P-ISSN: 3047-3527, E-ISSN: 3047-7018
JURAMA, Vol. 3, No. 4, November 2026
Lembaga Aspirasi Pendidikan, Penelitian dan Pengabdian Putra Bangsa (LP4B) Tangerang Selatan

ANALISIS MANAJEMEN PERSEDIAAN DAN EFISIENSI DISTRIBUSI SPBU PERTAMINA DALAM MENGHADAPI LONJAKAN PERMINTAAN BBM SUBSIDI PASCA KENAIKAN HARGA NON SUBSIDI

Siti Munawaroh[1*], **Ria Rismawati**[2], **Niken Setianing Rahayu**[3]
[1,2,3]Program Studi Manajemen, Universitas Pamulang, Indonesia
Email: [1*]sitimunawaroh.gunawan06@gmail.com, [2]riarismawati2003@gmail.com, [3]nikensetianingrahayu744@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini mengkaji manajemen persediaan dan efisiensi distribusi bahan bakar minyak (BBM) bersubsidi pada SPBU Pertamina dalam konteks lonjakan permintaan pasca kenaikan harga BBM non-subsidi. Fenomena migrasi konsumsi dari BBM non-subsidi ke BBM bersubsidi menimbulkan tekanan signifikan pada rantai pasokan dan kapasitas distribusi SPBU, yang berimplikasi langsung terhadap efektivitas program subsidi energi nasional. Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif dengan analisis data sekunder dari laporan operasional SPBU, data distribusi PT Pertamina (Persero), serta data BPH Migas periode 2021-2025, yang dianalisis menggunakan model Economic Order Quantity (EOQ), Safety Stock Analysis, dan Reorder Point (ROP) untuk mengukur efisiensi pengelolaan persediaan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pasca kenaikan harga BBM non-subsidi, volume permintaan BBM bersubsidi meningkat rata-rata 23,4 persen dalam tiga bulan pertama dengan variabilitas permintaan harian mencapai 31,7 persen di atas rata-rata historis, sehingga mengakibatkan ketidaksesuaian antara jadwal pengiriman dan kebutuhan aktual di lapangan. Analisis EOQ mengindikasikan bahwa sebagian besar SPBU beroperasi di bawah kuantitas pemesanan optimal, dengan rata-rata selisih 18,6 persen dari titik optimal, yang secara langsung berkontribusi pada peningkatan biaya simpan dan frekuensi kehabisan stok. Temuan ini menegaskan perlunya reformasi sistem manajemen persediaan berbasis data real-time serta penyesuaian mekanisme distribusi yang lebih responsif terhadap dinamika permintaan pasar BBM subsidi di Indonesia.

Kata Kunci: Manajemen Persediaan, EOQ, Distribusi BBM, SPBU Pertamina, BBM Subsidi

ABSTRACT

This study examines inventory management and distribution efficiency of subsidized fuel (BBM) at Pertamina gas stations (SPBU) in the context of demand surge following the price increase of non-subsidized fuel. The phenomenon of consumption migration from non-subsidized to subsidized fuel creates significant pressure on supply chains and SPBU distribution capacity, with direct implications for the effectiveness of the national energy subsidy program. The study employs a quantitative approach using secondary data analysis from SPBU operational reports, PT Pertamina (Persero) distribution data, and BPH Migas data for the period 2021-2025, analyzed through Economic Order Quantity (EOQ), Safety Stock Analysis, and Reorder Point (ROP) models to measure inventory management efficiency. The findings reveal that following the non-subsidized fuel price increase, subsidized fuel demand volume increased by an average of 23.4 percent in the first three months, with daily demand variability reaching 31.7 percent above historical averages, resulting in misalignment between delivery schedules and actual field requirements. EOQ analysis indicates that most SPBUs operate below the optimal order quantity, with an average gap of 18.6 percent from the optimal point, directly contributing to increased holding costs and stockout frequency. These findings underscore the

need for a real-time data-based inventory management system reform and more responsive distribution mechanism adjustments to the dynamics of subsidized fuel market demand in Indonesia.

Keywords: Inventory Management, EOQ, Fuel Distribution, Pertamina SPBU, Subsidized Fuel

PENDAHULUAN

Ketahanan energi merupakan salah satu pilar fundamental pembangunan ekonomi nasional yang keberhasilannya sangat dipengaruhi oleh efektivitas sistem distribusi bahan bakar minyak (BBM). Di tingkat global, International Energy Agency (IEA, 2023) mencatat bahwa gangguan rantai pasokan energi telah menyebabkan kerugian ekonomi rata-rata sebesar 0,8 persen dari Produk Domestik Bruto (PDB) pada negara-negara yang bergantung pada sistem distribusi terpusat, terutama ketika terjadi pergeseran mendadak dalam pola permintaan konsumen. Pengalaman dari negara-negara seperti India, Brasil, dan Thailand menunjukkan bahwa ketika pemerintah menaikkan harga BBM non-subsidi, terjadi fenomena yang dikenal sebagai "fuel substitution effect" - yaitu migrasi konsumsi besar-besaran dari BBM premium ke BBM bersubsidi - yang mampu meningkatkan volume permintaan BBM bersubsidi hingga 25-35 persen dalam rentang waktu tiga hingga enam bulan pascakenaikan harga (World Bank, 2022). Fenomena ini menciptakan tantangan sistemik bagi pengelolaan rantai pasokan yang tidak selalu diantisipasi secara memadai oleh operator SPBU maupun regulator energi nasional. Dinamika ini sangat relevan untuk dikaji secara mendalam mengingat implikasinya yang luas terhadap anggaran subsidi negara, efisiensi distribusi, dan aksesibilitas energi masyarakat berpenghasilan rendah sebagai kelompok sasaran utama program BBM bersubsidi.

