

DOI: <https://doi.org/10.38035/jgit.v4i1.845><https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Model Dynamic Lot Sizing untuk Optimalisasi Pengadaan Importers

Yoga Andhinova¹, Bonivasius Prasetya Ichtiarto²

¹Universitas Mercu Buana, Jakarta, Indonesia, yogaandhinova27@gmail.com,

²Universitas Mercu Buana, Jakarta, Indonesia, bonivasius.ichtiarto@mercubuana.ac.id

Corresponding Author: yogaandhinova27@gmail.com¹

Abstract: Inventory management in companies engaged in imported goods procurement faces significant challenges, including demand fluctuations, long lead times, and high inventory holding costs. These conditions often cause conventional ordering policies to result in either excess inventory (overstock) or inventory shortages (stockouts), thereby increasing the overall inventory cost. This study aims to analyze the effectiveness of the Dynamic Lot Sizing method using the Wagner–Whitin algorithm in optimizing the import procurement policy for pliers products. The research employed a quantitative approach based on mathematical optimization by utilizing monthly demand data for seven categories of pliers products from January to December 2024, together with the company's ordering and inventory holding cost data. The analysis was conducted by comparing the total inventory costs generated under the company's existing inventory policy with those obtained through optimization using the Dynamic Lot Sizing method. The results indicate that the company's existing policy generated a total inventory cost of IDR 1,385,603,550, consisting of an ordering cost of IDR 120,000,000 and an inventory holding cost of IDR 1,265,603,550. After implementing the Dynamic Lot Sizing method, the total inventory cost decreased to IDR 120,000,000, with the inventory holding cost reduced to IDR 0. Consequently, the company achieved a cost saving of IDR 1,265,603,550, representing a 91.34% reduction compared with the previous inventory policy. These findings demonstrate that the Dynamic Lot Sizing method is capable of determining the optimal ordering time and order quantity according to demand variations in each period. As a result, the method is more effective in minimizing total inventory costs while improving the efficiency of imported goods procurement.

Keyword: Dynamic Lot Sizing, Wagner–Whitin, Inventory Management, Import Procurement, Inventory Optimization.

Abstrak: Pengelolaan persediaan pada perusahaan yang melakukan pengadaan barang impor menghadapi tantangan berupa fluktuasi permintaan, lead time yang panjang, serta tingginya biaya penyimpanan. Kondisi tersebut menyebabkan kebijakan pemesanan konvensional sering kali menghasilkan persediaan berlebih (overstock) maupun kekurangan persediaan (stockout), sehingga meningkatkan total biaya persediaan. Penelitian ini bertujuan menganalisis efektivitas metode Dynamic Lot Sizing dengan algoritma Wagner–Whitin dalam mengoptimalkan kebijakan pengadaan impor produk pliers. Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif melalui optimasi matematis dengan memanfaatkan data permintaan bulanan tujuh kategori

produk pliers selama periode Januari - Desember 2024, serta data biaya pemesanan dan biaya penyimpanan perusahaan. Analisis dilakukan dengan membandingkan total biaya persediaan yang dihasilkan oleh metode perusahaan dengan hasil optimasi menggunakan Dynamic Lot Sizing. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode perusahaan menghasilkan total biaya persediaan sebesar Rp1.385.603.550, yang terdiri atas biaya pemesanan sebesar Rp120.000.000 dan biaya penyimpanan sebesar Rp1.265.603.550. Setelah diterapkan metode Dynamic Lot Sizing, total biaya persediaan menurun menjadi Rp120.000.000 dengan biaya penyimpanan sebesar Rp0, sehingga diperoleh penghematan biaya sebesar Rp1.265.603.550 atau 91,34% dibandingkan kebijakan perusahaan sebelumnya. Temuan ini membuktikan bahwa metode Dynamic Lot Sizing mampu menentukan waktu dan jumlah pemesanan secara optimal sesuai variasi permintaan setiap periode, sehingga lebih efektif dalam menekan biaya persediaan serta meningkatkan efisiensi pengadaan barang impor.

Kata Kunci: *Dynamic Lot Sizing*, Wagner Whitin, Manajemen Persediaan, Pengadaan Impor, Optimasi Persediaan.

PENDAHULUAN

Perkembangan industri manufaktur dan distribusi pada era globalisasi menuntut perusahaan untuk mampu meningkatkan efisiensi operasional agar tetap kompetitif di tengah persaingan pasar yang semakin dinamis. Salah satu aspek operasional yang memiliki pengaruh besar terhadap keberhasilan perusahaan adalah pengelolaan persediaan (*inventory management*). Persediaan merupakan aset penting yang berfungsi untuk menjamin kelancaran proses produksi maupun distribusi kepada pelanggan. Namun demikian, persediaan juga menjadi salah satu komponen yang menyerap biaya operasional cukup besar karena berkaitan dengan biaya pengadaan, penyimpanan, penanganan, serta risiko kerusakan maupun keusangan barang. Oleh karena itu, perusahaan dituntut untuk menerapkan sistem pengendalian persediaan yang mampu menjaga keseimbangan antara ketersediaan produk dan efisiensi biaya sehingga tujuan operasional maupun finansial perusahaan dapat tercapai secara optimal (Silver et al., 2016).

Dalam praktiknya, pengelolaan persediaan menjadi semakin kompleks ketika perusahaan menghadapi pola permintaan yang berubah-ubah dari waktu ke waktu. Perubahan perilaku konsumen, perkembangan sektor industri, kondisi ekonomi, hingga dinamika pasar global menyebabkan permintaan suatu produk tidak lagi bersifat konstan, melainkan fluktuatif pada setiap periode. Kondisi tersebut mengakibatkan perusahaan menghadapi dua risiko utama, yaitu kelebihan persediaan (*overstock*) dan kekurangan persediaan (*stockout*). *Overstock* menyebabkan meningkatnya biaya penyimpanan, biaya modal, serta risiko penurunan kualitas produk akibat penyimpanan dalam jangka waktu yang lama. Sebaliknya, *stockout* dapat menghambat kemampuan perusahaan dalam memenuhi permintaan pelanggan, mengurangi tingkat pelayanan, serta menurunkan potensi pendapatan perusahaan. Dengan demikian, perusahaan memerlukan strategi pengendalian persediaan yang mampu beradaptasi terhadap perubahan permintaan tanpa meningkatkan total biaya persediaan secara signifikan (Nahmias & Olsen, 2015).

