

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sektor logistik dan transportasi laut memiliki peran strategis dalam mendukung pertumbuhan ekonomi nasional melalui kelancaran distribusi barang, peningkatan efisiensi rantai pasok, serta penguatan daya saing perdagangan internasional. Sebagai negara kepulauan, Indonesia sangat bergantung pada kinerja pelabuhan sebagai simpul utama (*logistics hub*) yang menghubungkan arus barang dari produsen menuju konsumen maupun pasar ekspor. Oleh karena itu, efektivitas operasional pelabuhan tidak hanya ditentukan oleh kelancaran proses bongkar muat, tetapi juga oleh kemampuan dalam mengelola aliran barang, kapasitas fasilitas, serta pengendalian persediaan secara terpadu sehingga tingkat pelayanan kepada pelanggan dapat dipertahankan secara optimal (Marina et al., 2020).

Salah satu komoditas yang memiliki peranan penting dalam aktivitas terminal curah kering adalah cangkang sawit (*Palm Kernel Shell/PKS*). Komoditas ini merupakan hasil samping industri kelapa sawit yang banyak dimanfaatkan sebagai bahan bakar biomassa sehingga permintaannya terus meningkat, terutama untuk memenuhi kebutuhan pasar ekspor. Peningkatan permintaan tersebut mendorong bertambahnya aktivitas penerimaan, penyimpanan, dan pengeluaran cangkang sawit di terminal pelabuhan sehingga perusahaan dituntut mampu menjaga ketersediaan persediaan dalam jumlah yang memadai agar proses pemuatan kapal dapat berlangsung sesuai jadwal tanpa mengurangi efisiensi operasional (Baffour et al., 2021).

PT Pelindo Multi Terminal Lhokseumawe merupakan salah satu terminal yang menangani aktivitas bongkar muat komoditas curah kering, termasuk cangkang sawit. Dalam menjalankan kegiatan operasionalnya, perusahaan harus mampu menjaga keseimbangan antara volume barang yang masuk (*inflow*), volume barang yang keluar (*outflow*), tingkat persediaan, serta permintaan pelanggan.

Berdasarkan data operasional perusahaan selama periode penelitian, kondisi persediaan cangkang sawit mengalami fluktuasi yang dipengaruhi oleh perubahan volume penerimaan dan pengeluaran barang. Di sisi lain, permintaan pelanggan juga berubah mengikuti jadwal kedatangan kapal dan kebutuhan ekspor. Fluktuasi tersebut menyebabkan perusahaan menghadapi risiko kekurangan persediaan (*stockout*) ketika permintaan meningkat maupun kelebihan persediaan (*overstock*) ketika penerimaan barang melebihi kebutuhan aktual. Kedua kondisi tersebut berpotensi meningkatkan biaya penyimpanan, menurunkan utilisasi area penumpukan, menghambat proses pemuatan kapal, serta menurunkan tingkat pelayanan kepada pelanggan.

Permasalahan pengendalian persediaan pada terminal curah kering tidak hanya dipengaruhi oleh perubahan permintaan, tetapi juga oleh interaksi berbagai faktor operasional, seperti pasokan dari pemasok, kapasitas penyimpanan, produktivitas bongkar muat, serta jadwal pelayanan kapal. Interaksi antarvariabel tersebut menyebabkan sistem persediaan memiliki perilaku yang dinamis sehingga perubahan pada satu variabel akan memengaruhi variabel lainnya secara berkelanjutan. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa pengendalian persediaan tidak dapat dianalisis hanya berdasarkan hubungan linier, tetapi harus mempertimbangkan hubungan sebab-akibat, mekanisme umpan balik (*feedback*), serta keterlambatan waktu (*time delay*) yang membentuk perilaku sistem secara keseluruhan.

Berbagai penelitian telah mengembangkan metode pengendalian persediaan menggunakan pendekatan kuantitatif, seperti *Economic Order Quantity* (EOQ), *Reorder Point* (ROP), *Safety Stock*, dan metode peramalan permintaan. Pendekatan tersebut mampu menghasilkan kebijakan persediaan berdasarkan kondisi tertentu, namun umumnya masih menggunakan pendekatan statis sehingga belum mampu menggambarkan perubahan perilaku sistem akibat interaksi antara permintaan, arus barang masuk, arus barang keluar, dan tingkat persediaan yang berubah secara terus-menerus. Di sisi lain, beberapa penelitian juga menerapkan pendekatan simulasi untuk menganalisis aktivitas operasional pelabuhan, tetapi lebih berfokus pada simulasi proses operasional daripada evaluasi struktur sistem secara

menyeluruh. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa masih diperlukan suatu pendekatan yang mampu merepresentasikan hubungan dinamis antarvariabel sekaligus mengevaluasi dampak berbagai alternatif kebijakan terhadap kinerja sistem (Suryani et al., 2023).

