

Tabel 2.1 Ringkasan Tinjauan Pustaka

Identitas Pustaka	Objek	Masalah	Metode	Hasil penelitian
Apriliah et al. (2022)	Sistem informasi pelayanan jasa *maintenance* di PT Dwi Tirtamas Teknik Karawang	Proses pelayanan masih manual sehingga terjadi keterlambatan, kesalahan pencatatan, dan kesulitan pencarian data	*Rapid Application Development (RAD)*	SDLC unggul dalam dokumentasi dan pengendalian kualitas serta efektif untuk *project* dengan kebutuhan yang relatif stabil
Putra et al. (2024)	Aplikasi *machine daily check* untuk *preventive maintenance* di PT. Trimitra Chitrahasta	Proses inspeksi mesin masih manual, keterlambatan pencatatan, dan tidak tersedia data *real-time*	*Rapid Application Development (RAD)*	SDLC membantu pengembangan sistem yang terencana, terdokumentasi, dan mendukung pemeliharaan jangka panjang
Edho et al. (2023)	Sistem asset maintenance dan pelaporan *downtime* pada PT XYZ *Manufacturing*	Pelaporan *downtime* masih manual, pencarian *sparepart* lama, dan sering terjadi kesalahan pencatatan	*Waterfall*	Penerapan SDLC secara disiplin meningkatkan kualitas sistem dan menurunkan tingkat kegagalan *project*

Tabel 2.1 Ringkasan Tinjauan Pustaka (lanjutan)

Identitas Pustaka	Objek	Masalah	Metode	Hasil penelitian
Abrahamsson et al. (2017)	Pengembangan perangkat lunak berbasis *Agile* di *VTT Technical Research Centre of Finland*, Espoo, Finland	Perubahan kebutuhan pengguna yang cepat menyebabkan sistem sulit dikembangkan menggunakan metode tradisional	*Agile*	Metode *Agile* mampu meningkatkan fleksibilitas pengembangan sistem, mempercepat proses iterasi, dan meningkatkan kolaborasi antara pengguna dan pengembang
Febriani et al. (2023)	Perancangan UI/UX sistem informasi layanan administrasi di Universitas Bina Darma, Palembang	Kebutuhan pengguna sulit dipahami pada tahap awal pengembangan sistem	*Prototype*	Metode Prototipe membantu pengembang memahami kebutuhan pengguna melalui evaluasi prototipe secara berulang sehingga sistem lebih sesuai dengan kebutuhan pengguna

Tabel 2.1 Ringkasan Tinjauan Pustaka (lanjutan)

Identitas Pustaka	Objek	Masalah	Metode	Hasil penelitian
Luo et al. (2021)	Pengembangan aplikasi berbasis *low-code* komunitas *developer* pada *Stack Overflow* dan *Reddit*	Pengembangan aplikasi konvensional membutuhkan Waktu dan kemampuan *coding*	*Low-Code Development*	Platform *low-code* mempercepat pengembangan aplikasi, mempermudah integrasi data, dan memungkinkan pengguna *non-programmer* membangun aplikasi
Theresiana Gunawan Onsu et al. (2024)	Sistem persediaan bahan baku *caustic soda* pada perusahaan manufaktur PT. Motto Suralindo Chemika	Pengendalian persediaan belum optimal sehingga biaya persediaan tinggi dan berisiko terjadi *stockout.*	*Economic Order Quantity (EOQ), Safety Stock,* dan *Reorder Point (ROP).*	Penerapan EOQ mampu menekan total biaya persediaan dan meningkatkan efisiensi pengendalian stok

Tabel 2.1 Ringkasan Tinjauan Pustaka (lanjutan)

Identitas Pustaka	Objek	Masalah	Metode	Hasil penelitian
Titania Fransiska Masengi et al. (2023)	Sistem persediaan bahan baku pada Toko Roti Acong	Pengendalian persediaan belum optimal sehingga sering terjadi kelebihan atau kekurangan stok bahan baku.	*Economic Order Quantity (EOQ), Safety Stock,* dan *Reorder Point (ROP).*	Penerapan metode EOQ mampu menurunkan biaya persediaan dan membuat pengendalian stok lebih efisien.
Willy Harianto et al. (2022)	Sistem persediaan produk cat mobil pada PT. XYZ, perusahaan distribusi produk otomotif *body repair*	Perencanaan persediaan belum terstruktur sehingga sering terjadi *stockout* maupun *overstock*.	Analisis ABC, *Fixed Order Quantity* (Model Q), dan *Fixed Time Period* (Model P).	Model Q mampu meminimasi biaya persediaan dengan penghematan hingga 44,46% dibandingkan kebijakan perusahaan sebelumnya.