Di Indonesia, permasalahan manajemen distribusi BBM bersubsidi telah menjadi isu strategis yang berulang kali mengemuka setiap kali terjadi penyesuaian harga energi. Ketika pemerintah Indonesia menaikkan harga Pertalite dan Pertamax pada September 2022 - masing-masing dari Rp 7.650 menjadi Rp 10.000 per liter dan dari Rp 12.500 menjadi Rp 14.500 per liter - konsumsi BBM bersubsidi jenis Solar mengalami lonjakan rata-rata 18,7 persen dalam 30 hari pertama pascakenaikan, jauh melampaui kuota distribusi yang telah ditetapkan (BPH Migas, 2022). Data PT Pertamina (Persero) menunjukkan bahwa pada periode tersebut, lebih dari 40 persen SPBU di wilayah Jawa, Bali, dan Sumatra mengalami kondisi stockout atau kehabisan stok setidaknya sekali dalam rentang satu minggu, mengakibatkan antrean panjang yang mengganggu mobilitas sosial-ekonomi masyarakat. Kapasitas kuota Bahan Bakar Minyak bersubsidi yang ditetapkan pemerintah sebesar 23 juta kiloliter untuk tahun 2023 terlampaui 8,4 persen pada pertengahan tahun, memaksa pemerintah melakukan revisi kuota sebanyak dua kali (Kementerian ESDM, 2023). Kondisi ini secara tegas menggambarkan ketidaksesuaian yang fundamental antara sistem manajemen persediaan yang ada dengan realitas dinamika permintaan BBM bersubsidi di lapangan, dan menjadi landasan empiris yang kuat bagi urgensi penelitian ini.

Manajemen persediaan yang efektif merupakan komponen kritis dalam sistem distribusi energi, sebagaimana dibuktikan oleh berbagai studi internasional yang mengkaji hubungan antara inventory management practices dan service level dalam industri distribusi bahan bakar. Penelitian Adenso-Diaz et al. (2022) pada jaringan distribusi bahan bakar di Spanyol menemukan bahwa penerapan model Economic Order Quantity (EOQ) yang dikombinasikan dengan analisis reorder point yang dinamis mampu menurunkan frekuensi stockout sebesar 34 persen sekaligus mengurangi biaya persediaan total sebesar 22 persen dibandingkan sistem pemesanan berbasis rutinitas (routine-based ordering). Studi serupa oleh Kurniawan dan Widodo (2023) pada SPBU di kawasan urban Indonesia mengidentifikasi bahwa rata-rata buffer stock yang dipertahankan SPBU hanya mampu mengcover permintaan selama 1,2 hari dalam kondisi normal, jauh di bawah rekomendasi 3-5 hari yang disarankan oleh standar operasional Pertamina. Temuan-temuan ini menunjukkan bahwa ada kesenjangan yang signifikan antara praktik manajemen persediaan yang diterapkan dan standar optimal yang seharusnya diimplementasikan. Kesenjangan ini menjadi semakin kritis ketika terjadi lonjakan permintaan tidak terduga seperti yang terjadi pasca kenaikan harga BBM non-subsidi, yang secara mendadak mengubah parameter permintaan yang menjadi basis perencanaan persediaan SPBU.

Pada dimensi yang lebih luas, efisiensi distribusi BBM tidak hanya merupakan persoalan operasional logistik, tetapi juga memiliki implikasi distribusional yang dalam terhadap keadilan sosial-ekonomi. Program subsidi BBM di Indonesia, yang sejak tahun 2015 difokuskan pada Solar bersubsidi dan LPG 3 kg, dirancang untuk melindungi kelompok masyarakat berpenghasilan rendah dari tekanan biaya energi. Namun, World Bank (2021) dalam kajiannya mengenai efektivitas subsidi energi di negara berkembang menemukan bahwa inefisiensi distribusi - yang mencakup stockout, pengurangan jam operasional SPBU, serta kebocoran akibat pembelian tidak tepat sasaran - dapat mengurangi manfaat yang diterima kelompok sasaran hingga 40 persen dari total nilai subsidi yang dianggarkan. Di Indonesia, Lembaga Penelitian SMERU (2022) mengestimasi bahwa dari setiap Rp 100 yang dialokasikan untuk subsidi BBM, hanya sekitar Rp 57 yang benar-benar dinikmati oleh kelompok 40 persen berpenghasilan terbawah, sebagian besar akibat kombinasi antara inefisiensi distribusi dan ketidaktepatan sasaran penerima manfaat. Data ini menegaskan bahwa perbaikan sistem manajemen persediaan dan efisiensi distribusi bukan sekadar persoalan operasional teknis, melainkan menyentuh dimensi keadilan dalam kebijakan energi nasional.

Studi literatur terkini mengungkapkan beberapa penelitian yang telah dilakukan untuk mengkaji berbagai aspek dari permasalahan distribusi BBM dan manajemen persediaan, namun dengan pendekatan yang masih terfragmentasi. Prasetyo dan Hidayat (2023) menganalisis dampak kebijakan penetapan harga BBM terhadap perilaku konsumsi, tetapi tidak menghubungkan temuan tersebut dengan implikasi operasional bagi SPBU. Rachman et al. (2022) mengkaji efektivitas sistem distribusi Solar bersubsidi di wilayah Jawa Timur dan menemukan bahwa keterlambatan pengiriman rata-rata 4,3 jam dari jadwal yang ditetapkan berkontribusi signifikan terhadap terjadinya antrean dan ketidakpuasan konsumen. Penelitian Wijaya dan Santoso (2024) yang menggunakan pendekatan simulasi Monte Carlo menemukan bahwa variabilitas permintaan BBM bersubsidi yang tinggi pasca kebijakan kenaikan harga memerlukan buffer stock minimal 35 persen di atas rata-rata permintaan harian untuk mempertahankan service level di atas 95 persen. Meskipun demikian, kajian yang secara komprehensif mengintegrasikan analisis manajemen persediaan berbasis model kuantitatif dengan konteks spesifik lonjakan permintaan pasca kenaikan harga BBM non-subsidi di Indonesia masih sangat terbatas, dan inilah celah penelitian yang berupaya diisi oleh studi ini.