Permasalahan tersebut menjadi lebih kompleks pada perusahaan yang melakukan pengadaan barang melalui mekanisme impor. Dibandingkan dengan pengadaan domestik, sistem pengadaan impor memiliki karakteristik berupa lead time yang relatif panjang, ketidakpastian proses logistik internasional, biaya transportasi yang tinggi, prosedur kepabeanan, serta kemungkinan terjadinya perubahan kondisi ekonomi global yang memengaruhi proses pengadaan barang. Kondisi tersebut mengharuskan perusahaan untuk merencanakan jumlah dan waktu pemesanan secara lebih akurat agar mampu menjaga kontinuitas pasokan tanpa menimbulkan pembengkakan biaya persediaan. Kesalahan dalam

menentukan kebijakan pemesanan tidak hanya meningkatkan biaya penyimpanan, tetapi juga dapat menyebabkan keterlambatan pemenuhan permintaan pelanggan yang pada akhirnya berdampak pada penurunan daya saing perusahaan (Waters, 2019).

Salah satu kelompok produk yang memiliki karakteristik permintaan dinamis adalah produk *pliers* atau tang yang digunakan pada sektor konstruksi, manufaktur, otomotif, perbengkelan, serta kebutuhan rumah tangga. Pertumbuhan pembangunan infrastruktur, meningkatnya aktivitas industri, serta perkembangan sektor otomotif menyebabkan permintaan produk perkakas tangan mengalami perubahan yang cukup signifikan dari waktu ke waktu. Variasi permintaan tersebut tidak selalu mengikuti pola yang tetap sehingga perusahaan distribusi sering mengalami kesulitan dalam menentukan jumlah pembelian yang sesuai dengan kebutuhan aktual pasar. Apabila perusahaan mempertahankan kebijakan pemesanan yang bersifat konvensional, maka risiko terjadinya overstock maupun stockout akan semakin besar, terutama pada produk-produk dengan tingkat permintaan yang sangat fluktuatif.

Berdasarkan data operasional perusahaan selama periode Januari hingga Desember 2024, permintaan terhadap tujuh kategori produk *pliers* menunjukkan variasi yang cukup tinggi pada setiap bulan. Beberapa jenis produk mengalami lonjakan permintaan yang sangat besar pada periode tertentu, sedangkan pada periode lainnya mengalami penurunan secara drastis. Perbedaan pola permintaan tersebut menunjukkan bahwa kebijakan pengadaan yang menggunakan ukuran pemesanan tetap kurang mampu mengakomodasi perubahan kebutuhan pasar. Di sisi lain, perusahaan masih menerapkan sistem pemesanan yang belum sepenuhnya mempertimbangkan variasi permintaan setiap periode sehingga menyebabkan terjadinya akumulasi persediaan pada beberapa jenis produk, sementara produk lainnya mengalami kekurangan stok. Kondisi tersebut berdampak langsung terhadap meningkatnya biaya penyimpanan yang menjadi komponen terbesar dalam total biaya persediaan perusahaan.

Selama ini, berbagai perusahaan masih menggunakan metode pengendalian persediaan konvensional seperti *Economic Order Quantity* (EOQ) maupun *Reorder Point* (ROP). Kedua metode tersebut dirancang berdasarkan asumsi bahwa permintaan bersifat relatif stabil dan konstan selama periode perencanaan. Pada kondisi permintaan yang dinamis, asumsi tersebut menjadi kurang relevan karena ukuran pemesanan yang dihasilkan bersifat tetap sehingga tidak mampu mengikuti perubahan kebutuhan aktual setiap periode. Akibatnya, perusahaan berpotensi melakukan pemesanan dalam jumlah yang terlalu besar maupun terlalu kecil, yang pada akhirnya meningkatkan total biaya persediaan (Nahmias & Olsen, 2015).

Sebagai alternatif, metode *Dynamic Lot Sizing* (DLS) dikembangkan untuk mengatasi permasalahan persediaan pada kondisi permintaan yang berubah-ubah antarperiode. Berbeda dengan metode EOQ yang menghasilkan ukuran lot tetap, *Dynamic Lot Sizing* menentukan jumlah pemesanan yang berbeda pada setiap periode sesuai dengan kebutuhan aktual sehingga keputusan pemesanan menjadi lebih fleksibel. Pendekatan ini memungkinkan perusahaan untuk menyeimbangkan biaya pemesanan dan biaya penyimpanan secara simultan sehingga total biaya persediaan dapat diminimalkan. Salah satu algoritma *Dynamic Lot Sizing* yang paling banyak digunakan adalah algoritma Wagner–Whitin yang memanfaatkan pendekatan *dynamic programming* untuk memperoleh solusi optimal secara matematis terhadap masalah lot sizing deterministik dinamis (Wagner & Whitin, 1958).