Tabel 2.1 Ringkasan Tinjauan Pustaka (lanjutan)

Identitas Pustaka	Objek	Masalah	Metode	Hasil penelitian
Akhmad Sutoni et al. (2017)	Sistem persediaan bahan baku pada PT. Pamindo Tiga T	Ketidakpastian permintaan menyebabkan perusahaan sering mengalami kelebihan maupun kekurangan stok bahan baku	*Fixed Reorder Quantity* (Model Q) dan Analisis ABC	Metode Q menghasilkan total biaya persediaan tahunan minimum sebesar Rp 160.369.923,31 dengan kuantitas dan titik pemesanan yang optimal sehingga sistem pengadaan menjadi lebih teratur.
Fitri et al. (2021)	Sistem persediaan komoditi sayur organik (timun dan tomat) pada PT Masada Organik Indonesia	Permintaan pelanggan yang fluktuatif menyebabkan persediaan tidak terkontrol sehingga sering terjadi *stock out* maupun *over stock*	Simulasi *Monte Carlo*	Simulasi Monte Carlo mampu menekan biaya persediaan dari Rp280.587.815 menjadi Rp274.305.472, menghasilkan penghematan sebesar 2,239%

Tabel 2.1 Ringkasan Tinjauan Pustaka (lanjutan)

Identitas Pustaka	Objek	Masalah	Metode	Hasil penelitian
Nur Layli Rachmawati et al. (2022)	Sistem persediaan bahan pada perusahaan manufaktur *spare parts* LPG	Fluktuasi permintaan menyebabkan pengendalian persediaan belum terencana dengan baik sehingga sering terjadi *stockout* maupun *overstock*	*Metode Min-Max* dengan perhitungan *Safety Stock, Minimum Stock, Maximum Stock, Order Quantity,* dan *Reorder Point*	Metode *Min-Max* mampu mengurangi *overstock O-Ring* sebesar 33,9 kali dari kondisi eksisting dan memperbaiki rasio *stockout Diagramm Retainer* sebesar 56,85%

2.1.3. Pelaporan Kerusakan Mesin

Beberapa studi terdahulu telah mengkaji pengembangan sistem informasi dan aplikasi perawatan mesin dengan beragam pendekatan. Aprilliah et al. (2022) membangun sistem informasi layanan jasa *maintenance* berbasis metode *Rapid Application Development* (RAD) sebagai solusi atas proses pelayanan yang masih bersifat manual. Putra et al. (2024) merancang aplikasi pengecekan harian mesin untuk keperluan *preventive maintenance* guna mendukung proses inspeksi dan pencatatan kondisi mesin secara digital. Sementara itu, Edho et al. (2023) mengembangkan sistem pengelolaan aset dan pelaporan *downtime* menggunakan metode *Waterfall* untuk memperbaiki manajemen data perawatan dan dokumentasi kerusakan mesin. Dari sisi metodologi, Abrahamsson et al. (2017) memaparkan bahwa pendekatan *Agile* mampu meningkatkan adaptabilitas dalam pengembangan perangkat lunak, sementara Febriani et al. (2023) membuktikan bahwa metode prototipe berkontribusi dalam memahami kebutuhan pengguna melalui proses evaluasi sistem yang bersifat iteratif. Lebih lanjut, Luo et al. (2021) mengungkapkan bahwa *platform low-code* berpotensi memangkas waktu pengembangan aplikasi dengan alur kerja yang lebih ringkas dan efisien.

Meski demikian, masih terdapat gap penelitian yang belum banyak disentuh, yakni perancangan sistem pelaporan kerusakan mesin yang benar-benar terintegrasi dengan kebutuhan operasional spesifik pabrik kelapa sawit, terutama dalam hal kecepatan penyampaian laporan kerusakan, pemantauan tindak lanjut perbaikan, serta pengelolaan informasi mesin secara *real-time*. Mayoritas penelitian sebelumnya cenderung berfokus pada pengembangan sistem *maintenance* secara umum dan belum secara khusus menitikberatkan pada proses pelaporan kerusakan yang sederhana, responsif, dan ramah pengguna bagi operator di lapangan.

Penulisan berfokus menjawab kesenjangan melalui perancangan sistem informasi pelaporan kerusakan mesin berbasis *AppSheet* pada lingkungan pabrik kelapa sawit. Fokus kajian tidak sebatas pada digitalisasi dokumen kerusakan, melainkan juga mencakup percepatan alur komunikasi antara operator dan teknisi, kemudahan dalam memantau status perbaikan, penyimpanan data kerusakan yang baik. Keunggulan penulisan terletak pada pemanfaatan *platform Appsheet* yang relatif mudah dikembangkan, pendekatan perancangan yang fleksibel sesuai kebutuhan pengguna,

sehingga lebih praktis dan berpotensi menekan risiko *downtime* mesin jika dikaitkan dengan peneliti terdahulu.