Perlu juga ditekankan bahwa konteks institusional penelitian ini sangat relevan untuk dipahami secara mendalam. SPBU Pertamina beroperasi dalam kerangka sistem distribusi tertutup (closed distribution system) di mana PT Pertamina (Persero) mengendalikan seluruh rantai pasokan mulai dari kilang, terminal BBM, depo, hingga SPBU sebagai titik akhir distribusi. Sistem ini memiliki karakteristik yang berbeda dari jaringan distribusi berbasis pasar bebas, di mana fleksibilitas respons terhadap perubahan permintaan dibatasi oleh regulasi alokasi kuota, standar operasional prosedur distribusi, serta kapasitas infrastruktur yang terpasang. Badan Pengatur Hilir Minyak dan Gas Bumi (BPH Migas, 2024) mencatat bahwa dari 7.819 SPBU yang beroperasi di seluruh Indonesia pada akhir tahun 2023, sekitar 62 persen masih menggunakan sistem manajemen persediaan berbasis pengalaman historis tanpa memanfaatkan data permintaan real-time atau model prediksi kuantitatif. Kondisi ini menciptakan kerentanan struktural yang sangat signifikan, terutama dalam menghadapi volatilitas permintaan yang dipicu oleh kebijakan harga energi. Oleh karena itu, penelitian ini hadir sebagai upaya untuk memberikan solusi berbasis bukti empiris dalam rangka meningkatkan efisiensi sistem distribusi BBM bersubsidi di Indonesia.

Berdasarkan uraian di atas, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis secara kuantitatif bagaimana sistem manajemen persediaan SPBU Pertamina merespons lonjakan permintaan BBM bersubsidi pasca kenaikan harga BBM non-subsidi, mengukur tingkat efisiensi distribusi yang ada, mengidentifikasi faktor-faktor penghambat optimalisasi persediaan, dan merumuskan rekomendasi berbasis model kuantitatif yang dapat diimplementasikan untuk meningkatkan efisiensi sistem secara keseluruhan. Secara khusus, penelitian ini menerapkan tiga model kuantitatif utama, yaitu Economic Order Quantity (EOQ) untuk menentukan kuantitas pemesanan optimal, Safety Stock Analysis untuk mengukur kecukupan stok pengaman dalam menghadapi variabilitas permintaan, dan Reorder Point (ROP) untuk menentukan titik pemesanan ulang yang optimal. Kontribusi penelitian ini diharapkan dapat mengisi kesenjangan dalam literatur dengan menyajikan analisis empiris yang terintegrasi antara dinamika kebijakan harga energi, perilaku permintaan konsumen, dan kapabilitas operasional sistem distribusi SPBU. Dengan demikian, hasil penelitian ini tidak hanya relevan bagi manajemen

operasional Pertamina dan SPBU, tetapi juga bagi pembuat kebijakan di Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) serta BPH Migas dalam merancang mekanisme distribusi yang lebih responsif dan berkeadilan.

Manajemen persediaan merupakan salah satu fungsi operasional paling kritis dalam industri distribusi, termasuk distribusi bahan bakar minyak. Heizer et al. (2022) mendefinisikan manajemen persediaan sebagai proses perencanaan, pengendalian, dan pengelolaan stok barang yang bertujuan untuk memastikan ketersediaan produk yang cukup guna memenuhi permintaan pelanggan, sekaligus meminimalkan biaya total yang terkait dengan kepemilikan persediaan. Dalam konteks distribusi BBM, manajemen persediaan yang efektif harus mempertimbangkan empat dimensi utama secara simultan: ketersediaan produk (service level), biaya penyimpanan (holding cost), biaya pemesanan (ordering cost), dan risiko kehabisan stok (stockout risk). Laudon dan Laudon (2022) menekankan bahwa di era digital saat ini, sistem informasi manajemen berbasis data real-time telah menjadi enabler utama yang membedakan pengelolaan persediaan berkinerja tinggi dengan yang konvensional, terutama dalam industri dengan volatilitas permintaan yang tinggi. Dalam industri distribusi bahan bakar, yang permintaannya dipengaruhi oleh berbagai faktor eksternal seperti kebijakan harga, musim, dan aktivitas ekonomi regional, kemampuan untuk merespons perubahan permintaan secara cepat dan akurat menjadi keunggulan kompetitif yang sangat signifikan (Nahmias & Olsen, 2021).

Model Economic Order Quantity (EOQ), yang pertama kali diperkenalkan oleh Ford W. Harris pada tahun 1913 dan kemudian dikembangkan lebih lanjut oleh Wilson (1934), tetap menjadi salah satu model kuantitatif paling fundamental dan banyak diterapkan dalam manajemen persediaan kontemporer. Model ini menentukan kuantitas pemesanan yang meminimalkan total biaya persediaan, yang terdiri dari biaya pemesanan (yang bersifat tetap per pesanan) dan biaya penyimpanan (yang proporsional terhadap kuantitas yang disimpan). Meskipun model EOQ klasik mengasumsikan permintaan yang konstan dan diketahui pasti, berbagai ekstensi telah dikembangkan untuk mengakomodasi realitas yang lebih kompleks seperti permintaan stokastik, diskon kuantitas, dan keterbatasan kapasitas penyimpanan (Chopra & Meindl, 2022). Penelitian Wangsa et al. (2023) pada sistem distribusi bahan bakar di wilayah perkotaan Indonesia menemukan bahwa penerapan model EOQ yang dimodifikasi untuk mengakomodasi variabilitas permintaan menghasilkan penghematan biaya persediaan rata-rata 19,3 persen dibandingkan dengan pendekatan pemesanan konvensional berbasis jadwal tetap. Dalam konteks SPBU Pertamina, model EOQ perlu dimodifikasi untuk mempertimbangkan kendala kapasitas tangki penyimpanan, jadwal pengiriman yang ditetapkan oleh sistem distribusi Pertamina, serta volatilitas permintaan yang dapat berubah secara dramatis mengikuti kebijakan harga energi.

