

Perencanaan Distribusi Berbasis DRP sebagai Strategi Efisiensi Biaya pada Industri Air Minum Dalam Kemasan (AMDK)

Arie Saputra^{1*}, Adrian Alfatah¹

¹Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Teuku Umar
Jln Kampus Alue Peunyareng, Meulaboh-Aceh Barat, 23615, Indonesia

*Corresponding author: arie.saputra@utu.ac.id

ARTICLE INFO

Received: 15-09-2025
Revision: 10-10-2025
Accepted: 17-10-2025

Keywords:

Distribution Requirement Planning
Safety Stock
Distribution Cost

ABSTRACT

This study aims to design an efficient distribution planning model for bottled drinking water (AMDK) products in the West-South Coast region of Aceh by integrating forecasting, Economic Order Quantity (EOQ), safety stock, and Distribution Requirement Planning (DRP) methods. The research scope covers four distribution centers (DCs), namely Aceh Barat, Nagan Raya, Aceh Barat Daya, and Aceh Selatan, each with distinct demand characteristics: stable, increasing, and declining. The methodology begins with field studies and the collection of secondary data, including historical demand, distribution costs, inventory levels, and lead times. Demand forecasting was conducted using quadratic and cyclical models to estimate requirements for each DC. EOQ calculations were then applied to determine the most economical order quantities, while safety stock was established to maintain inventory availability amid demand uncertainty and lead time variations. These results were integrated into the DRP worksheet, which contains order schedules, net requirements, shipment quantities, and receipt plans for each DC. The findings indicate that DRP effectively accommodates varying demand patterns across DCs, thereby minimizing the risk of overstocking and stockouts. From a cost perspective, a comparison between the company's actual conditions and the DRP scenario revealed significant efficiency improvements: total distribution costs decreased from IDR 307,227,778 to IDR 301,579,831, yielding savings of IDR 5,647,947 or 1.84%. In conclusion, the application of DRP integrated with forecasting, EOQ, and safety stock enhances distribution cost efficiency while strengthening the reliability of the company's supply chain. The practical implication of this research highlights the importance of adopting DRP on a continuous basis to enable companies to respond more adaptively, systematically, and efficiently to demand fluctuations and geographic challenges.

1. PENDAHULUAN

Distribusi dalam rantai pasok—terutama dalam konteks produk air minum dalam kemasan (AMDK)—menuntut penanganan yang tepat terhadap dinamika permintaan dan variabilitas geografis, agar efisiensi biaya dan keandalan pengiriman dapat tercapai secara optimal. Penelitian oleh Ningrat KN dan Aristriyana E mengemukakan bahwa penerapan *Distribution Requirement Planning* (DRP), yang dilengkapi dengan metode peramalan dan perhitungan *safety stock*, mampu mencegah *stock-out* pada *distribution center* (DC) produk keripik singkong di UKM SB Jaya [1]. Selanjutnya, studi di PT Kencana Internusa Indonesia pada Tahun 2025 menunjukkan bahwa integrasi metode *Double Exponential Smoothing* (DES) dengan DRP, EOQ, dan *safety stock* memberikan *outcome* yang jauh lebih efisien. Metode *Brown* pada DES terbukti menghasilkan MAPE mendekati 14 %, sementara EOQ dan *safety stock* yang dihitung menggunakan peramalan tersebut memungkinkan penghematan biaya distribusi signifikan hingga hampir 26,7 juta rupiah dibanding sebelumnya, sekaligus memastikan ketersediaan produk terjaga [2].

Pada sektor *fast-moving products*, Fauzi dan Puspanantasari mengilustrasikan metode DRP dengan dukungan *forecasting*, EOQ, dan *safety stock* untuk mengatasi tingginya biaya transportasi akibat frekuensi pengiriman yang tidak optimal. Hasilnya, biaya *distribusi* berhasil ditekan dari Rp 22.050.000 menjadi Rp 14.700.000 atau hemat 33,33%,

sehingga membuktikan efektivitas DRP dalam meningkatkan efisiensi distribusi [3]. Sementara itu, Marjuki Zulziar dkk memperdalam perhitungan *safety stock* dengan memanfaatkan metode peramalan time series—termasuk *exponential smoothing* dan *moving average*—untuk mengestimasi kebutuhan persediaan baut di PT. DRA Component Persada. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *exponential smoothing* ($\alpha = 0,2$) memberikan akurasi terbaik (terendah MAPE sebesar 2,74 %), sementara *safety stock* disarankan sebesar 393.215 pcs untuk tingkat layanan 95 % [4]. Dalam domain AMDK sendiri, riset mengenai pengendalian persediaan botol kemasan dengan metode EOQ probabilistik dan simulasi *Monte Carlo* oleh Putri dkk. Tahun 2025 menandakan pergeseran menuju penggunaan metode stok yang mempertimbangkan ketidakpastian dan *lead time* fluktuatif. Pendekatan ini berhasil menekan total biaya inventori dibanding kondisi saat ini, sekaligus mampu memprediksi kebutuhan dengan lebih adaptif [5].

Kajian literatur lainnya menegaskan bahwa metode DRP tidak hanya bermanfaat bagi efisiensi biaya, tetapi juga sangat penting dalam membangun distribusi yang lebih responsif. Studi Setiawannie Tahun 2023 pada perusahaan manufaktur besi menunjukkan bahwa penerapan DRP dapat mengurangi frekuensi pemesanan dari 20 menjadi 13 kali dan menekan biaya distribusi sebesar 13 % [6]. Kisanjani dkk Tahun 2023 menemukan hasil serupa, yaitu penerapan DRP pada cabang PT DBM Purwokerto mampu memangkas biaya distribusi hingga 24,13 % [7]. Utami dkk bahkan mengkombinasikan DRP dengan *greedy algorithm* dalam distribusi crude palm oil, yang menghasilkan optimisasi rute, peningkatan efisiensi waktu pengiriman, dan keuntungan finansial lebih dari Rp 17,8 miliar [8]. Dalam konteks yang berbeda, Rangkuti dkk membuktikan sistem distribusi obat berbasis web menggunakan bahasa pemrograman PHP dan database MySQL membuktikan bahwa sistem baru mampu mempercepat proses input, pencarian, penghapusan, serta pembuatan laporan distribusi obat menjadi lebih efektif dan efisien [9]. Penelitian lain di CV. Three J Bali menekankan bahwa penerapan DRP berbasis peramalan eksponensial dapat mengurangi mismatch antara pengiriman dan kebutuhan pasar lokal [10].