2.1.4. Manajemen Persediaan Suku Cadang

Sejumlah penelitian sebelumnya telah membahas pengendalian persediaan dengan menggunakan berbagai pendekatan. Masengi et al. (2023) dan Onsu et al. (2024) menerapkan metode EOQ, *Safety Stock*, serta *Reorder Point* dalam pengelolaan bahan baku pada industri manufaktur dan usaha roti, dengan tujuan utama meningkatkan efisiensi biaya persediaan. Selanjutnya, Harianto et al. (2022) menggunakan Model Q dan Model P pada pengendalian persediaan cat mobil, sedangkan Sutoni et al. (2017) mengaplikasikan *Fixed Reorder Quantity* (Model Q) pada perusahaan manufaktur dengan sistem *make to order*. Di sisi lain, Fitri et al. (2021) memanfaatkan pendekatan simulasi *Monte Carlo* dalam pengelolaan persediaan sayuran organik, sementara Rachmawati et al. (2022) menggunakan metode *Min-Max* untuk mengendalikan persediaan suku cadang LPG.

Namun demikian, masih terdapat celah penelitian yang belum banyak mendapat perhatian, yaitu pengendalian persediaan suku cadang yang secara khusus mempertimbangkan risiko *downtime* mesin akibat ketidaktersediaan komponen. Sebagian besar studi sebelumnya lebih menitikberatkan pada upaya minimasi biaya persediaan tanpa mengaitkannya secara langsung dengan dampak operasional berupa terhentinya proses produksi.

Tugas akhir ini bertujuan untuk mengisi kekosongan tersebut dengan mengintegrasikan pendekatan simulasi dalam pengelolaan persediaan suku cadang pada industri pabrik kelapa sawit. Fokus utama tugas akhir tidak hanya pada efisiensi biaya, tetapi juga pada upaya mengurangi risiko *downtime* yang dapat menyebabkan kerugian produksi. Keunggulan tugas akhir ini terletak pada kombinasi penggunaan metode simulasi, konteks industri yang spesifik, serta orientasi pada peningkatan keandalan operasional (*operational reliability*), sehingga memberikan kontribusi yang lebih aplikatif dan kontekstual dibandingkan tugas akhir terdahulu.

2.2 Dasar Teori

Dasar teori disusun sebagai landasan tugas akhir yang mendukung analisis permasalahan serta perancangan solusi dalam tugas akhir ini. Pembahasan teori

difokuskan pada konsep topik yang didapatkan yaitu tingginya tingkat *downtime* pada mesin. Mata kuliah yang dirujuk Manajemen Rantai Pasok, *Inventory System*, Proses Bisnis dan Sistem Informasi sistem, dalam mendukung kegiatan pemeliharaan di pabrik kelapa sawit.PTPN IV Regional II Bah Jambi.

2.2.1 Sistem Produksi Pabrik Kelapa Sawit

Sistem produksi pabrik kelapa sawit merupakan rangkaian aktivitas terintegrasi yang bertujuan mengolah tandan buah segar (TBS) menjadi *crude palm oil* (CPO) dan kernel. Proses produksi berlangsung secara kontinu dan melibatkan berbagai stasiun kerja yang saling bergantung, mulai dari penerimaan bahan baku, perebusan, penebahan, pengepresan, klarifikasi minyak, pengolahan biji, hingga pengolahan limbah. Setiap stasiun memiliki peran penting dalam menjaga kualitas dan kuantitas *output*, sehingga gangguan pada satu stasiun dapat berdampak pada keseluruhan sistem produksi.

Karakteristik utama sistem produksi pabrik kelapa sawit adalah operasi selama 24 jam dan ketergantungan tinggi terhadap keandalan mesin. Oleh karena itu, stabilitas operasional sangat dipengaruhi oleh efektivitas sistem pemeliharaan yang diterapkan.

2.2.2 Konsep Pemeliharaan Mesin

Konsep pemeliharaan mesin (*maintenance*) merupakan serangkaian aktivitas yang dilakukan untuk menjaga kondisi mesin agar tetap dapat beroperasi secara optimal serta mencegah terjadinya kerusakan yang dapat mengganggu proses produksi. Bhupesh et al. (2016) dalam buku *Machine Tool Reliability* menjelaskan bahwa *maintenance* memiliki peranan penting dalam meningkatkan *reliability* mesin dan menjaga keberlangsungan sistem produksi. Melalui *maintenance* yang baik, perusahaan dapat mengurangi risiko kegagalan mesin, meminimalkan *downtime*, serta meningkatkan kualitas dan efisiensi proses produksi.

Selain itu, Bhupesh et al. (2016) juga menyatakan bahwa *maintenance* tidak hanya berfokus pada tindakan perbaikan setelah kerusakan terjadi, tetapi juga mencakup upaya pencegahan dan prediksi kerusakan mesin. Secara umum, *maintenance* terdiri dari beberapa jenis, yaitu *corrective maintenance*, *preventive maintenance*, dan *predictive maintenance*. *Corrective maintenance* merupakan perawatan yang

dilakukan setelah mesin mengalami kerusakan untuk mengembalikan fungsi mesin seperti semula. *Preventive maintenance* adalah perawatan yang dilakukan secara berkala dan terjadwal untuk mencegah terjadinya kerusakan mesin. Sementara itu, *predictive maintenance* merupakan perawatan yang dilakukan berdasarkan kondisi aktual mesin melalui pemantauan dan analisis performa mesin untuk memprediksi potensi kerusakan sebelum terjadi kegagalan.