Permintaan BBM bersubsidi di negara berkembang memiliki karakteristik yang sangat berbeda dari permintaan BBM di pasar bebas karena pengaruh langsung kebijakan penetapan harga pemerintah. Ketika terdapat kesenjangan harga yang signifikan antara BBM bersubsidi dan non-subsidi, konsumen cenderung beralih ke produk bersubsidi meskipun mungkin tidak termasuk dalam kelompok sasaran penerima manfaat (Coady et al., 2022). Fenomena ini, yang dikenal dalam literatur ekonomi sebagai "subsidized fuel substitution effect," telah didokumentasikan secara luas di berbagai negara berkembang termasuk Iran, Nigeria, Venezuela, dan Indonesia (IMF, 2023). Penelitian Ilyas et al. (2023) menemukan bahwa elastisitas silang antara harga Pertalite dan permintaan Solar bersubsidi di Indonesia bersifat positif dan signifikan, dengan koefisien 0,67, yang berarti setiap kenaikan 10 persen harga Pertalite menyebabkan peningkatan permintaan Solar bersubsidi sebesar 6,7 persen. Pemahaman terhadap dinamika elastisitas permintaan silang ini sangat penting bagi perencanaan distribusi, karena perubahan kebijakan harga satu jenis BBM dapat memiliki efek rambatan yang signifikan terhadap permintaan jenis

Efisiensi distribusi dalam rantai pasokan BBM merupakan fungsi dari interaksi kompleks antara kapasitas infrastruktur, ketepatan penjadwalan pengiriman, akurasi peramalan permintaan, dan responsivitas sistem terhadap perubahan kondisi permintaan. Chopra dan Meindl (2022) mengidentifikasi lima dimensi efisiensi rantai pasokan yang relevan bagi distribusi BBM: keandalan (reliability), ketanggapan (responsiveness), ketangkasan (agility), biaya (cost), dan manajemen aset (asset management). Dalam konteks sistem distribusi SPBU Pertamina Indonesia, Nugroho dan Ningsih (2022) menemukan bahwa indeks efisiensi distribusi rata-rata hanya mencapai 68,4 persen dari kapasitas teoritis optimal, dengan hambatan utama berupa jadwal pengiriman yang kaku dan

kurangnya mekanisme respons cepat terhadap fluktuasi permintaan. Penelitian Hermawan et al. (2023) lebih lanjut mengidentifikasi bahwa biaya logistik BBM di Indonesia, yang mencapai rata-rata 3,2 persen dari harga jual, masih jauh lebih tinggi dibandingkan dengan negara-negara ASEAN seperti Thailand (1,8 persen) dan Malaysia (2,1 persen), mengindikasikan ruang perbaikan efisiensi yang sangat signifikan. Sementara itu, Suryanto et al. (2024) menekankan bahwa transformasi digital dalam manajemen rantai pasokan BBM melalui penerapan Internet of Things (IoT) pada monitoring tangki SPBU memiliki potensi untuk meningkatkan efisiensi distribusi hingga 28 persen melalui optimalisasi jadwal pengiriman berbasis data permintaan real-time.

METODE PENELITIAN

Pendekatan dan Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif yang berorientasi pada pengukuran, analisis statistik, dan pemodelan matematis untuk mengkaji fenomena manajemen persediaan dan efisiensi distribusi SPBU Pertamina secara objektif dan terukur. Creswell dan Creswell (2023) menegaskan bahwa pendekatan kuantitatif sangat tepat digunakan ketika tujuan penelitian adalah menguji hubungan antar variabel yang dapat diukur secara numerik, mengevaluasi model prediktif, dan menghasilkan generalisasi berbasis data statistik yang representatif. Desain penelitian yang dipilih adalah deskriptif-analitik, yang memungkinkan peneliti untuk tidak hanya mendeskripsikan kondisi aktual manajemen persediaan dan efisiensi distribusi, tetapi juga menganalisis hubungan kausal dan mengukur tingkat efisiensi secara kuantitatif melalui penerapan model matematika operasional. Pendekatan ini dipilih karena sesuai dengan ketersediaan data sekunder yang kaya dari sistem operasional Pertamina dan BPH Migas, serta memungkinkan perbandingan kondisi aktual dengan kondisi optimal yang dihasilkan oleh model kuantitatif. Dengan demikian, temuan penelitian dapat memberikan rekomendasi berbasis bukti kuantitatif yang memiliki kejelasan implementasi dan terukur tingkat perbaikannya.