Lebih jauh, fenomena *Bullwhip effect* menambah kompleksitas perencanaan distribusi. *Bullwhip effect* terjadi ketika variabilitas permintaan di tingkat konsumen teramplifikasi saat diteruskan ke tingkat hulu, menyebabkan overstock, stock-out, dan lonjakan biaya inventori. Ionel dkk menegaskan bahwa semakin besar fluktuasi permintaan di hilir, semakin besar amplifikasi yang dirasakan di hulu, sehingga perusahaan harus menanggung biaya distribusi dan inventori yang tinggi [11]. Laporan Fussone dkk menggunakan *agent-based simulation* pada rantai pasok tertutup empat *echelon* mengevaluasi dampak variasi tingkat retur, lead time, dan proporsi aliran balik menghasilkan *return volume* besar dengan kualitas menengah–rendah dapat mengurangi *bullwhip effect* bila dibagi ke semua anggota rantai, sedangkan pada satu aliran balik, retur volume sedang dengan kualitas tinggi lebih efektif menekan variabilitas pesanan dan inventori [12]. Studi Moreno dan Baca menambahkan bahwa *bullwhip effect* sering diperburuk oleh *ripple effect*, yakni penyebaran gangguan dari satu node rantai pasok ke node lain. Jika tidak dikelola, fenomena ini memperparah instabilitas distribusi dan memperbesar risiko biaya tambahan [13]. Lebih mutakhir, Tong 2025 memperkenalkan solusi algoritmik berbasis *Liquid Neural Networks* (LNN) dan *XGBoost* untuk strategi pemesanan bertingkat yang terbukti dapat mereduksi *bullwhip* sekaligus meningkatkan profitabilitas rantai pasok [14].

Perbedaan mendasar penelitian ini dengan studi-studi sebelumnya: 1) Sebagian besar studi sebelumnya membuktikan efektivitas DRP dalam menekan biaya distribusi [1][3][6][7], namun fokusnya terbatas pada efisiensi biaya atau frekuensi pengiriman, belum menyatukan aspek peramalan permintaan, EOQ, *safety stock*, dan mitigasi *bullwhip effect* dalam satu kerangka terpadu, 2) Penelitian lain memang menampilkan kombinasi canggih, seperti DRP dengan *greedy algorithm* [8] atau DRP berbasis web [9], tetapi aplikasinya masih terbatas pada konteks tertentu dan belum diadaptasi pada sektor AMDK dengan karakteristik permintaan cepat habis dan tantangan geografis. 3) Studi tentang *bullwhip effect* [11][12][13][14] memberikan kontribusi penting secara konseptual dan algoritmik, namun masih jarang dikaitkan langsung dengan penerapan praktis DRP pada distribusi AMDK regional.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang model perencanaan distribusi yang mampu meningkatkan efisiensi biaya sekaligus menjaga ketersediaan stok produk AMDK di wilayah Pantai Barat Selatan Aceh. Tujuan tersebut diwujudkan melalui penerapan metode Distribution Requirement Planning (DRP) yang terintegrasi dengan peramalan permintaan, EOQ, dan *safety stock*. Melalui forecasting, diperoleh proyeksi permintaan tiap distribution center (DC) yang menjadi dasar perhitungan kebutuhan distribusi. EOQ digunakan untuk menentukan jumlah pemesanan yang ekonomis, sedangkan *safety stock* memastikan ketersediaan produk tetap terjaga meskipun terjadi fluktuasi permintaan maupun variasi lead time. Integrasi ketiga metode ini dalam DRP worksheet memungkinkan perusahaan menyusun jadwal distribusi yang lebih tepat waktu dan sesuai kebutuhan riil.

Dengan demikian, penelitian ini berkontribusi secara ilmiah dan praktis dengan mengembangkan model distribusi terpadu yang menggabungkan DRP, metode peramalan permintaan berbasis data historis, EOQ, dan *safety stock*, sekaligus secara eksplisit mempertimbangkan potensi *bullwhip effect* dalam konteks distribusi AMDK di wilayah dengan tantangan geografis. Model ini diharapkan tidak hanya mampu menekan biaya distribusi dan meningkatkan keandalan pemenuhan permintaan, tetapi juga memperkuat resiliensi rantai pasok dari efek amplifikasi permintaan yang merugikan.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dimulai dari studi lapangan, yaitu pengumpulan informasi awal untuk memahami kondisi nyata distribusi yang dijalankan perusahaan XYZ. Tahap ini melibatkan wawancara mendalam dengan manajer distribusi dan

staf logistik, serta observasi langsung terhadap proses distribusi air minum dalam kemasan (AMDK). Dari tahapan ini diperoleh gambaran bahwa frekuensi pengiriman yang dijalankan belum optimal, sehingga menimbulkan biaya transportasi yang tinggi. Selain itu, proses perencanaan distribusi selama ini masih bersifat manual dan kurang memanfaatkan pendekatan kuantitatif yang sistematis. Hasil studi lapangan ini kemudian diformulasikan menjadi permasalahan penelitian, yaitu bagaimana menyusun rencana distribusi yang lebih efisien dengan dukungan metode kuantitatif.

Tahap selanjutnya adalah studi literatur yang bertujuan memperkuat kerangka konseptual penelitian. Literatur yang digunakan mencakup buku teks, standar manajemen persediaan, serta artikel jurnal nasional maupun internasional yang relevan. Dari hasil kajian pustaka, ditemukan bahwa metode *forecasting* merupakan langkah fundamental dalam memprediksi kebutuhan distribusi masa depan. Selanjutnya, metode *Economic Order Quantity (EOQ)* digunakan untuk menentukan ukuran pemesanan yang paling ekonomis, sedangkan konsep *safety stock* berfungsi menjaga kestabilan persediaan ketika terjadi fluktuasi permintaan atau ketidakpastian *lead time*. Akhirnya, metode *Distribution Requirement Planning (DRP)* dipilih karena mampu mengintegrasikan seluruh komponen tersebut ke dalam perencanaan distribusi *multi-echelon*, sehingga distribusi dapat lebih terstruktur, efisien, dan terukur.