Dengan penerapan strategi *maintenance* yang tepat, perusahaan dapat menjaga kondisi mesin tetap optimal, memperpanjang umur pakai komponen, mengurangi *unplanned downtime*, serta meningkatkan efisiensi operasional secara keseluruhan. Oleh karena itu, *maintenance* menjadi bagian penting dalam sistem manajemen produksi karena berpengaruh langsung terhadap produktivitas, *availability* mesin, dan kontinuitas proses produksi.

2.2.3 *Downtime* Mesin

Downtime merupakan keadaan ketika mesin atau peralatan produksi berhenti beroperasi akibat kerusakan, gangguan sistem, ataupun proses perawatan sehingga aktivitas produksi tidak dapat berlangsung secara normal. Dalam buku *Machine Tool Reliability*, Bhupesh et al. (2016) menjelaskan bahwa *downtime* dapat memberikan dampak negatif bagi perusahaan, seperti menurunnya produktivitas, terhambatnya proses produksi, meningkatnya biaya operasional, serta menurunnya kualitas produk yang dihasilkan. Oleh karena itu, *downtime* menjadi salah satu parameter penting dalam mengukur tingkat keandalan (*reliability*) mesin maupun sistem produksi.

Lebih lanjut, Bhupesh et al. (2016) menyebutkan bahwa *downtime* berkaitan erat dengan kegiatan *maintenance*. Penerapan *maintenance* yang kurang efektif dapat menyebabkan frekuensi kerusakan mesin meningkat dan memicu terjadinya *unplanned downti*me yang menghambat kelancaran proses produksi. Untuk meminimalkan kondisi tersebut, perusahaan perlu menerapkan strategi *maintenance* yang sesuai, seperti *preventive maintenance* dan penjadwalan perawatan secara berkala, sehingga kondisi mesin tetap terjaga dan risiko kegagalan komponen dapat ditekan. Dengan *maintenance* yang baik, perusahaan dapat meningkatkan *reliability* mesin, menjaga kesinambungan proses produksi, serta meningkatkan efisiensi operasional secara menyeluruh.

2.2.4 Manajemen Persediaan Suku Cadang

Manajemen persediaan suku cadang merupakan aspek krusial dalam pengelolaan rantai pasok yang berperan dalam menjamin ketersediaan komponen untuk menunjang kegiatan operasional dan pemeliharaan. Chopra dan Meindl (2016) menyatakan bahwa manajemen persediaan melibatkan berbagai keputusan, seperti penentuan jumlah stok, penjadwalan pemesanan, serta pengendalian aliran barang dalam sistem rantai pasok. Dalam pengelolaan suku cadang, tingkat kompleksitas cenderung lebih tinggi karena pola permintaan yang tidak menentu dan sulit diprediksi. Oleh sebab itu, perusahaan harus mampu menyeimbangkan antara ketersediaan stok dan biaya penyimpanan agar tetap efisien.

Selain itu, Chopra dan Meindl (2016) juga menjelaskan bahwa tujuan utama dari manajemen persediaan adalah untuk mencapai tingkat layanan yang optimal dengan biaya yang terkendali. Dalam konteks ini, pengelolaan persediaan suku cadang perlu mempertimbangkan beberapa faktor penting, seperti fluktuasi permintaan, waktu tunggu pengadaan, serta potensi terjadinya kehabisan stok. Apabila dikelola dengan baik, persediaan suku cadang dapat mendukung kelangsungan operasional, mengurangi waktu henti *(downtime),* dan meningkatkan efisiensi kinerja sistem secara menyeluruh.

2.2.5 Model Persediaan

Menurut Chopra dan Meindl (2016), menyebutkan bahwa model persediaan memiliki dua jenis model, sebagai berikut.

a. Model Deterministik

   Menurut Chopra dan Meindl (2016), model deterministik merupakan pendekatan yang digunakan ketika variabel-variabel penting seperti permintaan *(demand)* dan waktu tunggu *(lead time)* dapat dipastikan nilainya. Pendekatan ini sering dimanfaatkan untuk mempermudah proses perencanaan serta menjadi dasar dalam penentuan kebijakan persediaan. Dalam kondisi ini, perusahaan dapat menetapkan jumlah dan waktu pemesanan secara sistematis karena tidak dipengaruhi oleh ketidakpastian. Model deterministik terdiri atas dua jenis, yaitu model statis yang mengasumsikan tingkat permintaan konstan di setiap periode,

serta model dinamis yang memperbolehkan adanya perubahan permintaan antar periode meskipun nilainya telah diketahui sebelumnya.