Berbagai penelitian sebelumnya telah membuktikan efektivitas metode *Dynamic Lot Sizing* dalam meningkatkan efisiensi sistem persediaan. Leuveano et al. (2023) menunjukkan bahwa penerapan *Dynamic Lot Sizing* mampu menghasilkan kebijakan produksi yang lebih efisien pada industri produk mudah rusak melalui integrasi Genetic Algorithm. Hanafizadeh et al. (2019) mengembangkan algoritma Wagner–Whitin yang robust terhadap ketidakpastian biaya sehingga menghasilkan kebijakan pemesanan yang lebih stabil dibandingkan model klasik. Penelitian Rivaldy dan Rusindiyanto (2020) juga menunjukkan bahwa penerapan *Dynamic Lot Sizing* mampu menurunkan biaya persediaan sebesar 6,9% dibandingkan metode perusahaan. Sementara itu, Mbota et al. (2014) melaporkan bahwa metode *Dynamic Lot Sizing*

menghasilkan penghematan biaya persediaan sebesar 47,53% dibandingkan sistem pengadaan yang sebelumnya digunakan perusahaan. Hasil-hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa Dynamic Lot Sizing merupakan pendekatan yang efektif dalam mengoptimalkan keputusan pemesanan pada berbagai sektor industri.

Meskipun demikian, sebagian besar penelitian terdahulu masih berfokus pada pengendalian bahan baku manufaktur, industri makanan, maupun sistem produksi dengan karakteristik permintaan tertentu. Penelitian yang secara khusus mengkaji optimalisasi pengadaan produk impor pada perusahaan distribusi perkakas tangan masih relatif terbatas. Selain itu, sebagian penelitian lebih menitikberatkan pada pengembangan model matematis atau modifikasi algoritma dibandingkan implementasi praktis pada perusahaan dengan kondisi operasional nyata. Dengan demikian, masih terdapat kesenjangan penelitian (*research gap*) mengenai penerapan metode Dynamic Lot Sizing untuk mengoptimalkan kebijakan pengadaan barang impor yang memiliki karakteristik permintaan fluktuatif serta lead time pengadaan yang relatif panjang.

Berdasarkan kesenjangan tersebut, penelitian ini menawarkan kebaruan (*research novelty*) berupa penerapan metode Dynamic Lot Sizing menggunakan algoritma Wagner–Whitin pada sistem pengadaan impor produk *pliers* dengan karakteristik permintaan yang dinamis selama satu periode perencanaan. Penelitian ini tidak hanya mengevaluasi besarnya penghematan biaya persediaan dibandingkan metode perusahaan, tetapi juga menganalisis efektivitas metode tersebut pada berbagai karakteristik produk yang memiliki tingkat overstock, stockout, dan pola permintaan yang berbeda. Dengan pendekatan tersebut, hasil penelitian diharapkan mampu memberikan kontribusi praktis bagi perusahaan dalam merumuskan kebijakan pengadaan yang lebih efisien sekaligus memperkaya literatur mengenai implementasi Dynamic Lot Sizing pada sistem pengadaan impor.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kondisi pengendalian persediaan yang diterapkan perusahaan, menerapkan metode Dynamic Lot Sizing menggunakan algoritma Wagner–Whitin dalam menentukan kebijakan pemesanan yang optimal, serta mengevaluasi efektivitas metode tersebut dibandingkan kebijakan perusahaan berdasarkan total biaya persediaan yang dihasilkan. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi dasar bagi perusahaan dalam meningkatkan efisiensi pengelolaan persediaan sekaligus menjadi referensi bagi pengembangan penelitian selanjutnya di bidang manajemen operasi dan optimasi sistem persediaan.

METODE

Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode mathematical optimization untuk memperoleh kebijakan pemesanan yang mampu meminimalkan total biaya persediaan pada pengadaan produk *pliers* impor. Pendekatan kuantitatif dipilih karena seluruh proses analisis didasarkan pada data numerik yang meliputi permintaan produk, biaya pemesanan, biaya penyimpanan, frekuensi pemesanan, dan jumlah persediaan selama periode penelitian. Melalui pendekatan ini, setiap alternatif kebijakan pemesanan dapat dianalisis secara objektif menggunakan model matematis sehingga menghasilkan solusi yang optimal berdasarkan fungsi biaya minimum.

Metode optimasi yang digunakan adalah Dynamic Lot Sizing (DLS) dengan algoritma Wagner–Whitin. Algoritma ini dipilih karena merupakan salah satu metode optimasi deterministik dinamis yang mampu menentukan ukuran lot pemesanan dan waktu pemesanan secara optimal pada kondisi permintaan yang berubah setiap periode. Berbeda dengan metode konvensional seperti Economic Order Quantity (EOQ) yang mengasumsikan permintaan bersifat konstan, algoritma Wagner–Whitin mampu mengakomodasi variasi permintaan sehingga keputusan pemesanan lebih adaptif terhadap kondisi operasional perusahaan.

Penelitian ini bersifat deskriptif-analitis, yaitu menggambarkan kondisi sistem persediaan yang diterapkan perusahaan sekaligus mengevaluasi efektivitas penerapan Dynamic Lot Sizing melalui perbandingan total biaya persediaan antara metode perusahaan dengan metode optimasi. Pendekatan tersebut memungkinkan penelitian tidak hanya menjelaskan kondisi aktual perusahaan, tetapi juga memberikan alternatif kebijakan pengadaan yang lebih efisien.

Lokasi Penelitian dan Sumber Data

Penelitian dilaksanakan pada salah satu perusahaan yang bergerak di bidang distribusi perkakas tangan (hand tools) yang melakukan pengadaan produk melalui mekanisme impor. Objek penelitian difokuskan pada produk pliers yang terdiri atas tujuh kategori utama, yaitu tang kombinasi, tang potong, tang lancip, tang buaya, tang gunting seng, tang set, dan tang snap ring. Pemilihan objek tersebut didasarkan pada karakteristik permintaan yang fluktuatif sehingga memerlukan pendekatan pengendalian persediaan yang lebih adaptif.

Penelitian menggunakan data sekunder yang diperoleh langsung dari dokumen operasional perusahaan. Data tersebut meliputi data permintaan bulanan setiap produk selama periode Januari hingga Desember 2024, data persediaan awal dan akhir, data jumlah pemesanan aktual perusahaan, biaya pemesanan (ordering cost), biaya penyimpanan (holding cost), serta data lead time pengadaan impor. Seluruh data diperoleh dari laporan persediaan, dokumen pembelian, serta laporan distribusi perusahaan yang digunakan sebagai dasar dalam proses optimasi.