Tahap berikutnya adalah pengumpulan data sekunder, yaitu data yang diperoleh dari perusahaan berupa laporan permintaan produk, data produksi, catatan persediaan, dan biaya distribusi. Data yang dihimpun mencakup: 1) data permintaan AMDK bulanan selama satu tahun terakhir, 2) data produksi per periode, 3) data persediaan awal di gudang pusat maupun cabang, 4) data *lead time* distribusi dari pusat produksi ke distributor, 5) data biaya transportasi sesuai jarak tempuh dan jumlah armada, 6) biaya pesan per kali pemesanan, 7) biaya simpan per unit per tahun, serta 8) biaya operasional lainnya yang relevan. Seluruh data ini kemudian digunakan sebagai input dalam tahap pengolahan.

Tahap inti penelitian adalah pengolahan data, yang dilakukan secara bertahap dengan formulasi kuantitatif.

1. Peramalan Permintaan (Forecasting)

Peramalan dilakukan untuk memprediksi kebutuhan AMDK pada periode mendatang. Metode yang digunakan adalah *time series forecasting* dengan dua model, yaitu model kuadratis dan model siklis. Model kuadratis (*quadratic model*) digunakan karena mampu menggambarkan pola permintaan yang menunjukkan tren meningkat atau menurun secara tidak linear terhadap waktu. Dalam data distribusi atau penjualan produk, terutama AMDK, sering ditemukan pola tren yang berubah secara gradual—misalnya, peningkatan permintaan pada awal tahun dan penurunan pada akhir tahun. Model kuadratis dinilai tepat karena: 1) Dapat menangkap pola tren melengkung (*curvilinear*) yang tidak bisa direpresentasikan dengan model linier sederhana [15]; 2) Cocok untuk periode menengah (*medium-term forecasting*) di mana perubahan permintaan tidak hanya linier tetapi juga terpengaruh oleh faktor eksternal seperti musim, promosi, atau daya beli dan 3). Sementara Model siklis (*cyclical model*) digunakan untuk menggambarkan fluktuasi permintaan yang berulang secara periodik, tetapi dengan panjang siklus yang tidak selalu tetap seperti pada model musiman. Secara statistik, model ini mampu memberikan nilai kesalahan (*error*) lebih kecil dibanding model linier jika data menunjukkan perubahan arah tren (*turning point*). Model kuadratis dirumuskan sebagai berikut : $\hat{Y} = a + bt + ct^2$ dimana $\hat{Y}$ adalah peramalan pada periode ke- t , a adalah *intercept* dan b, c adalah parameter regresi. Sementara model siklis dirumuskan dengan pola musiman melalui formulasi $\hat{Y} = a + b \sin(ct + d)$ yang menangkap pola frekuensi berulang pada permintaan.

2. Economic Order Quantity (EOQ)

Setelah permintaan diproyeksikan, langkah berikutnya adalah menentukan ukuran pemesanan yang paling ekonomis $EOQ = \sqrt{2AD/H}$ dengan A biaya pesan untuk setiap kali pemesanan, D jumlah permintaan tahunan, dan H biaya simpan unit/Tahun. Nilai EOQ memberikan jumlah pemesanan yang optimal yang berimplikasi terhadap biaya persediaan (*inventori*) yang minimal.

3. Safety Stock (SS)

Untuk mengantisipasi ketidakpastian permintaan dan *lead time*, ditetapkan tingkat persediaan pengaman dengan formula $SS = Z \times \sigma$ dimana Z adalah nilai *z-score* berdasarkan tingkat pelayanan yang diinginkan (misalnya 95% = 1,64), sedangkan σ adalah standar deviasi permintaan. *Safety stock* ini menjaga agar tidak terjadi *stockout* ketika permintaan aktual lebih besar dari ramalan.

4. Distribution Requirement Planning (DRP) Worksheet

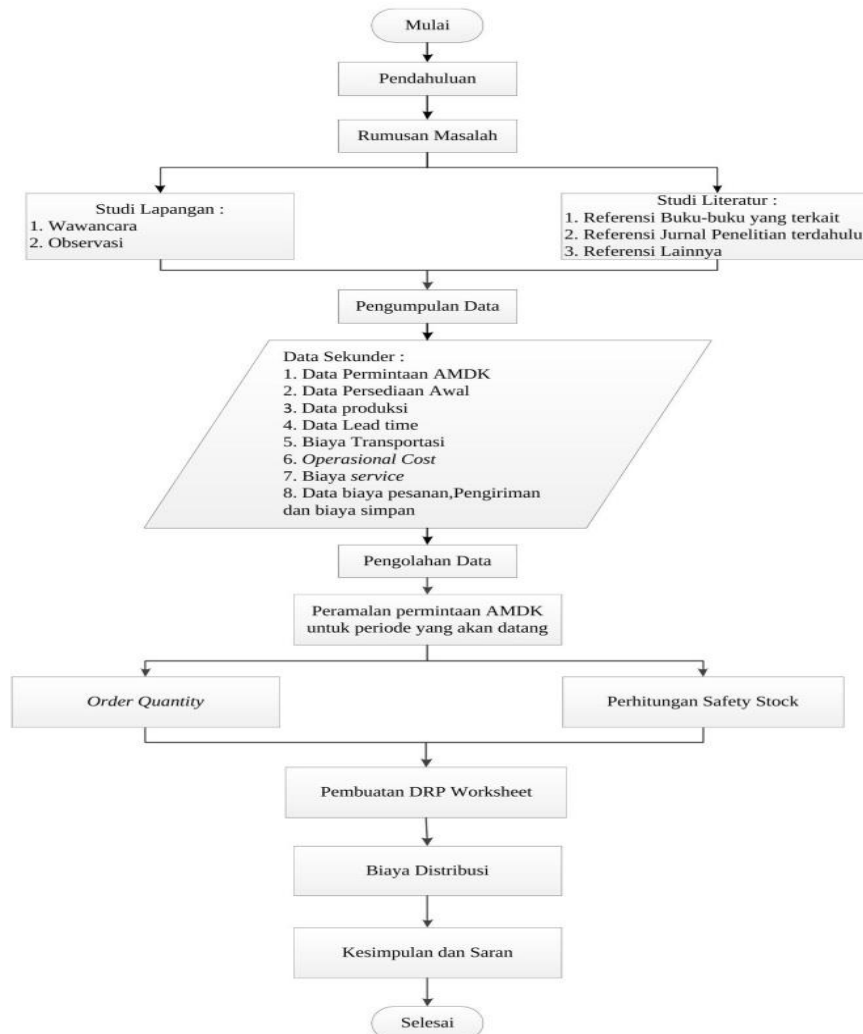
Data hasil *forecasting*, EOQ , dan *safety stock* kemudian diintegrasikan dalam *DRP Worksheet*. Komponen *worksheet* mencakup: *Demand forecast* (hasil ramalan permintaan), *Projected on hand* (persediaan yang diproyeksikan tersedia), *Net requirement* (kebutuhan bersih setelah memperhitungkan persediaan dan *safety stock*), *Planned order receipts* (rencana penerimaan pesanan), *Planned order releases* (rencana pelepasan pesanan sesuai *lead time*).