b. Model Probabilistik

Chopra dan Meindl (2016) menjelaskan bahwa dalam kenyataannya, pengelolaan rantai pasok seringkali dihadapkan pada kondisi yang tidak pasti, terutama terkait fluktuasi permintaan dan variasi waktu tunggu. Untuk mengatasi hal tersebut, digunakan model probabilistik yang mengasumsikan bahwa permintaan bersifat acak dan dapat didekati melalui distribusi probabilitas. Dengan pendekatan ini, perusahaan dapat mengantisipasi ketidakpastian melalui penentuan persediaan pengaman *(safety stock)* serta tingkat layanan *(service level)* yang diinginkan. Model probabilistik dibedakan menjadi dua jenis, yaitu *model stationary* yang memiliki pola permintaan relatif konstan dalam jangka waktu tertentu, dan *model nonstationary* yang mempertimbangkan adanya perubahan pola permintaan pada setiap periode. Oleh karena itu, model ini memungkinkan perusahaan untuk mengambil keputusan persediaan yang lebih adaptif dan responsif terhadap kondisi yang berubah-ubah.

2.2.6 Sistem Informasi

Sistem informasi adalah sistem berbasis teknologi yang digunakan untuk mengelola data perawatan, pelaporan kerusakan, jadwal pemeliharaan, serta riwayat penggunaan suku cadang. Sistem ini berperan sebagai media integrasi antara operator mesin, teknisi, dan kantor.

Pemanfaatan sistem informasi dalam pemeliharaan memberikan manfaat berupa peningkatan akurasi data, percepatan alur komunikasi, serta kemudahan dalam pengambilan Keputusan. Apriliah et al. (2022) penerapan sistem informasi pada pelayanan *maintenance* mampu membantu proses pencatatan data, mempercepat penyampaian informasi, serta mengurangi kesalahan yang sering terjadi pada sistem manual. Sistem informasi juga mempermudah proses monitoring dan pencarian data sehingga pekerjaan menjadi lebih efisien. Dengan adanya sistem informasi, aktivitas pemeliharaan dapat dilakukan secara lebih terencana, terukur, dan berkelanjutan.

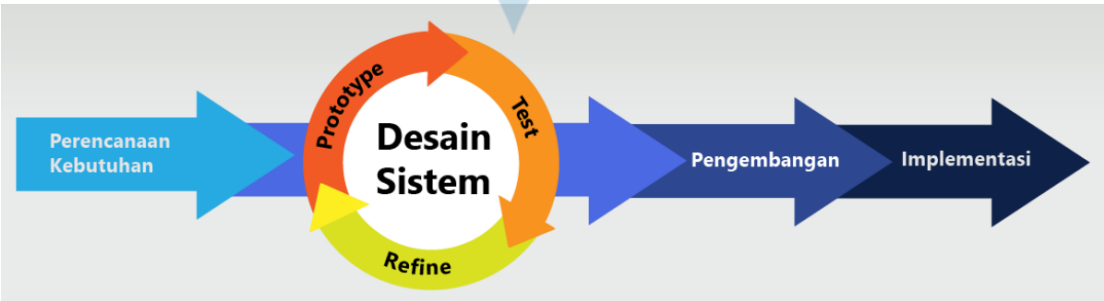
2.2.7 *Rapid Application Development* (RAD)

Rapid Application Development (RAD) adalah salah satu cara membuat sistem informasi yang fokus pada kecepatan, kemudahan dalam perubahan, serta melibatkan pengguna secara aktif sejak awal proses desain. Metode ini pertama kali diperkenalkan oleh Barry Boehm pada tahun 1980-an, dan kemudian dibuat lebih terkenal oleh James Martin pada awal tahun 1990-an lewat bukunya yang berjudul "*Rapid Application Development*" yang diterbitkan pada tahun 1991.

Menurut Putra et al. (2024) menjelaskan metode tersebut sesuai digunakan pada pengembangan aplikasi *maintenance* karena mampu menghasilkan sistem yang lebih fleksibel, mudah diperbaiki, dan dapat disesuaikan dengan kebutuhan operasional di lapangan. Melalui proses prototipe dan evaluasi berulang, sistem dapat dikembangkan sesuai kebutuhan pengguna secara cepat dan efektif.

Pendekatan RAD menekankan pembuatan prototipe secara bertahap, diikuti dengan evaluasi dan perbaikan berulang sesuai dengan masukan yang diberikan oleh pengguna. Dengan sifat-sifat itu, RAD sangat cocok digunakan di lingkungan industri yang membutuhkan solusi yang cepat dan bisa beradaptasi dengan kondisi di lapangan.

Dalam sistem pelaporan kerusakan mesin di pabrik kelapa sawit, RAD memungkinkan pembuatan aplikasi yang mudah digunakan dan langsung bisa diuji oleh operator serta teknisi. Setiap masukan dari pengguna bisa langsung dimasukkan ke dalam sistem, sehingga aplikasi yang dibuat benar-benar cocok dengan kebutuhan kerja sehari-hari. Cara ini membantu mengurangi perbedaan antara kebutuhan di lapangan dan fitur yang dikembangkan, serta mempercepat proses penerapan tanpa perlu menunggu sistem selesai dari awal.