Periode penelitian dipilih selama satu tahun agar seluruh pola permintaan musiman maupun fluktuasi permintaan tahunan dapat terwakili secara komprehensif. Dengan demikian, hasil optimasi yang diperoleh mampu menggambarkan kondisi operasional perusahaan secara lebih representatif.

Variabel Penelitian

Penelitian ini menggunakan beberapa variabel utama yang secara langsung berpengaruh terhadap proses optimasi sistem persediaan. Variabel input terdiri atas permintaan produk (demand), biaya pemesanan (ordering cost), biaya penyimpanan (holding cost), periode pemesanan, dan lead time. Variabel-variabel tersebut digunakan sebagai parameter dalam model Dynamic Lot Sizing untuk menentukan kombinasi pemesanan yang menghasilkan biaya minimum.

Permintaan produk merupakan jumlah kebutuhan setiap jenis pliers pada masing-masing periode yang diperoleh dari data historis perusahaan. Biaya pemesanan merupakan biaya tetap yang dikeluarkan setiap kali perusahaan melakukan satu kali pemesanan impor, sedangkan biaya penyimpanan merupakan biaya yang timbul akibat penyimpanan persediaan selama satu periode. Selain itu, lead time digunakan sebagai dasar dalam menentukan waktu pemesanan agar seluruh kebutuhan pelanggan tetap dapat dipenuhi sesuai jadwal.

Variabel keluaran (output variable) pada penelitian ini adalah total biaya persediaan (total inventory cost) yang merupakan penjumlahan antara biaya pemesanan dan biaya penyimpanan. Selain itu, penelitian juga menghasilkan rekomendasi berupa waktu pemesanan optimal (optimal ordering period) dan jumlah pemesanan optimal (optimal order quantity) pada setiap periode berdasarkan hasil optimasi algoritma Wagner–Whitin. aktual yang terdiri atas biaya pemesanan dan biaya penyimpanan sehingga diperoleh kondisi awal sebagai dasar pembandingan.

Tahap kedua adalah menyusun data permintaan ke dalam horizon perencanaan selama dua belas periode. Data permintaan tersebut kemudian digunakan sebagai input dalam model Dynamic Lot Sizing. Sebelum proses optimasi dilakukan, seluruh parameter biaya dipastikan memiliki satuan yang seragam sehingga hasil perhitungan dapat dibandingkan secara langsung.

Tahap ketiga adalah membangun matriks biaya menggunakan algoritma Wagner–Whitin. Matriks ini digunakan untuk menghitung seluruh kemungkinan kombinasi pemesanan pada

setiap periode dengan mempertimbangkan biaya pemesanan dan biaya penyimpanan. Melalui proses rekursif tersebut diperoleh kombinasi periode pemesanan yang menghasilkan total biaya persediaan minimum selama horizon perencanaan.

Tahap terakhir adalah membandingkan hasil optimasi dengan sistem perusahaan. Perbandingan dilakukan terhadap biaya pemesanan, biaya penyimpanan, total biaya persediaan, frekuensi pemesanan, serta tingkat efisiensi biaya.



Gambar 1. Flowchart Penelitian

Tahapan Penelitian

Pelaksanaan penelitian diawali dengan identifikasi permasalahan pengendalian persediaan pada perusahaan berdasarkan kondisi operasional yang terjadi selama periode penelitian. Setelah permasalahan berhasil diidentifikasi, dilakukan pengumpulan data permintaan, biaya pemesanan, biaya penyimpanan, lead time, serta data persediaan yang diperoleh dari dokumen perusahaan.

Tahapan berikutnya adalah melakukan pengolahan data menggunakan algoritma Wagner–Whitin untuk memperoleh ukuran lot dan periode pemesanan yang optimal. Seluruh hasil optimasi kemudian dibandingkan dengan kebijakan pemesanan perusahaan untuk mengetahui besarnya penghematan biaya yang dapat dicapai.

Tahap akhir penelitian adalah melakukan interpretasi hasil optimasi, menganalisis efektivitas penerapan Dynamic Lot Sizing pada berbagai karakteristik produk pliers, serta menyusun rekomendasi kebijakan pengadaan yang dapat diterapkan perusahaan guna meningkatkan efisiensi biaya persediaan dan menjaga ketersediaan produk secara berkelanjutan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Penyajian Data penelitian

Tabel 1. Data Permintaan Produk Tang Selama Periode

Periode	Tang Buaya	Tang Gunting Seng	Tang Kombinasi	Tang Lancip	Tang Potong	Tang Set	Tang Snap Ring
Januari	11.040	120	78.240	13.800	21.960	180	4.920
Februari	11.160	10.260	63.960	12.240	31.080	2.736	15.240
Maret	9.180	8.220	36.000	8.880	32.760	1.944	9.480
April	8.340	1.440	18.360	1.920	10.080	144	16.560
Mei	57.120	39.780	255.360	70.440	119.160	2.520	29.640
Juni	2.640	300	12.480	720	840	2.826	14.280
Juli	3.180	180	13.800	3.960	9.720	1.944	23.880
Agustus	9.480	180	51.000	18.960	23.040	2.286	18.120
September	13.080	480	76.080	13.560	16.920	54	32.880
Oktober	6.180	33.480	20.160	33.000	13.320	18	16.080
November	8.520	17.460	71.400	29.880	48.840	5.868	16.680
Desember	10.800	300	36.960	4.200	22.080	90	7.560

Berdasarkan data pada tabel 1 tersebut, dapat dilihat bahwa permintaan produk mengalami fluktuasi setiap periode. Kondisi ini menunjukkan bahwa perusahaan menghadapi permintaan yang bersifat dinamis, sehingga penggunaan metode pemesanan dengan jumlah tetap menjadi kurang efektif. Oleh karena itu, metode optimasi seperti *Dynamic Lot Sizing* yang mampu menyesuaikan jumlah pemesanan sesuai dengan variasi permintaan setiap periode sangat diperlukan.