Melalui *worksheet* ini, jadwal distribusi dapat ditentukan secara detail: kapan pemesanan dilakukan, berapa jumlah yang harus dikirim, serta bagaimana aliran distribusi antar-echelon diatur agar biaya minimal dan pelayanan tetap terjaga.

5. Perhitungan Biaya Distribusi

Biaya distribusi dihitung dengan menjumlahkan biaya pemesanan, biaya simpan, serta biaya transportasi. Rumus total biaya distribusi dituliskan sebagai : $TC = \left(\frac{D}{Q} \times A\right) + \left(\frac{Q}{2} \times H\right) + C_t$ dengan Q adalah jumlah pemesanan, D permintaan tahunan, A biaya pesan, H biaya simpan per unit per tahun, dan C_t biaya transportasi. Formulasi ini memungkinkan evaluasi menyeluruh terhadap penghematan biaya yang dicapai setelah penerapan metode DRP.

Tahap berikutnya adalah analisis dan evaluasi. Pada tahap ini hasil perhitungan dibandingkan dengan kondisi aktual. Misalnya, biaya distribusi aktual perusahaan mencapai sekitar Rp 307.227.778, sementara hasil perhitungan dengan metode DRP menurunkan biaya menjadi Rp 301.579.831. Penghematan sebesar Rp 5.647.947 atau 1,84% ini menunjukkan efektivitas DRP dalam menekan biaya distribusi. Selain itu, evaluasi menunjukkan bahwa metode ini juga meningkatkan keandalan jadwal pengiriman dan stabilitas persediaan, karena sistem perencanaan lebih terstruktur. Tahapan penelitian diperlihatkan secara sistematis dalam Gambar 1.



Gambar 1. Flowchart Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Lead time merupakan faktor pengendali dalam penentuan *safety stock* dan dasar penjadwalan distribusi dalam DRP *worksheet*. Dengan memahami distribusi *lead time* di setiap *Distribution Center* (DC), perusahaan dapat menyusun jadwal distribusi yang lebih tepat waktu sekaligus menekan risiko keterlambatan dan kehabisan stok. Ada 4 DC yang dimiliki oleh CV. XYZ yang dibagi berdasarkan wilayah kerja yaitu : Kab. Aceh Barat, Nagan Raya, Aceh Barat Daya dan Aceh Selatan. Masing-masing didapatkan waktu *lead time* 0.097, 0.052, 0.132 dan 0.181 hari. Jarak dan waktu tempuh dari fasilitas CV. XYZ atau *central supply facility* (CSF) ke DC dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Jarak dan waktu tempuh CSF-DC

<i>Distribution Center</i>	Jarak (Km)	Waktu (jam)
Nagan Raya - Aceh Barat	23	2
Nagan Raya – Simpang Peut	10	1
Nagan Raya - Aceh Barat Daya	102	3
Nagan Raya-Aceh Selatan	176	5

Sementara data persediaan awal di setiap DC yaitu Aceh Barat, Nagan Raya, Abdya dan Aceh Selatan masing-masing adalah 6000, 5000, 3000 dan 4000 kotak. Sebagai bagian pondasi awal untuk menjustifikasi nilai kebutuhan dan pengendalian persediaan maka dilakukan peramalan jumlah permintaan yang akan datang berdasarkan data historis masa lalu (Tabel 2).

Tabel 2. Data Permintaan DC

No.	Periode Pengiriman	Aceh Barat	Nagan Raya	Abdya	Aceh Selatan
1	Januari	12000	10000	8000	8000
2	Februari	9500	9500	6000	6000
3	Maret	10000	8500	11000	11000
4	April	11000	11000	11000	10000
5	Mei	9500	9500	7000	7000
6	Juni	9000	10000	9000	8500
7	Juli	11000	11000	10000	11000
8	Agustus	10000	9000	9500	9500

Efisiensi DRP ditinjau salah satunya dari besarnya biaya distribusi yang dikeluarkan dalam menyalurkan produk dari CSF ke DC. Keberhasilan perusahaan dalam perencanaan DRP bisa dioptimalkan dengan menekan biaya distribusi. Total biaya distribusi yang dibutuhkan masing-masing DC berdasarkan urutan sebelumnya adalah Rp 69.297.222, Rp 66.772.222, Rp 86.166.667 dan Rp 84.991.667. Hasil pengujian Sum Square Error (SEE) 2 peramalan yang dipilih yaitu kuadratis dan siklis menunjukkan bahwa hasil peramalan terpilih yang berbeda beda pada setiap wilayah DC sebagaimana dapat dilihat pada. Pada wilayah DC Kab. Aceh Barat metode peramalan dengan nilai SEE terkecil adalah metode siklis dengan fungsi peramalan $Y = a + b \sin 2\pi x/n + 2 \cos 2\pi x/n$. Perhitungan lengkapnya disajikan oleh

Tabel 3. Parameter peramalan DC Aceh Barat dengan metode siklis.