Gambar 2.1 Tahapan RAD

(https://jurnal.polgan.ac.id/index.php/remik/article/download/13944/2732)

Dimulai dari perencanaan kebutuhan dan mekaukan desain pada sistem (*rapid design*), pembangunan prototipe, serta tes dilanjutkan pada pengembangan dan implementasi atau evaluasi. Siklus ini dilakukan secara iteratif hingga sistem dianggap layak dan stabil untuk digunakan. Penerapan RAD mendukung terciptanya sistem pelaporan kerusakan yang responsif, mudah digunakan, dan mampu beradaptasi dengan dinamika operasional pabrik.

a. Perencaan Kebutuhan

   mengidentifikasi kebutuhan pengguna, masalah yang terjadi, tujuan sistem, serta fitur-fitur yang diperlukan. Pada tahap ini dilakukan pengumpulan informasi melalui observasi, wawancara, atau diskusi dengan pihak terkait.

b. Desain Sistem

   Setelah kebutuhan diketahui, dilakukan perancangan sistem. Pada metode RAD, desain tidak hanya dibuat sekali, tetapi terus diperbaiki melalui siklus berulang yang terdiri dari:

c. *Prototype*

   Membuat rancangan awal atau contoh sistem sederhana yang dapat dilihat dan dicoba oleh pengguna. Prototipe berfungsi untuk memberikan gambaran awal mengenai tampilan, alur kerja, dan fitur sistem.

d. *Test*

   Prototipe yang telah dibuat kemudian diuji oleh pengguna. Pengguna memberikan masukan terkait kekurangan, kesalahan, atau fitur yang perlu ditambahkan.

e. *Refine*

   Berdasarkan hasil pengujian, prototipe diperbaiki dan disempurnakan kembali agar lebih sesuai dengan kebutuhan pengguna.

f. Pengembangan

   Tahap ini dilakukan pembuatan *database*, formulir, menu, otomatisasi, notifikasi, dan seluruh fungsi sistem sesuai hasil desain sebelumnya.

g. Implementasi

   Penerapan sistem kepada pengguna. Sistem mulai digunakan dalam aktivitas operasional sehari-hari. Pada tahap ini juga dapat dilakukan pelatihan pengguna, uji coba lapangan, evaluasi, dan perbaikan kecil jika masih ditemukan kendala.

2.2.8 *Waterfall Method* (Alternatif Solusi)

Metode *Waterfall* adalah metode pengembangan sistem yang dilakukan secara berurutan dari tahap awal hingga akhir. Setiap tahap harus diselesaikan terlebih dahulu sebelum masuk ke tahap berikutnya. Jika ada kesalahan pada tahap sebelumnya, maka proses harus kembali ke tahap tersebut. Menurut Abrahamsson et al. (2017) metode *Waterfall* memungkinkan proses pengembangan perangkat lunak dilakukan secara iteratif sehingga pengembang dapat melakukan perubahan sistem secara cepat sesuai kebutuhan pengguna. Pendekatan ini juga meningkatkan komunikasi antara pengguna dan pengembang sehingga sistem yang dihasilkan lebih sesuai dengan kebutuhan operasional.

a. Analisis

   Analisis kebutuhan sistem. Pada tahap ini dilakukan identifikasi masalah, kebutuhan pengguna, tujuan sistem, serta informasi yang diperlukan untuk membangun aplikasi.

b. Desain Sistem

   Setelah kebutuhan selesai dianalisis, tahap berikutnya adalah membuat desain sistem. Pada tahap ini dibuat rancangan bagaimana sistem akan bekerja.

c. Implementasi

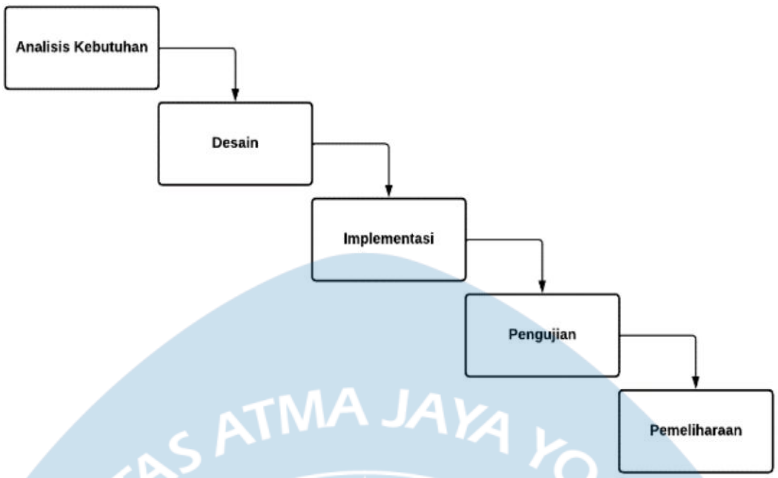
   Proses membuat sistem sesuai desain yang sudah dibuat sebelumnya. Pada tahap ini dilakukan pembuatan database, menu, *form*, tombol, *dashboard*, dan fungsi lainnya.

d. Pengujian Program

   sistem diuji untuk memastikan semua fitur berjalan dengan baik. Pengujian dilakukan untuk menemukan kesalahan, eror atau data yang tidak sesuai.

e. Pemeliharaan

   Setelah sistem digunakan, biasanya masih ditemukan kebutuhan tambahan atau kesalahan kecil yang perlu diperbaiki.