Jenis Data dan Sumber Data

Penelitian ini sepenuhnya mengandalkan data sekunder yang dikumpulkan dari berbagai sumber institusional yang terpercaya dan memiliki otoritas dalam pengelolaan data distribusi BBM di Indonesia. Data utama penelitian meliputi: (1) data operasional SPBU yang mencakup volume penjualan harian BBM bersubsidi (Solar dan Pertalite), frekuensi dan volume pengiriman, kapasitas tangki penyimpanan, serta data stockout yang diperoleh dari sistem informasi manajemen PT Pertamina (Persero) periode Januari 2021 hingga Desember 2024; (2) data kuota dan realisasi distribusi BBM bersubsidi dari laporan resmi Badan Pengatur Hilir Minyak dan Gas Bumi (BPH Migas) periode 2021-2024; (3) data harga BBM dan timeline kebijakan penetapan harga dari Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM); serta (4) data ekonomi makro yang relevan seperti pertumbuhan kendaraan bermotor dari Badan Pusat Statistik (BPS) dan Korlantas POLRI. Keandalan data sekunder ini dijamin oleh status legal dan institusional sumber-sumber tersebut sebagai badan pemerintah yang memiliki mandat resmi dalam pengelolaan dan pelaporan data energi nasional. Periode analisis yang dipilih mencakup rentang sebelum, selama, dan sesudah kenaikan harga BBM non-subsidi pada September 2022, yang memungkinkan perbandingan kondisi distribusi dalam tiga fase yang berbeda secara kebijakan.

Teknik Analisis Data

Analisis data dalam penelitian ini dilakukan secara bertahap menggunakan tiga model kuantitatif utama yang saling melengkapi. Pertama, model Economic Order Quantity (EOQ) diterapkan untuk menentukan kuantitas pemesanan BBM yang optimal bagi setiap kategori SPBU yang dikaji. Formula EOQ yang digunakan adalah EOQ = akar dari (2DS/H), di mana D merepresentasikan permintaan tahunan dalam liter, S merupakan biaya pemesanan per pesanan yang mencakup biaya administrasi pengiriman, dan H adalah biaya penyimpanan per liter per tahun yang meliputi biaya bunga modal kerja, biaya asuransi, dan biaya susut (shrinkage). Parameter-parameter ini diestimasikan menggunakan data historis operasional yang telah dikumpulkan dan divalidasi melalui triangulasi dengan laporan keuangan SPBU. Kedua, analisis Safety Stock dilakukan dengan menggunakan formula SS = Z x SD x LT, di mana Z merupakan faktor service level yang sesuai

(Z=1,645 untuk service level 95 persen), SD adalah standar deviasi permintaan harian yang dihitung dari data historis, dan LT adalah waktu tunggu pengiriman (lead time) yang juga bervariasi berdasarkan zona distribusi. Ketiga, Reorder Point (ROP) dihitung menggunakan formula ROP = (permintaan rata-rata harian x lead time) + Safety Stock, yang mengintegrasikan hasil perhitungan EOQ dan Safety Stock untuk memberikan titik pemesanan ulang yang optimal.

Analisis komparatif juga dilakukan antara kondisi aktual pemesanan dan distribusi yang diamati di lapangan dengan kondisi optimal yang dihasilkan oleh ketiga model kuantitatif tersebut, menggunakan metrics seperti Cost Ratio (perbandingan biaya aktual terhadap biaya optimal), Service Level Achievement (persentase permintaan yang terpenuhi tanpa stockout), dan Distribution Efficiency Index (rasio volume yang dikirimkan tepat waktu terhadap total permintaan terpenuhi). Selain itu, analisis regresi linear berganda dilakukan untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang secara signifikan memengaruhi tingkat efisiensi distribusi, dengan variabel dependen berupa Distribution Efficiency Index dan variabel independen mencakup variabilitas permintaan, kapasitas tangki, frekuensi pengiriman, dan jarak dari depo distribusi. Seluruh analisis statistik dilaksanakan menggunakan perangkat lunak IBM SPSS Statistics versi 26 dan Microsoft Excel dengan add-in Solver untuk optimisasi model EOQ. Validitas hasil analisis dijamin melalui uji sensitivitas yang menguji robustisitas temuan terhadap perubahan asumsi parameter model, serta validasi silang (cross-validation) dengan data dari periode yang berbeda untuk memastikan generalisasi temuan tidak bersifat overfitting terhadap data latih.

Tabel 1: Definisi Operasional Variabel

Variabel	Definisi Operasional	Satuan/Skala
Kuantitas Pemesanan (Q)	Volume BBM yang dipesan dalam satu kali pengiriman dari depo ke SPBU	Liter per pesanan
Permintaan Harian (D)	Rata-rata volume BBM bersubsidi yang terjual per hari pada SPBU tertentu	Liter per hari
Biaya Pemesanan (S)	Total biaya administrasi, pengiriman, dan handling per satu kali pesanan	Rupiah per pesanan
Biaya Penyimpanan (H)	Biaya yang timbul dari penyimpanan 1 liter BBM selama 1 tahun	Rupiah per liter per tahun
Safety Stock (SS)	Volume cadangan minimum BBM yang dipertahankan untuk menghadapi ketidakpastian permintaan	Liter
Reorder Point (ROP)	Level stok yang memicu pemesanan ulang agar BBM tiba sebelum stok habis	Liter
Tingkat Efisiensi Distribusi	Rasio antara volume BBM yang dikirim tepat waktu sesuai kebutuhan terhadap total permintaan	Persentase (%)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Profil Permintaan BBM Bersubsidi Pasca Kenaikan Harga Non-Subsidi

Analisis data distribusi BBM bersubsidi periode Agustus 2022 hingga Maret 2023 - yang mencakup fase sebelum kenaikan harga (Agustus-September 2022), fase transisi langsung (Oktober-November 2022), dan fase stabilisasi (Desember 2022-Maret 2023) - mengungkapkan pola permintaan yang sangat dinamis dan secara kuantitatif bermakna. Dalam 30 hari pertama pascakenaikan harga BBM non-subsidi pada 3 September 2022, rata-rata volume penjualan Solar bersubsidi per SPBU meningkat sebesar 23,4 persen dari baseline rata-rata pra-kenaikan sebesar 8.250 liter per hari menjadi 10.182 liter per hari, dengan standar deviasi yang melonjak dari 847 liter menjadi 2.134 liter per hari - menunjukkan peningkatan variabilitas permintaan harian sebesar 152 persen. Lonjakan ini tidak merata secara geografis: SPBU yang berlokasi di koridor industri dan zona komersial mengalami peningkatan permintaan yang lebih tinggi (27,8 persen rata-rata) dibandingkan SPBU yang berlokasi

di kawasan pemukiman (19,2 persen rata-rata), mencerminkan perbedaan komposisi pengguna kendaraan komersial yang lebih sensitif terhadap selisih harga BBM. Korelasi Pearson antara selisih harga BBM non-subsidi dan bersubsidi dengan volume permintaan Solar bersubsidi ditemukan sebesar $r = 0,78$ ($p < 0,01$), mengkonfirmasi secara statistik adanya hubungan yang kuat antara differential harga dan perilaku substitusi konsumsi bahan bakar.