X	Y	Sin(2 π x/n)	Cos(2 π x/n)	Y.sin(2 π x/n)	Y.cos(2 π x/n)	sin ² (2 π x/n)	cos ² (2 π x/n)	$\frac{\sin(2\pi x/n)}{\cos(2\pi x/n)}$
1	12000	0,50	0,87	6000,00	10392,31	0,25	0,75	0,43
2	9500	0,87	0,50	8227,24	4750,00	0,75	0,25	0,43
3	10000	1,00	0,00	10000,00	0,00	1,00	0,00	0,00
4	11000	0,87	-0,50	9526,28	-5500,00	0,75	0,25	-0,43
5	9500	0,50	-0,87	4750,00	-8227,24	0,25	0,75	-0,43
6	9000	0,00	-1,00	0,00	-9000,00	0,00	1,00	0,00
7	11000	-0,50	-0,87	-5500,00	-9526,28	0,25	0,75	0,43
8	10000	-0,87	-0,50	-8660,25	-5000,00	0,75	0,25	0,43
9	11000	-1,00	0,00	-11000,00	0,00	1,00	0,00	0,00
10	10000	-0,87	0,50	-8660,25	5000,00	0,75	0,25	-0,43
11	8500	-0,50	0,87	-4250,00	7361,22	0,25	0,75	-0,43
12	12000	0,00	1,00	0,00	12000,00	0,00	1,00	0,00
78	123500	0,00	0,00	433,01	2250,00	6,00	6,00	0,00

metode ini terbukti mampu memberikan nilai SEE terkecil dibandingkan dengan metode kuadratis. Perhitungannya sebagai berikut :

$$SEE = \sqrt{\sum \frac{(Y - Y_i)^2}{(n - f)}} = \sqrt{\frac{12854166,667}{12 - 3}} = 11.76$$

Sementara SEE peramalan dengan metode kuadratis didapatkan nilai SEE 1144,58. Melalui taraf nyata (α) = 0.05 maka, diperoleh nilai uji F sebagai berikut :

$$F_{hitung} = \left(\frac{SEE_{kuadratis}}{SEE_{siklis}} \right)^2 = \left(\frac{1144.58}{1133.76} \right)^2 = 1.005$$

Dimana F tabel = $F(\alpha; df_1; df_2)$ adalah $0.05 \times (9.9) = 3.18$. dari sini diketahui nilai $F_{hitung} < F_{tabel}$. Berdasarkan uji statistik maka dapat disimpulkan bahwa $F_{hitung} 1,00476 \leq F_{tabel} (3,18)$, maka H_0 diterima. Jadi hasil pengujian menyatakan bahwa metode siklis lebih baik daripada metode kuadratis. Melalui tahapan dan model perhitungan seperti ini diperoleh metode peramalan terpilih pada setiap DC untuk sebagai dasar penentuan estimasi jumlah permintaan (Tabel 4)

Tabel 4. Rekapitulasi fungsi peramalan terpilih pada setiap DC

DC	Metode	Fungsi Peramalan	SEE	Metode Terpilih
Aceh Barat	Kuadratis	$Y' = 11556,818 - 507,87x + 37,59 x^2$	1144,58	Siklis
	Siklis	$Y' = 10291,67 + 72,17 \sin 2\pi X/12 + 375,00 \cos 2\pi X/12$	1133,76	
Nagan Raya	Kuadratis	$Y' = 10090,91 - 205,79 x + 21,48 x^2$	1081,66	Kuadratis
	Siklis	$Y' = 9916,67 + 58,01 \sin \frac{2\pi X}{12} + 94,50 \cos \frac{2\pi X}{12}$	1088,25	
Abdya	Kuadratis	$Y' = 750,00 + 301,20x - 9,99 x^2$	1627,4	Kuadratis
	Siklis	$Y' = 9166,67 - 299,84 \sin 2pX - 2,99 \cos 2pX$	1662,14	
Aceh Selatan	Kuadratis	$Y' = 7670,45 + 278,60x - 8,12x^2$	1678,54	Kuadratis
	Siklis	$Y' = 9041,67 - 372,01 \sin 2pX - 22,33 \cos 2pX$	1699,88	

Dengan nilai SSE dan metode peramalan yang terpilih pada setiap DC maka diperoleh jumlah estimasi permintaan pada masing-masing wilayah (Tabel 5).

Tabel 5. Rekapitulasi nilai peramalan permintaan setiap DC

Periode	Aceh Barat (kotak)	Nagan Raya (kotak)	Abdya (kotak)	Aceh Selatan (kotak)
Januari	10.323	10.318	8.061	7.384
Februari	10.323	10.588	8.392	7.081
Maret	10.323	10.902	8.744	6.762
April	10.323	11.258	9.115	6.426
Mei	10.323	11.657	9.506	6.075
Juni	10.323	12.099	9.917	5.707
Juli	10.323	12.584	10.348	5.323
Agustus	10.323	13.112	10.799	4.922
September	10.323	13.683	11.270	4.506
Oktober	10.323	14.297	11.761	4.073
November	10.323	14.954	12.272	3.624
Desember	10.323	15.653	12.803	3.158
Total	123.873	151.104	122.987	65.039
Rata-rata	10.323	12.592	10.249	5.420

Melalui hasil perhitungan pada Tabel 5, maka diperoleh rata rata permintaan harian pada setiap DC adalah 430, 525, 427 dan 226 kotak dengan standar deviasi (σ) 1607, 1765, 1558 dan 1388. Melalui pedekatan EOQ diperoleh lot size pada setiap DC sejumlah 11.790, 13.022, 11.748 dan 10.094 kotak. Langkah selanjutnya adalah menentukan nilai SS sebagai *bufferzone* persediaan pada setiap DC. Pada contoh kasus DC Aceh Barat maka diperoleh Data yang digunakan untuk Safety Stock untuk DC Aceh Barat sebagai Standar deviasi permintaan (σ) = 1607 dengan Leadtime (L) = 0,097 hari serta $Z\alpha = 1,65$. Maka nilai SS DC Aceh Barat didapatkan dengan nilai $SS = \sigma \times Z$ sehingga nilai SS DC adalah 2.652 kotak. Berdasarkan pada Tabel 5 diatas maka langkah selanjutnya yaitu menghitung rata-rata permintaan setiap bulan, rata-rataa perhari dan perhitungan standar deviasi untuk setiap DC (Tabel 6).