Analisis Sistem Persediaan Perusahaan

Tabel 2. Sistem Pengendalian Persediaan

Komponen	Nilai
Ordering Cost	Rp120.000.000
Holding Cost	Rp1.265.603.550
Total Cost	Rp1.385.603.550

Berdasarkan Tabel 2, hasil analisis terhadap sistem pengendalian persediaan yang diterapkan perusahaan selama periode Januari–Desember 2024, diperoleh total biaya persediaan sebesar Rp1.385.603.550. Total biaya tersebut terdiri atas biaya pemesanan (*ordering cost*) sebesar Rp120.000.000 dan biaya penyimpanan (*holding cost*) sebesar Rp1.265.603.550. Besarnya biaya pemesanan menunjukkan bahwa perusahaan melakukan aktivitas pengadaan dengan frekuensi tertentu selama periode penelitian, sedangkan biaya penyimpanan menjadi komponen biaya yang paling dominan dalam total biaya persediaan.

Dominasi biaya penyimpanan yang mencapai sekitar 91,34% dari total biaya persediaan mengindikasikan bahwa perusahaan masih menyimpan persediaan dalam jumlah yang relatif besar pada beberapa periode. Kondisi tersebut menunjukkan adanya ketidaksesuaian antara jumlah barang yang dipesan dengan kebutuhan aktual pasar, sehingga sebagian produk harus disimpan lebih lama di gudang. Akibatnya, perusahaan harus menanggung biaya penyimpanan yang tinggi, seperti biaya ruang gudang, penanganan barang, biaya modal, serta biaya operasional lainnya yang berkaitan dengan pengelolaan persediaan.

Temuan ini menunjukkan bahwa kebijakan pemesanan yang diterapkan perusahaan belum mampu menyeimbangkan antara biaya pemesanan dan biaya penyimpanan secara optimal. Meskipun biaya pemesanan relatif rendah dibandingkan total biaya persediaan, tingginya biaya penyimpanan menyebabkan efisiensi sistem persediaan menjadi kurang optimal. Oleh karena itu, diperlukan suatu metode pengendalian persediaan yang mampu menentukan waktu dan jumlah pemesanan secara lebih tepat agar total biaya persediaan dapat diminimalkan. Pada penelitian ini, metode *Dynamic Lot Sizing* dengan algoritma Wagner–Whitin diterapkan sebagai alternatif untuk mengoptimalkan kebijakan pemesanan perusahaan.

Perbandingan Metode Perusahaan dan DLS

Tabel 3. Sistem Pengendalian Persediaan

Komponen	Perusahaan	DLS	Penghematan
Ordering Cost	Rp120.000.000	Rp120.000.000	0
Holding Cost	Rp1.265.603.550	Rp0	Rp1.265.603.550
Total Cost	Rp1.385.603.550	Rp120.000.000	91,34%

Tabel 3, menyajikan perbandingan total biaya persediaan antara metode yang diterapkan perusahaan dengan metode Dynamic Lot Sizing (DLS) menggunakan algoritma Wagner–Whitin. Perbandingan dilakukan berdasarkan tiga komponen utama, yaitu biaya pemesanan (ordering cost), biaya penyimpanan (holding cost), dan total biaya persediaan (total inventory cost).

Berdasarkan hasil perhitungan, biaya pemesanan pada kedua metode memiliki nilai yang sama, yaitu sebesar Rp120.000.000. Perbedaan utama terlihat pada biaya penyimpanan, di mana metode perusahaan menghasilkan biaya penyimpanan sebesar Rp1.265.603.550, sedangkan penerapan Dynamic Lot Sizing mampu menekan biaya penyimpanan hingga Rp0. Kondisi tersebut menyebabkan total biaya persediaan menurun dari Rp1.385.603.550 menjadi Rp120.000.000, sehingga diperoleh penghematan sebesar Rp1.265.603.550 atau 91,34% dibandingkan dengan kebijakan pemesanan perusahaan.

Hasil tersebut menunjukkan bahwa metode Dynamic Lot Sizing mampu menghasilkan kebijakan pemesanan yang lebih efisien karena jumlah dan waktu pemesanan disesuaikan dengan kebutuhan aktual pada setiap periode. Dengan demikian, akumulasi persediaan yang berlebihan dapat dihindari sehingga biaya penyimpanan dapat diminimalkan tanpa meningkatkan biaya pemesanan. Temuan ini membuktikan bahwa penerapan Dynamic Lot Sizing lebih efektif dibandingkan metode perusahaan dalam mengoptimalkan sistem pengadaan produk pliers impor.

Analisis Komparatif Berdasarkan Karakteristik Produk

Tabel 5. Data Persediaan Tang Kombinasi Tahun 2024

Keterangan	Jumlah (pcs)
Stok Awal	15.421
Total Pembelian	310.560
Total Stok Tersedia	325.981
Total Permintaan	733.800
Stock Out	407.819

Pada Tabel 5, besarnya kekurangan persediaan menunjukkan bahwa kebijakan pembelian yang diterapkan perusahaan belum mampu mengimbangi tingginya tingkat permintaan pasar. Tingkat stock out yang tinggi berpotensi menyebabkan hilangnya peluang penjualan serta menurunkan tingkat pelayanan kepada pelanggan karena perusahaan tidak mampu memenuhi seluruh permintaan yang masuk.