Gambar 2.2 Tahapan *Waterfall*

https://jurnal.uss.ac.id/index.php/klik/article/download/599/298

2.2.9 *Economic Order Quantity* (EOQ)

Economic Order Quantity (EOQ) adalah suatu metode yang digunakan untuk menentukan jumlah pemesanan optimal sehingga biaya total persediaan dapat ditekan seminimal mungkin. Menurut Hamdy A. Taha (2025), konsep EOQ didasarkan pada keseimbangan antara biaya pemesanan (*ordering cost*) dan biaya penyimpanan (*holding cost*). Melalui pendekatan ini, perusahaan dapat menetapkan ukuran pemesanan yang paling efisien, dengan asumsi bahwa tingkat permintaan bersifat tetap dan dapat diprediksi secara pasti.

$$EOQ = \sqrt{\frac{(2 \times D \times S)}{H}} \qquad (2.1)$$

Keterangan:

D = kebutuhan atau permintaan suku cadang dalam satu periode

S = biaya pemesanan setiap kali order

H = biaya penyimpanan per unit per periode

2.2.10 *Reorder Point* (ROP) dan *Safety Stock*

Reorder Point (ROP) merupakan batas tingkat persediaan yang menunjukkan kapan perusahaan perlu melakukan pemesanan ulang agar tidak mengalami kekurangan stok. Menurut Hamdy A. Taha (2025), penentuan ROP didasarkan pada besarnya kebutuhan selama periode *lead time*, yaitu selang waktu antara pemesanan hingga barang diterima. Dengan menetapkan titik pemesanan kembali secara tepat, perusahaan dapat menjaga ketersediaan barang sehingga aktivitas operasional tetap berjalan tanpa hambatan.

Safety stock adalah sejumlah persediaan cadangan yang disiapkan untuk menghadapi ketidakpastian, baik yang berasal dari fluktuasi permintaan maupun keterlambatan pengiriman. Menurut Hamdy A. Taha (2025), fungsi utama *safety stock* adalah sebagai penyangga untuk meminimalkan risiko terjadinya kehabisan stok. Jumlah *safety stock* yang ditetapkan umumnya dipengaruhi oleh tingkat variasi permintaan serta target tingkat pelayanan (*service level*) yang ingin dicapai oleh perusahaan.

2.2.11 Target Level Stok

Target level stok adalah tingkat persediaan yang telah direncanakan oleh perusahaan guna menjamin ketersediaan barang dalam mendukung aktivitas operasional serta memenuhi permintaan pelanggan. Menurut Reid dan Sanders (2020), penentuan jumlah persediaan yang tepat merupakan aspek penting dalam manajemen operasi karena berkaitan erat dengan keseimbangan antara biaya yang dikeluarkan dan tingkat pelayanan yang diberikan. Oleh sebab itu, perusahaan perlu menetapkan tingkat stok yang mampu memenuhi kebutuhan tanpa menyebabkan kelebihan persediaan yang dapat meningkatkan biaya penyimpanan.

Selain itu, penentuan target level stok dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti pola permintaan, waktu tunggu (*lead time*), serta tingkat ketidakpastian yang terjadi. Ketika permintaan bersifat fluktuatif, perusahaan cenderung menetapkan tingkat persediaan yang lebih tinggi dengan menambahkan *safety stock* untuk mengantisipasi kemungkinan kekurangan barang. Dengan demikian, penetapan target stok yang optimal dapat membantu menjaga kelancaran proses operasional sekaligus meningkatkan kepuasan pelanggan melalui ketersediaan produk yang memadai. Secara teori, target level stok dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$TSL = d \times (P+ L) + SS \quad (2.2)$$

Keterangan:

d = rata-rata permintaan

P = periode pemesanan

L = *lead time*

SS = *safety stock*

2.2.12 *Monte Carlo Simulation*

Menurut Reid dan Sanders (2020), simulasi merupakan metode yang digunakan dalam manajemen operasi untuk mengkaji sistem yang memiliki unsur ketidakpastian. Melalui simulasi, perusahaan dapat menggambarkan kondisi nyata ke dalam bentuk model sehingga berbagai kemungkinan hasil dapat dianalisis tanpa harus memengaruhi sistem yang sebenarnya. Pendekatan ini sangat membantu dalam proses pengambilan keputusan, terutama ketika variabel seperti permintaan dan waktu proses tidak dapat diprediksi secara pasti.