Berdasarkan telaah terhadap penelitian terdahulu, masih terdapat kesenjangan penelitian (*research gap*) dalam penerapan pemodelan Sistem Dinamis pada pengendalian persediaan cangkang sawit di terminal curah kering. Sebagian besar penelitian lebih berfokus pada optimasi persediaan, peningkatan produktivitas bongkar muat, atau evaluasi kinerja operasional secara terpisah. Penelitian yang mengintegrasikan hubungan antara permintaan, *inflow*, *outflow*, tingkat persediaan, serta evaluasi kebijakan pengendalian persediaan melalui pendekatan Sistem Dinamis masih relatif terbatas, khususnya pada terminal curah kering di Indonesia. Akibatnya, pengambilan keputusan mengenai kebijakan persediaan masih banyak didasarkan pada pengalaman operasional dan evaluasi kondisi aktual tanpa didukung model yang mampu menggambarkan perilaku sistem secara menyeluruh.

Selain *research gap*, penelitian ini juga didasarkan pada *practical gap* yang terjadi di PT Pelindo Multi Terminal Lhokseumawe. Kebijakan pengendalian persediaan yang diterapkan masih berorientasi pada kondisi operasional aktual sehingga belum mampu memberikan gambaran mengenai dampak suatu kebijakan terhadap perubahan perilaku sistem pada periode berikutnya. Padahal, perusahaan memerlukan suatu alat bantu analisis yang mampu mengevaluasi berbagai alternatif kebijakan sebelum diterapkan sehingga risiko *stockout*, *overstock*, maupun penurunan tingkat pelayanan dapat diminimalkan.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini menggunakan pendekatan Sistem Dinamis untuk mengembangkan model yang mampu merepresentasikan hubungan antara permintaan, *inflow*, *outflow*, dan tingkat persediaan melalui *Causal Loop Diagram* (CLD), *Stock and Flow Diagram* (SFD), formulasi matematis, serta simulasi berbagai skenario kebijakan. Pendekatan ini dipilih karena mampu mengevaluasi konsekuensi setiap kebijakan sebelum diterapkan sehingga dapat mendukung proses pengambilan keputusan yang lebih objektif.

Kebaruan (*novelty*) penelitian ini terletak pada pengembangan model Sistem Dinamis yang merepresentasikan hubungan antara permintaan, *inflow*, *outflow*, dan tingkat persediaan cangkang sawit untuk mengevaluasi berbagai skenario kebijakan pengendalian persediaan berdasarkan tingkat *service level*. Model yang dikembangkan tidak hanya menggambarkan perilaku sistem, tetapi juga berfungsi sebagai *decision support tool* dalam menentukan kebijakan persediaan yang paling efektif guna meningkatkan kemampuan pemenuhan permintaan dan kinerja operasional terminal.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini dilakukan dengan judul **“Pengembangan Model dan Simulasi Sistem Dinamis untuk Evaluasi Kebijakan Persediaan Cangkang Sawit dalam Pemenuhan Permintaan di PT Pelindo Multi Terminal Lhokseumawe.”**

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana model Sistem Dinamis yang mampu merepresentasikan hubungan antara permintaan, arus barang masuk, arus barang keluar, dan tingkat persediaan cangkang sawit pada PT Pelindo Multi Terminal Lhokseumawe?
2. Bagaimana hasil simulasi kondisi aktual dan berbagai skenario kebijakan pengendalian persediaan berdasarkan tingkat *service level* terhadap perilaku sistem persediaan cangkang sawit?
3. Kebijakan pengendalian persediaan berdasarkan tingkat *service level* manakah yang memberikan kinerja terbaik dalam meningkatkan kemampuan pemenuhan permintaan berdasarkan hasil simulasi Sistem Dinamis?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah ditetapkan, tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mengembangkan model Sistem Dinamis yang mampu merepresentasikan hubungan antara permintaan, arus barang masuk, arus barang keluar, dan tingkat persediaan cangkang sawit pada PT Pelindo Multi Terminal Lhokseumawe.
2. Menganalisis perilaku sistem persediaan cangkang sawit melalui simulasi kondisi aktual dan berbagai skenario kebijakan pengendalian persediaan berdasarkan tingkat *service level*.
3. Mengevaluasi pengaruh penerapan berbagai skenario kebijakan pengendalian persediaan terhadap kemampuan pemenuhan permintaan serta menentukan kebijakan yang memberikan kinerja terbaik berdasarkan hasil simulasi Sistem Dinamis.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat baik secara teoritis maupun praktis sebagai berikut.

1. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan ilmu Teknik Logistik, khususnya dalam penerapan metode Sistem Dinamis untuk pemodelan dan evaluasi kebijakan pengendalian persediaan pada terminal curah kering.
2. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan dalam mengevaluasi kebijakan pengendalian persediaan cangkang sawit. Model Sistem Dinamis yang dikembangkan dapat digunakan sebagai alat pendukung pengambilan keputusan untuk mengevaluasi berbagai alternatif kebijakan sebelum diterapkan sehingga mampu meminimalkan risiko kekurangan stok, kelebihan stok, serta meningkatkan kemampuan pemenuhan permintaan dan kinerja operasional terminal.
3. Selain itu, penelitian ini diharapkan dapat memperkaya kajian mengenai hubungan antara permintaan, arus barang masuk, arus barang keluar, dan

tingkat persediaan dalam suatu sistem logistik yang bersifat dinamis sehingga dapat menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan manajemen persediaan, sistem logistik, dan simulasi Sistem Dinamis.

1.5 Batasan Masalah dan Asumsi

1.5.1 Batasan Masalah

Agar penelitian lebih terarah dan sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan, maka batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Penelitian dilakukan di PT Pelindo Multi Terminal Lhokseumawe dengan objek penelitian berupa sistem pengendalian persediaan komoditas cangkang sawit.
2. Data yang digunakan merupakan data operasional perusahaan selama periode penelitian yang meliputi data persediaan, volume barang masuk, volume barang keluar, dan permintaan cangkang sawit.
3. Penelitian menggunakan pendekatan Sistem Dinamis yang meliputi penyusunan *Causal Loop Diagram* (CLD), *Stock and Flow Diagram* (SFD), formulasi model, verifikasi dan validasi model, serta simulasi berbagai skenario kebijakan pengendalian persediaan.
4. Evaluasi dilakukan terhadap beberapa skenario kebijakan pengendalian persediaan berdasarkan tingkat *service level* untuk mengetahui pengaruhnya terhadap tingkat persediaan dan kemampuan pemenuhan permintaan.
5. Penelitian difokuskan pada analisis perilaku sistem persediaan dan tidak membahas optimasi biaya persediaan, analisis kelayakan investasi, maupun analisis finansial secara rinci.
6. Penelitian tidak membahas aspek teknis operasional pelabuhan, seperti penjadwalan kapal, pemeliharaan peralatan bongkar muat, produktivitas tenaga kerja, maupun pengembangan fasilitas pelabuhan, kecuali sebagai faktor yang memengaruhi sistem persediaan.

1.5.2 Asumsi

Adapun asumsi yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Data operasional yang diperoleh dari PT Pelindo Multi Terminal Lhokseumawe dianggap valid, akurat, dan mewakili kondisi operasional selama periode penelitian.
2. Permintaan, volume barang masuk, dan volume barang keluar selama periode simulasi mengikuti pola berdasarkan data historis yang tersedia.
3. Tidak terjadi kondisi luar biasa, seperti bencana alam, konflik, pandemi, gangguan operasional pelabuhan, atau perubahan regulasi yang dapat memengaruhi sistem selama periode simulasi.
4. Kapasitas area penyimpanan serta fasilitas pendukung lainnya dianggap tetap selama periode simulasi, kecuali pada skenario yang secara khusus mengubah parameter tersebut.
5. Parameter model dan hubungan antarvariabel diasumsikan tetap selama periode simulasi, kecuali parameter yang dimodifikasi pada setiap skenario kebijakan.
6. Hasil simulasi digunakan sebagai alat pendukung pengambilan keputusan dan tidak dimaksudkan sebagai prediksi absolut terhadap kondisi operasional di masa mendatang.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan skripsi ini disusun untuk memberikan gambaran mengenai alur pembahasan penelitian sehingga memudahkan pembaca dalam memahami isi penelitian. Adapun sistematika penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut.

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah dan asumsi, serta sistematika penulisan sebagai dasar pelaksanaan penelitian.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menguraikan landasan teori yang mendukung penelitian, meliputi konsep sistem logistik, terminal curah kering, pengendalian persediaan, peramalan, Sistem Dinamis, serta penelitian terdahulu yang menjadi dasar dalam penyusunan model penelitian.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini menjelaskan metode penelitian yang digunakan, meliputi lokasi dan waktu penelitian, jenis dan sumber data, metode pengumpulan data, tahapan pengembangan model Sistem Dinamis, teknik analisis data, prosedur penelitian, serta diagram alir penelitian.

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan hasil pengumpulan dan pengolahan data, pengembangan model Sistem Dinamis, penyusunan *Causal Loop Diagram* (CLD) dan *Stock and Flow Diagram* (SFD), proses verifikasi dan validasi model, hasil simulasi kondisi aktual (*baseline*) dan berbagai skenario kebijakan, serta pembahasan hasil penelitian berdasarkan tujuan penelitian.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan yang diperoleh berdasarkan hasil penelitian serta saran yang dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan bagi perusahaan maupun sebagai rekomendasi untuk penelitian selanjutnya.