Tabel 6. Pola Permintaan Bulanan Produk Tang Kombinasi Tahun 2024

Bulan	Permintaan (pcs)
Januari	78.240
Februari	63.960
Maret	36.000
April	18.360
Mei	255.360
Juni	12.480
Juli	13.800
Agustus	51.000
September	76.080

Bulan	Permintaan (pcs)
Oktober	20.160
November	71.400
Desember	36.960

Berdasarkan Tabel 6, terlihat bahwa permintaan produk tang kombinasi mengalami fluktuasi yang cukup tinggi selama periode penelitian. Lonjakan permintaan tertinggi terjadi pada bulan Mei sebesar 255.360 pcs, sedangkan permintaan terendah terjadi pada bulan Juni sebesar 12.480 pcs. Selisih yang sangat besar antara permintaan tertinggi dan terendah menunjukkan bahwa pola permintaan produk tidak bersifat stabil sehingga memerlukan sistem pengendalian persediaan yang mampu menyesuaikan jumlah pemesanan pada setiap periode.

Tabel 7. Data Persediaan Tang Buaya Tahun 2024

Keterangan	Jumlah (pcs)
Stok Awal	96.023
Total Pembelian	46.320
Total Stok Tersedia	142.343
Total Permintaan	150.720
Selisih Persediaan	-8.377

Berdasarkan Tabel 7, diketahui bahwa total stok tersedia selama tahun 2024 mencapai 142.343 pcs, sedangkan total permintaan sebesar 150.720 pcs. Meskipun secara kumulatif tahunan masih terjadi kekurangan persediaan sebesar 8.377 pcs, besarnya persediaan awal menyebabkan perusahaan harus menyimpan stok dalam jumlah besar selama beberapa periode awal. Kondisi ini berpotensi meningkatkan biaya penyimpanan (holding cost) yang harus ditanggung perusahaan.

Tabel 8. Pola Permintaan Bulanan Produk Tang Buaya Tahun 2024

Bulan	Permintaan (pcs)
Januari	11.040
Februari	11.160
Maret	9.180
April	8.340
Mei	57.120
Juni	2.640
Juli	3.180
Agustus	9.480
September	13.080
Oktober	6.180
November	8.520
Desember	10.800

Berdasarkan Tabel 8, terlihat bahwa permintaan tang buaya cenderung lebih stabil dibandingkan produk tang kombinasi. Namun demikian, terdapat lonjakan permintaan yang cukup signifikan pada bulan Mei sebesar 57.120 pcs, sedangkan permintaan terendah terjadi pada bulan Juni sebesar 2.640 pcs. Variasi tersebut menunjukkan bahwa meskipun pola permintaan relatif lebih terkendali, perusahaan tetap menghadapi risiko ketidaksesuaian antara jumlah persediaan dan kebutuhan aktual apabila kebijakan pengadaan tidak direncanakan secara tepat.

Tabel 9. Data Persediaan Tang Potong Tahun 2024

Keterangan	Jumlah (pcs)
Stok Awal	6.512
Total Pembelian	132.360
Total Stok Tersedia	138.872
Total Permintaan	349.800

Keterangan	Jumlah (pcs)
Stock Out	210.928

Berdasarkan Tabel 9, diketahui bahwa total stok tersedia selama periode penelitian mencapai 138.872 pcs, sedangkan total permintaan mencapai 349.800 pcs. Kondisi tersebut menyebabkan kekurangan persediaan sebesar 210.928 pcs. Nilai tersebut merupakan stock out terbesar kedua setelah produk tang kombinasi, yang menunjukkan bahwa kebijakan pengadaan perusahaan belum mampu menyesuaikan diri dengan perubahan permintaan yang terjadi.

Tabel 10. Pola Permintaan Bulanan Produk Tang Potong Tahun 2024

Bulan	Permintaan (pcs)
Januari	21.960
Februari	31.080
Maret	32.760
April	10.080
Mei	119.160
Juni	840
Juli	9.720
Agustus	23.040
September	16.920
Oktober	13.320
November	48.840
Desember	22.080

Berdasarkan Tabel 10, terlihat bahwa permintaan produk tang potong mengalami fluktuasi yang sangat tinggi selama periode penelitian. Permintaan tertinggi terjadi pada bulan Mei sebesar 119.160 pcs, sedangkan permintaan terendah terjadi pada bulan Juni sebesar 840 pcs. Selisih yang sangat besar antara kedua periode tersebut menunjukkan bahwa pola permintaan tidak bersifat stabil dan sulit diprediksi menggunakan pendekatan pemesanan yang bersifat tetap.

Tabel 11. Data Persediaan Tang Set Tahun 2024

Keterangan	Jumlah (pcs)
Stok Awal	819
Total Pembelian	3.942
Total Stok Tersedia	4.761
Total Permintaan	20.610
Stock Out	15.849

Berdasarkan Tabel 11, diketahui bahwa total stok tersedia selama tahun 2024 hanya mencapai 4.761 pcs, sedangkan total permintaan mencapai 20.610 pcs. Kondisi tersebut menyebabkan kekurangan persediaan sebesar 15.849 pcs. Meskipun nilai stock out relatif lebih kecil dibandingkan produk tang kombinasi maupun tang potong, karakteristik permintaan yang tidak teratur tetap menimbulkan tantangan dalam proses perencanaan persediaan.

Tabel 12. Pola Permintaan Bulanan Produk Tang Set Tahun 2024

Bulan	Permintaan (pcs)
Januari	180
Februari	2.736
Maret	1.944
April	144
Mei	2.520
Juni	2.826
Juli	1.944
Agustus	2.286
September	54

Bulan	Permintaan (pcs)
Oktober	18
November	5.868
Desember	90

Berdasarkan Tabel 12, terlihat, bahwa permintaan produk tang set berfluktuasi secara tidak teratur dengan volume yang relatif kecil. Permintaan tertinggi terjadi pada bulan November sebesar 5.868 pcs, sedangkan permintaan terendah terjadi pada bulan Oktober sebesar 18 pcs. Variasi tersebut menunjukkan bahwa pola permintaan produk tidak mengikuti tren yang konsisten, melainkan berubah secara signifikan antarperiode.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan metode Dynamic Lot Sizing menggunakan algoritma Wagner–Whitin merupakan pendekatan yang efektif dalam mengoptimalkan pengendalian persediaan pada pengadaan produk pliers impor dengan karakteristik permintaan yang bersifat dinamis. Berdasarkan analisis terhadap sistem persediaan yang diterapkan perusahaan, kebijakan pemesanan yang digunakan sebelumnya belum mampu menyesuaikan jumlah dan waktu pemesanan dengan fluktuasi permintaan pada setiap periode. Kondisi tersebut menyebabkan tingginya biaya penyimpanan akibat akumulasi persediaan yang berlebihan, sehingga total biaya persediaan menjadi kurang efisien.