Salah satu bentuk simulasi yang sering digunakan adalah *Monte Carlo Simulation*, yaitu teknik yang memanfaatkan angka acak untuk merepresentasikan beragam kemungkinan kondisi di masa mendatang. Dengan metode ini, perusahaan dapat menilai kinerja suatu sistem, termasuk dalam pengelolaan persediaan, dengan mempertimbangkan fluktuasi permintaan serta risiko yang mungkin muncul. Oleh karena itu, simulasi Monte Carlo berperan dalam mendukung pengambilan keputusan yang lebih tepat dan responsif terhadap ketidakpastian.

2.2.13 *Fix Order Quantity*

Menurut Reid dan Sanders, sistem ini merupakan pendekatan dalam pengendalian persediaan di mana kuantitas pemesanan ditetapkan dalam jumlah yang tetap setiap kali dilakukan pemesanan. Dalam penerapannya, tingkat persediaan diawasi secara berkelanjutan, dan pemesanan ulang dilakukan ketika jumlah stok mencapai batas tertentu yang telah ditentukan, yaitu *reorder point* (ROP). Metode ini umumnya digunakan oleh perusahaan yang memerlukan pengawasan persediaan secara ketat, terutama untuk barang dengan nilai tinggi atau permintaan yang relatif stabil.

2.2.14 *Fix Period System*

Fixed Period System merupakan metode pengendalian persediaan di mana pemesanan dilakukan secara berkala dalam jangka waktu yang telah ditentukan, seperti mingguan atau bulanan. Pada sistem ini, jumlah barang yang dipesan tidak selalu sama, melainkan disesuaikan dengan kondisi persediaan pada saat dilakukan peninjauan. Menurut Reid dan Sanders, pendekatan ini relatif lebih mudah diterapkan karena tidak memerlukan pengawasan persediaan secara terus-menerus. Namun demikian, sistem ini umumnya membutuhkan persediaan pengaman (*safety stock*) yang lebih besar untuk mengantisipasi ketidakpastian yang dapat terjadi selama interval waktu antar pemesanan.

2.2.15 Penentuan Jumlah Replikasi

Menurut Kelton (2015) menyebutkan bahwa pembuatan model simulasi, diperlukan adanya penentuan jumlah replikasi. Jumlah replikasi dapat ditentukan dengan menetapkan tingkat kepercayaan. Maka, penentuan jumlah replikasi dapat dilihat pada rumus berikut

$$n' = \left[\frac{Z \times s}{h}\right]^2 \quad (2.3)$$

Keterangan:

n’ = Jumlah Replikasi
Z = Tingkat Kepercayaan
h = *Margin of Error*

2.3 Standar dan Kode Etik

Penerapan standar dan kode etik disesuaikan dengan karakteristik operasional pabrik serta kebijakan yang berlaku di lingkungan PKS Bah Jambi guna menjamin kualitas dalam perancangan.

a. Standar yang diterapkan pada perancangan sistem informasi mengacu dalam dua standar yaitu, Standar yang diterapkan mengacu pada *logbook* mesin sebagai pedoman acuan resmi pencatatan dan *input* data komponen mesin secara terstruktur dan tepat. Standar lainnya mengacu pada ISO 9241-210:2019 mengenai *Human-Centred Design* (HCD) yang diterapkan pada tahap analisis

kebutuhan pengguna (seperti siapa yang menggunakan aplikasi, informasi apa yang dibutuhkan, dan lain lain), perancangan antarmuka sistem informasi, implementasi, serta pengujian sistem. Standar ini digunakan sebagai pedoman untuk memastikan sistem informasi yang dikembangkan sesuai dengan kebutuhan, karakteristik, dan lingkungan kerja pengguna sehingga sistem mudah digunakan, efektif, efisien, serta mampu mendukung proses pelaporan kerusakan mesin.

b. Penggunaan standar yang digunakan pada percancangan manajemen persediaan suku cadang yaitu metode simulasi yang dilakukan menggunakan perhitungan biaya penyimpanan. Penelitian Yuniar (2020) menyebutkan bahwa perhitungan biaya penyimpanan menggunakan nilai suku bunga.
c. Penerapan kode etik selama pelaksanaan penulisan mengacu pada Undang-Undang Nomor 27 Tahun 2022 tentang Perlindungan Data Pribadi terkait kerahasiaan dan keamanan data perusahaan, Peraturan Pemerintah Nomor 50 Tahun 2012 tentang Penerapan Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK3), serta Undang-Undang Nomor 1 Tahun 1970 tentang Keselamatan Kerja. Pencatatan dan pengolahan data dilakukan secara jujur sesuai kondisi aktual di lapangan tanpa manipulasi data. Seluruh aktivitas pengumpulan data dan pengembangan sistem dilaksanakan dengan mematuhi prosedur, peraturan, dan kebijakan yang berlaku di PKS Bah Jambi. Selain itu, seluruh data yang diperoleh dijaga kerahasiaannya dan hanya digunakan untuk keperluan *capstone* sesuai izin perusahaan.