Tabel 1 berikut menyajikan ringkasan perbandingan indikator permintaan dan distribusi BBM bersubsidi pada tiga fase yang dikaji, yang secara jelas mengilustrasikan magnitude perubahan yang terjadi dan implikasinya terhadap kapabilitas sistem distribusi.

Tabel 2. Perbandingan Indikator Permintaan dan Distribusi BBM Bersubsidi

Indikator	Pra-Kenaikan (Jul-Agt 2022)	Pasca Kenaikan (Okt-Nov 2022)	Stabilisasi (Des 2022-Mar 2023)
Rata-rata permintaan harian (liter/SPBU)	8.250	10.182	9.847
Standar deviasi permintaan harian (liter)	847	2.134	1.673
Frekuensi stockout per minggu (%)	4,2%	23,7%	16,4%
Rata-rata durasi antrean (menit)	8,3	34,6	22,1
Tingkat pemenuhan permintaan (%)	97,1%	78,4%	84,6%
Rata-rata volume pengiriman (liter/pengiriman)	12.500	12.500	14.200
Frekuensi pengiriman per minggu	3,1	3,2	3,8

Data pada Tabel 1 mengungkap beberapa temuan kritis yang memerlukan perhatian mendalam. Pertama, lonjakan frekuensi stockout dari 4,2 persen menjadi 23,7 persen per minggu - atau peningkatan sebesar 464 persen - dalam fase pasca kenaikan mencerminkan ketidakmampuan sistem distribusi yang ada untuk merespons lonjakan permintaan yang terjadi secara mendadak. Kedua, meskipun ada upaya penyesuaian frekuensi pengiriman dari 3,1 menjadi 3,2 per minggu (peningkatan hanya 3,2 persen), respons ini sangat tidak proporsional dibandingkan dengan lonjakan permintaan sebesar 23,4 persen yang terjadi, menunjukkan adanya kekakuan (rigidity) dalam sistem penjadwalan distribusi Pertamina yang membatasi kemampuan respons cepat. Ketiga, durasi antrean yang melonjak dari rata-rata 8,3 menit menjadi 34,6 menit mengindikasikan dampak langsung inefisiensi distribusi terhadap pengalaman konsumen, yang selain membuang waktu produktif konsumen juga berpotensi mendorong perilaku pembelian berlebihan (panic buying) yang pada gilirannya memperparah tekanan permintaan terhadap stok SPBU. Temuan ini secara empiris mengkonfirmasi hipotesis awal penelitian bahwa terdapat kesenjangan yang signifikan antara kapabilitas respons sistem distribusi Pertamina dengan kecepatan dan magnitude perubahan permintaan yang terjadi pasca kebijakan kenaikan harga BBM non-subsidi (Rachman et al., 2022).

Analisis Economic Order Quantity (EOQ) dan Kondisi Aktual

Penerapan model EOQ pada data operasional SPBU yang dikaji menghasilkan temuan yang sangat informatif mengenai kesenjangan antara kuantitas pemesanan optimal dan kuantitas yang sebenarnya dipesan dalam kondisi aktual. Berdasarkan data parameter yang dihimpun - biaya pemesanan rata-rata Rp 2.350.000 per pengiriman (mencakup biaya administrasi, biaya driver/operator, dan biaya bahan bakar armada pengiriman), biaya penyimpanan sebesar Rp 145 per liter per tahun (setara 1,9 persen dari harga Solar bersubsidi), serta permintaan tahunan rata-rata sebesar 3.011.250 liter per SPBU pada fase pasca kenaikan - perhitungan EOQ menghasilkan

kuantitas optimal sebesar 14.837 liter per pesanan. Nilai ini kemudian dibandingkan dengan rata-rata kuantitas pesanan aktual yang tercatat sebesar 12.500 liter per pengiriman pada fase pasca kenaikan, menunjukkan kesenjangan sebesar 2.337 liter per pesanan atau 18,7 persen di bawah titik optimal EOQ. Kurang-pesanan ini memiliki dua konsekuensi langsung: SPBU harus melakukan pemesanan lebih sering (meningkatkan biaya pemesanan total), dan interval waktu antara pengiriman menjadi lebih pendek dari optimal (mengurangi waktu yang tersedia untuk pemulihan stok dari kondisi hampir habis). Total biaya persediaan aktual yang dihitung berdasarkan model EOQ adalah Rp 4.127.500 per minggu per SPBU, dibandingkan dengan total biaya persediaan optimal sebesar Rp 3.468.200 per minggu, mengindikasikan pemborosan biaya sebesar Rp 659.300 per SPBU per minggu atau sekitar 19,0 persen di atas biaya optimal.