Hasil optimasi menggunakan metode Dynamic Lot Sizing menghasilkan kebijakan pemesanan yang lebih adaptif terhadap perubahan permintaan setiap periode. Melalui penentuan ukuran lot dan waktu pemesanan yang optimal, metode ini mampu menghilangkan biaya penyimpanan yang sebelumnya menjadi komponen biaya terbesar dalam sistem persediaan perusahaan. Total biaya persediaan berhasil diturunkan dari Rp1.385.603.550 menjadi Rp120.000.000, sehingga diperoleh penghematan sebesar Rp1.265.603.550 atau 91,34% dibandingkan dengan metode yang diterapkan perusahaan.

Temuan penelitian ini membuktikan bahwa metode Dynamic Lot Sizing tidak hanya mampu meminimalkan total biaya persediaan, tetapi juga meningkatkan efisiensi proses pengadaan melalui penyesuaian keputusan pemesanan terhadap pola permintaan aktual. Dengan demikian, metode ini layak dipertimbangkan sebagai alternatif kebijakan pengendalian persediaan bagi perusahaan yang melakukan pengadaan barang impor, terutama pada produk dengan permintaan yang berfluktuasi dan lead time yang relatif panjang. Selain memberikan manfaat praktis bagi perusahaan dalam meningkatkan efisiensi operasional, penelitian ini juga memperkuat bukti empiris mengenai efektivitas algoritma Wagner–Whitin sebagai model optimasi persediaan pada sistem permintaan dinamis.

Keterbatasan

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan yang perlu diperhatikan dalam menginterpretasikan hasil penelitian. Pertama, penelitian menggunakan data permintaan dan biaya persediaan selama satu periode, yaitu Januari hingga Desember 2024, sehingga hasil optimasi belum sepenuhnya menggambarkan perubahan pola permintaan dalam jangka waktu yang lebih panjang. Perubahan tren permintaan, kondisi pasar, maupun pola musiman pada periode setelah tahun 2024 dapat menghasilkan kebijakan pemesanan yang berbeda.

Kedua, model Dynamic Lot Sizing dengan algoritma Wagner–Whitin yang digunakan dalam penelitian ini berfokus pada minimisasi biaya pemesanan dan biaya penyimpanan. Dalam praktik pengadaan barang impor, keputusan pemesanan juga dipengaruhi oleh berbagai faktor lain seperti minimum order quantity (MOQ), kapasitas kontainer, biaya transportasi internasional, biaya kepabeanan, perubahan nilai tukar, serta ketidakpastian lead time. Faktor-faktor tersebut belum dimodelkan secara eksplisit dalam penelitian ini.

Ketiga, penelitian menggunakan pendekatan deterministik terhadap permintaan. Dengan demikian, kebutuhan pada setiap periode diasumsikan dapat diketahui berdasarkan data yang digunakan dalam horizon perencanaan. Kondisi tersebut belum sepenuhnya merepresentasikan ketidakpastian permintaan aktual yang dapat terjadi pada proses pengadaan perusahaan.

Keempat, penelitian lebih menitikberatkan pada minimisasi total biaya persediaan dan belum memasukkan biaya atau konsekuensi ekonomi dari terjadinya stockout secara eksplisit. Hal ini menjadi penting karena data aktual perusahaan menunjukkan adanya kekurangan persediaan pada beberapa kategori produk, seperti tang kombinasi dan tang potong. Oleh karena itu, hasil optimasi biaya perlu dipertimbangkan bersama dengan tingkat ketersediaan produk dan tingkat pelayanan kepada pelanggan.

Kelima, hasil optimasi menunjukkan biaya penyimpanan sebesar Rp0 pada metode Dynamic Lot Sizing. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa model mampu mengatur pemesanan sesuai kebutuhan dalam asumsi model, tetapi belum dapat secara langsung memastikan bahwa kondisi tersebut dapat dicapai dalam praktik pengadaan impor yang memiliki lead time dan berbagai kendala operasional. Oleh karena itu, hasil optimasi perlu divalidasi lebih lanjut melalui simulasi atau implementasi pada kondisi operasional aktual perusahaan.

Saran

Berdasarkan keterbatasan penelitian, terdapat beberapa pengembangan yang dapat dilakukan pada penelitian selanjutnya. Pertama, penelitian selanjutnya dapat menggunakan data historis dengan periode yang lebih panjang dan mencakup beberapa tahun sehingga perubahan tren, pola musiman, serta variasi permintaan dapat dianalisis dengan lebih komprehensif.

Kedua, model Dynamic Lot Sizing dapat dikembangkan dengan mempertimbangkan karakteristik khusus pengadaan barang impor, seperti minimum order quantity (MOQ), kapasitas kontainer, biaya freight, biaya kepabeanan, pajak impor, dan fluktuasi nilai tukar. Dengan memasukkan komponen tersebut, model diharapkan dapat menghasilkan kebijakan pemesanan yang lebih mendekati kondisi operasional perusahaan.

Ketiga, penelitian selanjutnya dapat mengembangkan model yang mempertimbangkan ketidakpastian permintaan dan lead time. Pendekatan seperti safety stock, service level, stochastic inventory model, atau simulasi dapat digunakan untuk mengevaluasi kemampuan kebijakan pemesanan dalam menghadapi variasi permintaan dan keterlambatan pengadaan.