Tabel 6. Rekapitulasi permintaan dan standar deviasi setiap DC

DC	Rata-rata permintaan setiap bulan (Kotak)	Rata-rata permintaan setiap hari (Kotak)	Standar Deviasi(σ)
Aceh Barat	10323	430	1607
Nagan Raya	12592	525	1765
Aceh Barat Daya	10249	427	1558
Aceh Selatan	5420	226	1388

DRP *worksheet* disusun dengan memperhitungkan *lot size* (q) pada setiap DC dengan memperhitungkan biaya inventori, biaya distribusi dan jumlah permintaan. Sebagai contoh DC Aceh barat dengan jumlah permintaan (D) dalam setahun adalah 123.873, biaya distribusi (A) Rp 505.000 dan biaya inventori (h) Rp 900/kotak diperoleh nilai *lot size* :

$$q = \sqrt{2AD/h} = 11790 \text{ kotak}$$

Melalui model perhitungan ini diperoleh *lot size* 3 DC yang lain sebanyak 13022, 11748, 10094 kotak untuk DC Nagan Raya, Abdy dan Aceh Selatan. Sementara *safety stock* (SS) untuk DC Aceh barat diperoleh sebanyak 2.652 kotak dari nilai $\sigma = 1.607$, *lead time* (L) = 0.097 serta $Z_\alpha = 1,65$ melalui formulasi $SS = \sigma \times Z_\alpha$. DC Nagan Raya, Abdy dan Aceh Selatan diperoleh nilai SS sebanyak 2911, 2570, 2289 kotak.

Perencanaan *Distribution Requirement Planning* (DRP) disusun untuk setiap *Distribution Center* (DC) dengan *time bucket* bulanan sebagai dasar pengendalian distribusi. *DRP worksheet* memuat sejumlah elemen penting, yaitu *on hand balance* sebagai persediaan awal, *safety stock* untuk mengantisipasi ketidakpastian permintaan dan keterlambatan, serta *lead time* yang menunjukkan interval dari pelepasan pesanan hingga barang diterima di DC. Selain itu, terdapat *order quantity* sebagai jumlah pengiriman per pemesanan, *demand forecast* sebagai proyeksi kebutuhan tiap DC, serta *in transit* yang menggambarkan stok dalam perjalanan [16]. Elemen lain yang berperan adalah *projected on hand* yang menunjukkan jumlah stok yang diproyeksikan tersedia pada akhir periode, serta jadwal *planned shipment* baik pada tanggal pengiriman (*ship date*) maupun penerimaan (*receipt date*). Hasil perhitungan menunjukkan bahwa *DRP worksheet* mampu mengintegrasikan data permintaan, persediaan, dan jadwal distribusi sehingga perusahaan dapat mengetahui kebutuhan bersih, waktu pemesanan, dan jumlah pengiriman setiap periode. Dengan demikian, penerapan *DRP* terbukti meningkatkan ketepatan distribusi, menjaga ketersediaan stok di setiap DC, serta menurunkan biaya distribusi dibandingkan sistem aktual perusahaan. Tabel 7 menyajikan bentuk *DRP* untuk 4 (empat) DC yang ada.

Tabel 7. *DRP* DC Aceh Barat, Nagan Raya, Abdy dan Aceh selatan

Distribution Requirement Planning Worksheet Aceh Barat													
On Hand Balance :6000 Kotak					Lead Time : 0,097 days = 0 Month								
Safety Stock : 2652 kotak					Order Quantity : 11790 kotak								
Distribution Center : Aceh Barat													
	Past Due	Bulan											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Demand Forecast		10323	10323	10323	10323	10323	10323	10323	10323	10323	10323	10323	10323
Projected on Hand	6000	7468	8935	10403	80	1547	3015	4483	5950	7418	8886	10353	31
Planned Order Receipt		11790	11790	11790		11790	11790	11790	11790	11790	11790	11790	
Distribution Requirement Planning Worksheet Aceh Barat													
On Hand Balance : 5000 Kotak					Lead Time : 0,052 days = 0 Month								
Safety Stock : 2192 kotak					Order Quantity : 13022 kotak								
Distribution Center : Nagan Raya													
	Past Due	Bulan											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Demand Forecast		10318	10588	10902	11258	11657	12099	12584	13112	13683	14297	14954	15653
Projected on Hand	5000	7704	10137	12258	1000	2365	3288	3726	3636	2976	1701	-231	-2862
Planned Order Receipt		13022	13022	13022		13022	13022	13022	13022	13022	13022	13022	13022
On Hand Balance : 3000 Kotak					Lead Time : 0,132 days = 0 Month								
Safety Stock : 2571 kotak					Order Quantity : 13881 kotak								
Distribution Center : Abdya													

	<i>Past Due</i>	<i>Bulan</i>											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<i>Demand Forecast</i>		8061	8392	8744	9115	9506	9917	10348	10799	11270	11761	12272	12803
<i>Projected on Hand</i>	3000	8820	427	5565	10331	825	4789	8322	11404	134	2254	3863	4941
<i>Planned Order Receipt</i>		13881		13881	13881		13881	13881	13881		13881	13881	13881
<i>On Hand Balance : 4000 Kotak</i>													
<i>Lead Time : 0,181 days = 0 Month</i>													
<i>Safety Stock : 2290 kotak</i>													
<i>Order Quantity : 10094 kotak</i>													
<i>Distribution Center : Aceh Selatan</i>													
	<i>Past Due</i>	<i>Bulan</i>											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<i>Demand Forecast</i>		7384	7081	6762	6426	6075	5707	5323	4922	4506	4073	3624	3158
<i>Projected on Hand</i>	4000	6711	9724	2962	6630	556	4944	9715	4793	287	6309	2685	9621
<i>Planned Order Receipt</i>		10094	10094		10094		10094	10094			10094		10094

Hasil analisis menggunakan metode Distribution Requirement Planning (DRP) memperlihatkan perbedaan pola kebutuhan distribusi pada empat Distribution Center (DC) yaitu Aceh Barat, Nagan Raya, Aceh Barat Daya, dan Aceh Selatan. Perbedaan tersebut mencakup variasi permintaan bulanan, kebutuhan safety stock, order quantity, serta karakteristik lead time yang pada akhirnya berpengaruh terhadap biaya distribusi. Pada DC Aceh Barat, hasil forecasting menunjukkan rata-rata permintaan yang relatif stabil yaitu sekitar 10.323 kotak per bulan. Dengan safety stock sebesar 2.652 kotak dan order quantity 11.790 kotak, distribusi ke DC ini lebih mudah direncanakan karena variasi permintaan tidak terlalu tinggi. Stabilitas permintaan ini memberikan keuntungan dalam hal efisiensi distribusi karena perusahaan dapat mengatur jadwal pengiriman secara rutin tanpa risiko kelebihan stok yang besar.