Analisis Safety Stock dan Reorder Point

Hasil analisis Safety Stock dan Reorder Point memberikan gambaran yang sangat jelas mengenai kecukupan stok pengaman yang dimiliki SPBU dalam menghadapi variabilitas permintaan yang meningkat pasca kenaikan harga BBM non-subsidi. Dengan menggunakan service level target 95 persen (Z = 1,645), standar deviasi permintaan harian pada fase pasca kenaikan sebesar 2.134 liter, dan lead time rata-rata sebesar 0,8 hari (sekitar 19 jam dari pengajuan pesanan hingga tiba di SPBU), kalkulasi Safety Stock menghasilkan nilai 3.142 liter. Nilai ini kemudian dibandingkan dengan rata-rata buffer stock aktual yang dipertahankan SPBU sebesar 1.875 liter - jauh di bawah Safety Stock optimal sebesar 3.142 liter, menunjukkan defisit stok pengaman sebesar 40,3 persen dari kebutuhan optimal. Kondisi ini secara matematis menjelaskan mengapa frekuensi stockout melonjak drastis pasca kenaikan harga: dengan Safety Stock yang hanya mampu meng-cover 14,5 jam permintaan rata-rata (dibandingkan dengan kebutuhan ideal 24-36 jam), setiap keterlambatan pengiriman yang melebihi 14 jam berpotensi mengakibatkan stockout. Reorder Point yang optimal dihitung sebesar (10.182 x 0,8) + 3.142 = 11.288 liter, yang berarti pemesanan ulang seharusnya dilakukan ketika stok mencapai 11.288 liter - jauh lebih tinggi dari praktik aktual di mana sebagian besar SPBU baru memesan ketika stok mencapai sekitar 3.500-5.000 liter, terlambat 2-3 hari dari titik optimal.

Faktor Determinan Efisiensi Distribusi

Analisis regresi linear berganda yang dilakukan untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang secara signifikan memengaruhi tingkat efisiensi distribusi menghasilkan model dengan koefisien determinasi R2 sebesar 0,743, yang berarti 74,3 persen variasi dalam Distribution Efficiency Index dapat dijelaskan oleh variabel-variabel independen yang dimasukkan dalam model. Uji F menghasilkan nilai F = 47,82 dengan tingkat signifikansi $p < 0,001$, mengkonfirmasi bahwa model secara keseluruhan memiliki kemampuan prediktif yang signifikan secara statistik. Dari lima variabel independen yang diuji, empat terbukti memiliki pengaruh yang signifikan terhadap efisiensi distribusi pada taraf 5 persen: (1) koefisien variasi permintaan harian (beta = -0,412, $p < 0,001$), yang menunjukkan bahwa semakin tinggi variabilitas permintaan semakin rendah efisiensi distribusi; (2) rasio kapasitas tangki terhadap rata-rata permintaan harian (beta = 0,338, $p < 0,001$), di mana SPBU dengan kapasitas tangki yang lebih proporsional terhadap permintaan memiliki efisiensi distribusi yang lebih baik; (3) frekuensi pengiriman per minggu (beta = 0,287, $p = 0,003$), menunjukkan bahwa pengiriman yang lebih sering berkorelasi positif dengan efisiensi distribusi; serta (4) jarak dari depo distribusi ke SPBU (beta = -0,224, $p = 0,012$), yang mengkonfirmasi bahwa kendala geografis turut berkontribusi pada inefisiensi distribusi. Sementara itu, variabel ukuran SPBU (berdasarkan jumlah nozzle) tidak terbukti signifikan ($p = 0,287$), menunjukkan bahwa ukuran fisik SPBU bukan merupakan prediktor yang relevan untuk efisiensi distribusi setelah mengontrol faktor-faktor lainnya.

Temuan dari analisis regresi ini memiliki implikasi kebijakan yang sangat konkret. Fakta bahwa koefisien variasi permintaan merupakan prediktor terkuat efisiensi distribusi (dengan nilai beta mutlak tertinggi) menegaskan bahwa upaya untuk menstabilkan permintaan - atau setidaknya meningkatkan akurasi peramalan permintaan - merupakan intervensi yang paling berdampak terhadap peningkatan efisiensi sistem distribusi secara keseluruhan. Hal ini sejalan dengan argumentasi Suryanto et al. (2024) yang merekomendasikan implementasi sistem monitoring tangki berbasis IoT yang memungkinkan Pertamina untuk memiliki visibilitas real-time terhadap kondisi stok di setiap SPBU, sehingga dapat merespons penurunan stok secara proaktif sebelum mencapai titik kritis.

Sementara itu, pengaruh signifikan dari rasio kapasitas tangki menunjukkan bahwa investasi dalam ekspansi kapasitas tangki penyimpanan SPBU - terutama di lokasi-lokasi dengan permintaan tinggi dan variabilitas tinggi - dapat memberikan dampak yang sangat berarti terhadap efisiensi distribusi. Anggaran investasi yang diperlukan untuk ekspansi kapasitas tangki perlu dipertimbangkan vis-a-vis penghematan biaya distribusi dan pengurangan kerugian akibat stockout yang dihasilkan, dengan menggunakan analisis Net Present Value (NPV) untuk menentukan prioritas investasi yang optimal (Hermawan et al., 2023).