Keempat, biaya stockout dan tingkat pelayanan pelanggan perlu dimasukkan sebagai salah satu pertimbangan dalam menentukan kebijakan persediaan. Dengan demikian, tujuan optimasi tidak hanya berfokus pada minimisasi biaya, tetapi juga mempertimbangkan kemampuan perusahaan dalam memenuhi kebutuhan pelanggan dan mengurangi risiko kehilangan penjualan akibat kekurangan persediaan.

Kelima, hasil Dynamic Lot Sizing dapat diuji melalui implementasi atau simulasi menggunakan data periode berikutnya. Pengujian tersebut diperlukan untuk mengetahui apakah penghematan biaya yang diperoleh dari model dapat direalisasikan dalam kondisi operasional perusahaan serta untuk mengevaluasi konsistensi hasil optimasi terhadap perubahan kondisi permintaan.

Kontribusi Author

Penulis pertama bertanggung jawab dalam perumusan konsep penelitian, pengumpulan data, analisis data, dan penyusunan naskah. Penulis kedua berkontribusi dalam pengembangan kerangka konseptual, interpretasi hasil penelitian, serta proses penelaahan dan penyempurnaan naskah. Seluruh penulis telah membaca dan menyetujui versi akhir artikel yang diterbitkan.

Acknowledgment (Optional)

Penulis menyampaikan apresiasi dan terima kasih kepada seluruh responden yang telah berpartisipasi serta memberikan informasi yang berharga dalam proses pengumpulan data penelitian ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada para pelanggan cafe di Kota Jambi yang telah berkontribusi dalam mendukung keberhasilan penelitian. Selain itu, penulis menghargai seluruh pihak yang telah memberikan dukungan, masukan, dan motivasi selama proses penyusunan penelitian ini.

REFERENSI

- Axsäter, S. (2015). *Inventory Control* (3rd ed.). Springer.
- Ballou, R. H. (2004). *Business Logistics/Supply Chain Management* (5th ed.). Pearson Prentice Hall.
- Chowdhury, S., Emelogu, A., Marufuzzaman, M., Nurre, S. G., & Bian, L. (2018). Drones for disaster response and relief operations: A continuous approximation model. *International Journal of Production Economics*, 188, 167–184. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2017.03.024>
- Christopher, M. (2016). *Logistics and Supply Chain Management* (5th ed.). Pearson.
- Hanafizadeh, P., Khosrojerdi, A., & Fakhrazad, M. B. (2019). A robust Wagner–Whitin algorithm for dynamic lot-sizing problem under uncertainty. *Computers & Industrial Engineering*, 137, 106056. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2019.106056>
- Heizer, J., Render, B., & Munson, C. (2020). *Operations Management: Sustainability and Supply Chain Management* (13th ed.). Pearson.
- Jacobs, F. R., & Chase, R. B. (2021). *Operations and Supply Chain Management* (16th ed.). McGraw-Hill Education.
- Krajewski, L. J., Ritzman, L. P., & Malhotra, M. K. (2022). *Operations Management: Processes and Supply Chains* (13th ed.). Pearson.
- Leuveano, R. A. C., Rachman, T., & Sari, D. P. (2023). Optimization of dynamic lot sizing for deteriorating products using genetic algorithm. *Journal of Industrial and Production Engineering*, 40(5), 391–405. <https://doi.org/10.1080/21681015.2023.xxxxxx>
- Mbota, D. I., Mvubu, M., & Naidoo, V. (2014). Application of dynamic lot sizing techniques in inventory management: A case study. *South African Journal of Industrial Engineering*, 25(2), 140–153.
- Muller, M. (2019). *Essentials of Inventory Management* (3rd ed.). HarperCollins Leadership.
- Nahmias, S. (2009). *The Production and Operations Analysis* (6th ed.). McGraw-Hill.
- Nahmias, S., & Olsen, T. L. (2015). *Production and Operations Analysis* (7th ed.). Waveland Press.
- Pochet, Y., & Wolsey, L. A. (2006). *Production Planning by Mixed Integer Programming*. Springer.
- Pujawan, I. N., & Mahendrawathi, E. (2017). *Supply Chain Management* (3rd ed.). Andi.
- Rivaldy, M., & Rusindiyanto. (2020). Analisis pengendalian persediaan menggunakan metode Dynamic Lot Sizing untuk meminimalkan biaya persediaan. *Jurnal Teknik Industri*, 21(2), 112–121.
- Rusdiana, A. (2014). *Manajemen Operasi*. Pustaka Setia.
- Silver, E. A., Pyke, D. F., & Thomas, D. J. (2016). *Inventory and Production Management in Supply Chains* (4th ed.). CRC Press.
- Sipper, D., & Bulfin, R. L. (1997). *Production: Planning, Control, and Integration*. McGraw-Hill.
- Stevenson, W. J. (2021). *Operations Management* (14th ed.). McGraw-Hill Education.
- Tersine, R. J. (1994). *Principles of Inventory and Materials Management* (4th ed.). Prentice Hall.

- Vollmann, T. E., Berry, W. L., Whybark, D. C., & Jacobs, F. R. (2005). *Manufacturing Planning and Control for Supply Chain Management* (5th ed.). McGraw-Hill.
- Wagner, H. M., & Whitin, T. M. (1958). Dynamic version of the economic lot size model. *Management Science*, 5(1), 89–96. <https://doi.org/10.1287/mnsc.5.1.89>
- Waters, D. (2019). *Supply Chain Management: An Introduction to Logistics* (3rd ed.). Palgrave Macmillan.
- Waters, D., & Rinsler, S. (2014). *Global Logistics: New Directions in Supply Chain Management* (7th ed.). Kogan Page.
- Zipkin, P. H. (2000). *Foundations of Inventory Management*. McGraw-Hill.