Berbeda halnya dengan DC Nagan Raya yang memperlihatkan tren permintaan meningkat dari 10.318 kotak di bulan Januari menjadi 15.653 kotak di bulan Desember. Kondisi ini menuntut perusahaan menyediakan safety stock lebih besar yaitu 2.912 kotak dengan order quantity 13.022 kotak. Peningkatan kebutuhan secara konsisten ini mengindikasikan perlunya strategi distribusi yang adaptif agar stok tetap terjaga sepanjang tahun. Dengan menggunakan DRP, perencanaan distribusi di DC Nagan Raya dapat lebih terstruktur untuk mengantisipasi kenaikan permintaan yang cukup signifikan.

DC Aceh Barat Daya juga menunjukkan pola kenaikan permintaan, yaitu dari 8.061 kotak pada Januari hingga 12.803 kotak pada Desember. Dengan safety stock sebesar 2.571 kotak dan order quantity 13.881 kotak, fluktuasi ini menuntut perencanaan distribusi yang lebih cermat. Jika tidak dikelola dengan baik, potensi kelebihan atau kekurangan stok akan semakin besar. Oleh karena itu, penerapan DRP pada DC ini memberikan manfaat nyata untuk menyesuaikan pengiriman dengan perubahan permintaan yang cukup tajam. Sementara itu, DC Aceh Selatan menampilkan pola permintaan yang berbeda dibandingkan DC lainnya, yaitu cenderung menurun dari 7.384 kotak di Januari menjadi hanya 3.158 kotak di Desember. Dengan safety stock 2.290 kotak dan order quantity 10.094 kotak, DC ini berisiko mengalami kelebihan stok jika perusahaan tidak menyesuaikan strategi distribusi. Penerapan DRP membantu perusahaan untuk menghindari akumulasi persediaan yang berlebihan di DC Aceh Selatan dengan menyesuaikan jadwal pengiriman dan jumlah distribusi sesuai tren permintaan yang menurun. Jika dibandingkan secara keseluruhan, terlihat bahwa masing-masing DC memiliki karakteristik distribusi yang berbeda: Aceh Barat relatif stabil, Nagan Raya dan Aceh Barat Daya cenderung meningkat, sedangkan Aceh Selatan mengalami penurunan. DRP worksheet mampu mengakomodasi perbedaan ini dengan menyajikan data yang jelas mengenai kebutuhan bersih (net requirement), jumlah yang harus dikirim (order quantity), serta jadwal pengiriman (planned shipment). Hal ini memungkinkan perusahaan mengambil keputusan distribusi yang lebih tepat, baik dalam hal waktu maupun jumlah pengiriman.

Dari sisi efisiensi biaya, penerapan DRP terbukti mampu menekan total biaya distribusi. Biaya distribusi aktual perusahaan mencapai Rp307.227.778, sedangkan dengan DRP total biaya hanya Rp301.579.831, sehingga terdapat penghematan sebesar Rp5.647.947 atau 1,84%. Penghematan terbesar terjadi pada komponen biaya transportasi dan pemesanan, karena frekuensi pengiriman berkurang dengan nilai Rp 3.215.850 atau 1,05% pada transportasi, 0,49 % atau Rp 1.514.215. Sisanya biaya inventori senilai Rp 917.882. Efisiensi ini diperoleh melalui pengurangan frekuensi pengiriman yang tidak perlu, pengendalian safety stock yang lebih rasional, serta penyesuaian lot size sesuai kebutuhan bersih.

Secara manajerial, hasil ini menunjukkan bahwa penerapan DRP tidak hanya memberikan manfaat dari sisi pengendalian stok, tetapi juga memperbaiki struktur biaya distribusi. DC dengan pola permintaan meningkat dapat dilayani dengan jadwal distribusi yang lebih intensif, sementara DC dengan pola menurun dapat dihindarkan dari kelebihan stok. Dengan demikian, perusahaan mampu menjaga ketersediaan produk di seluruh wilayah distribusi tanpa harus menanggung beban biaya logistik yang berlebihan.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mencapai tujuannya untuk merancang perencanaan distribusi yang efisien melalui integrasi metode forecasting, EOQ, safety stock, dan Distribution Requirement Planning (DRP). Hasil peramalan permintaan memberikan gambaran kebutuhan yang lebih akurat untuk setiap distribution center (DC), sementara perhitungan EOQ dan safety stock memastikan jumlah pemesanan yang ekonomis dan ketersediaan stok yang andal. Integrasi seluruh hasil tersebut dalam DRP worksheet memungkinkan perusahaan menyusun jadwal pengiriman yang lebih tepat waktu sesuai dengan kebutuhan riil masing-masing DC.

Dari sisi kinerja distribusi, DRP mampu menyesuaikan strategi dengan karakteristik permintaan yang berbeda di setiap DC, baik yang stabil, meningkat, maupun menurun. Hal ini mengurangi risiko terjadinya stockout maupun penumpukan persediaan. Dari sisi biaya, penerapan DRP terbukti lebih efisien dibandingkan praktik distribusi aktual perusahaan. Total biaya distribusi yang semula Rp 307.227.778 dapat ditekan menjadi Rp 301.579.831, sehingga tercapai penghematan sebesar Rp 5.647.947 atau 1,84%. Nilai ini dengan demikian, penelitian ini membuktikan bahwa model distribusi berbasis DRP tidak hanya meningkatkan efisiensi biaya, tetapi juga memperkuat keandalan rantai pasok perusahaan. Implikasi praktisnya, perusahaan AMDK disarankan untuk mengadopsi DRP sebagai pendekatan perencanaan distribusi yang berkelanjutan, sehingga mampu merespons dinamika permintaan pasar sekaligus mengoptimalkan kinerja logistik.