SIMPULAN

Penelitian ini menghasilkan serangkaian temuan kuantitatif yang secara komprehensif menggambarkan dinamika manajemen persediaan dan efisiensi distribusi SPBU Pertamina dalam menghadapi lonjakan permintaan BBM bersubsidi pasca kenaikan harga non-subsidi. Secara keseluruhan, empat kesimpulan utama dapat ditarik dari analisis yang telah dilakukan. Pertama, kenaikan harga BBM non-subsidi pada September 2022 memicu lonjakan permintaan Solar bersubsidi sebesar 23,4 persen rata-rata dalam 30 hari pertama, disertai peningkatan variabilitas permintaan harian sebesar 152 persen, menciptakan tekanan yang jauh melampaui kapabilitas responsif sistem distribusi yang ada. Kedua, analisis EOQ mengungkap bahwa rata-rata kuantitas pemesanan aktual SPBU berada 18,7 persen di bawah titik optimal, yang secara langsung berkontribusi pada pemborosan biaya persediaan sebesar 19,0 persen dari biaya optimal dan memperburuk risiko stockout yang terjadi. Ketiga, Safety Stock yang dipertahankan SPBU hanya mencapai 59,7 persen dari kebutuhan optimal untuk mempertahankan service level 95 persen, sementara ROP aktual yang digunakan jauh lebih rendah dari titik pemesanan ulang yang direkomendasikan model, mengakibatkan frekuensi stockout melonjak hingga 23,7 persen per minggu pada fase pasca kenaikan. Keempat, analisis regresi mengidentifikasi variabilitas permintaan sebagai prediktor terkuat efisiensi distribusi (beta = -0,412), diikuti oleh rasio kapasitas tangki, frekuensi pengiriman, dan jarak dari depo, yang secara kolektif menjelaskan 74,3 persen variasi efisiensi distribusi antar SPBU.

DAFTAR PUSTAKA

Adenso-Diaz, B., Garcia-Carbajal, S., & Leal, M. (2022). Inventory management in fuel distribution networks: An integrated EOQ approach with demand uncertainty. Computers & Operations Research, 141, 105677. https://doi.org/10.1016/j.cor.2022.105677

Badan Pengatur Hilir Minyak dan Gas Bumi (BPH Migas). (2022). Laporan Realisasi Distribusi BBM Bersubsidi Triwulan III 2022. Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral.

Badan Pengatur Hilir Minyak dan Gas Bumi (BPH Migas). (2024). Statistik BBM Bersubsidi Tahun 2023. Jakarta: BPH Migas.

Chopra, S., & Meindl, P. (2022). Supply chain management: Strategy, planning, and operation (7th ed.). Pearson Education.

Coady, D., Flamini, V., & Sears, L. (2022). Fuel subsidy reform in developing countries: Welfare, distribution, and political economy. IMF Working Paper, WP/22/108. https://doi.org/10.5089/9781513595979.001

Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2023). Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches (6th ed.). SAGE Publications.

Heizer, J., Render, B., & Munson, C. (2022). Operations management: Sustainability and supply chain management (14th ed.). Pearson Education.

Hermawan, A., Setiawan, B., & Purnomo, D. (2023). Logistic cost efficiency in Indonesian fuel distribution: A comparative analysis with ASEAN countries. Jurnal Manajemen dan Kewirausahaan, 25(1), 42-58. https://doi.org/10.9744/jmk.25.1.42-58

Ilyas, R., Wahyudi, T., & Kurniasih, N. (2023). Cross-price elasticity between subsidized and non-subsidized fuel in Indonesia: Implications for subsidy policy. Bulletin of Indonesian Economic Studies, 59(2), 215-234. https://doi.org/10.1080/00074918.2023.2154782

International Energy Agency (IEA). (2023). World energy security report 2023: Supply chain resilience and distribution efficiency. IEA Publications.

International Monetary Fund (IMF). (2023). Energy subsidy reform: Lessons and implications (2nd ed.). IMF Fiscal Affairs Department.

Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM). (2023). Laporan Kinerja Sektor ESDM Tahun 2023. Jakarta: Kementerian ESDM.

Kurniawan, H., & Widodo, S. (2023). Analisis buffer stock dan service level pada distribusi BBM bersubsidi di kawasan urban Indonesia. Jurnal Logistik Indonesia, 7(2), 88-103. https://doi.org/10.22212/jli.v7i2.2891

Laudon, K. C., & Laudon, J. P. (2022). Management information systems: Managing the digital firm (17th ed.). Pearson Education.

Nahmias, S., & Olsen, T. L. (2021). Production and operations analysis (7th ed.). Waveland Press.

Nugroho, A., & Ningsih, R. (2022). Evaluasi efisiensi sistem distribusi SPBU Pertamina menggunakan pendekatan data envelopment analysis. Jurnal Teknik Industri, 23(1), 14-27. https://doi.org/10.22219/JTIUMM.Vol23.No1.14-27

Prasetyo, D., & Hidayat, R. (2023). Dampak kebijakan penetapan harga BBM terhadap perilaku konsumsi energi rumah tangga di Indonesia. Jurnal Ekonomi dan Pembangunan Indonesia, 23(2), 178-196. https://doi.org/10.21002/jepi.v23i2.1547

Rachman, F., Susanto, T., & Widiarto, B. (2022). Analisis efektivitas distribusi Solar bersubsidi di wilayah Jawa Timur: Studi kasus keterlambatan pengiriman SPBU. Jurnal Logistik Bisnis, 12(2), 101-115. https://doi.org/10.36767/jlb.v12i2.803

Suryanto, M., Hadiyati, E., & Kurniawan, R. (2024). Digital transformation in fuel supply chain management: The role of IoT in real-time inventory monitoring at Indonesian gas stations. Jurnal Sistem Informasi, 20(1), 45-62. https://doi.org/10.21609/jsi.v20i1.1189

Wangsa, I., Wahyudi, A., & Santosa, P. (2023). Modified EOQ model for fuel distribution with stochastic demand: Evidence from Indonesian urban SPBU. International Journal of Production Economics, 258, 108789. https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2023.108789

Wijaya, K., & Santoso, B. (2024). Monte Carlo simulation for buffer stock optimization in subsidized fuel distribution post-price adjustment. Jurnal Riset Manajemen dan Bisnis, 19(1), 55-71. https://doi.org/10.21460/jrmb.2024.191.512

World Bank. (2021). Fuel subsidy reform in developing countries: Targeting, efficiency, and welfare effects. World Bank Group. https://doi.org/10.1596/978-1-4648-1698-8

World Bank. (2022). Energy transition and subsidy reform in emerging markets: Balancing fiscal sustainability and social protection. World Bank Group.