REFERENCES

- [1] N. Kusuma Ningrat and E. Aristriyana, "Penerapan Metode Distribution Requirement Planning (Drp) Dalam Penjadwalan Distribusi Produk Di Ukm Sb Jaya Ciamis," *J. Ind. Galuh*, vol. 5, no. 2, pp. 92–105, 2023, doi: 10.25157/jig.v5i2.3308.
- [2] S. A. Natadiharja, I. A. S. Wulandari, T. Sukmana, and A. S. Cahyana, "Product Needs Planning For Distribution Fulfillment With Double Exponential Smoothing And Distribution Requirements Planning Methods," *Procedia Eng. Life Sci.*, vol. 4, no. June, 2023, doi: 10.21070/pels.v4i0.1398.
- [3] R. R. Fauzi and E. Puspanantasari, "P-ISSN : 2776-4745 Analisis Penentuan Frekuensi Pengiriman Guna Meminimalkan Biaya Transportasi Dengan Menggunakan Metode Distribution Requirement Planning (DRP) Volume 9 No . 1 Januari 2025," pp. 209–217, 1945.
- [4] M. Zulziar, A. Purnomo, and W. Sarwoko, "Analisis Peramalan Permintaan dan Persediaan Menggunakan Metode Time Series dan Safety Stock di PT DRA Component Persada," *Jitmi*, vol. 8, pp. 2685–6123, 2025.
- [5] A. E. Putri, A. Larasati, and V. E. B. Darmawan, "Pengendalian Persediaan Kemasan Botol Air Minum Dalam Kemasan Menggunakan Simulasi Monte Carlo dan EOQ Probabilistik," *Performa Media Ilm. Tek. Ind.*, vol. 23, no. 2, p. 107, 2024, doi: 10.20961/performa.23.2.84602.
- [6] Y. Setiawannie and N. Marikena, "Effect of Distribution Resources Planning (DRP) Method on Supply Chain Management (SCM)," *Int. J. Inf. Syst. Technol. Akreditasi*, vol. 6, no. 158, pp. 690–696, 2023.
- [7] A. Kisanjani, H. S. Wahyuni, M. Andivas, and M. Misrianto, "Implementasi Metode Distribution Requirement Planning Untuk Meminimalkan Biaya Distribusi Di Pt Dbm Cabang Purwokerto," *J. Perangkat Lunak*, vol. 4, no. 3, pp. 182–189, 2022, doi: 10.32520/jupel.v4i3.2481.
- [8] N. A. Utami and R. M. R. Siregar, "Optimization of distribution and transportation systems using distribution requirement planning method and greedy algorithm," vol. 8, no. 2, pp. 257–266, 2025, doi: 10.24042/djm.
- [9] A. M. Rangkuti, Raudhah, and Riki Wanto, "Perancangan Sistem Informasi Pengolahan Data Distribusi Obat Pada PT. Metro Artha Prakarsa Berbasis Web Menggunakan Metode Object Oriented," *J. Armada Inform.*, vol. 9, no. 1, pp. 16–26, 2025, doi: 10.36520/jai.v9i1.166.
- [10] R. J. Tatikonda and B. G. Balthazor, "Distribution Requirements Planning (Drp).," *Proc. - Annu. Meet. Am. Inst. Decis. Sci.*, vol. 2, no. 2, p. 416, 1982, doi: 10.1007/1-4020-0612-8_255.
- [11] E.-S. Ionel and A.-D. Miron, "Bullwhip Effect Demand Variation and Amplification within Supply Chains," *Proc. Int. Conf. Bus. Excell.*, vol. 17, no. 1, pp. 246–253, 2023, doi: 10.2478/picbe-2023-0026.
- [12] R. Fussone, R. Dominguez, S. Cannella, and J. M. Framinan, "Bullwhip effect in closed-loop supply chains with multiple reverse flows: a simulation study," *Flex. Serv. Manuf. J.*, vol. 36, no. 1, pp. 250–278, 2024, doi: 10.1007/s10696-023-09486-x.
- [13] F. Moreno-Baca, P. Cano-Olivos, D. Sánchez-Partida, and J. L. Martínez-Flores, "The Bullwhip Effect and Ripple Effect with Respect to Supply Chain Resilience: Challenges and Opportunities," *Logistics*, vol. 9, no. 2, pp. 1–33, 2025, doi: 10.3390/logistics9020062.
- [14] C. Tong, "Optimizing Multi-Tier Supply Chain Ordering with LNN+XGBoost: Mitigating the Bullwhip Effect," 2025, [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/2507.21383>
- [15] G. E. P. Box, G. M. Jenkins, G. C. Reinsel, and G. M. Ljung, "JOURNAL OF TIME SERIES ANALYSIS BOOK REVIEW TIME SERIES ANALYSIS: FORECASTING AND CONTROL, 5TH EDITION, by," *J. Time. Ser. Anal.*, vol. 37, pp. 709–711, 2016, Accessed: Oct. 10, 2025. [Online]. Available: <https://www.wiley.com/en-us/Time+Series+Analysis%3A+Forecasting+and+Control%2C+5th+Edition-p-9781118675021>
- [16] C. Natalia, S. Gunawan, Y. Chia Liang, A. Sugioko, W. Tripiawan, and M. Fredikson, "Jurnal Asimetrik: Jurnal Ilmiah Rekayasa Dan Inovasi Forecasting Methods Proposal and Implementation of Distribution Requirement

Planning Method to Overcome Unfulfilled Stock Availability at PT. XYZ Usulan Metode Peramalan dan Implementasi Metode Perenca," vol. 7, no. 1, pp. 21-28, 2025, [Online]. Available: <http://journal.univpancasila.ac.id/index.php/asiimetrik/>