

Jutisi: Jurnal Ilmiah Teknik Informatika dan Sistem Informasi
<https://ojs.stmik-banjarbaru.ac.id/index.php/jutisi/index>
 Jl. Ahmad Yani, K.M. 33,5 - Kampus STMIK Banjarbaru
 Loktabat – Banjarbaru (Tlp. 0511 4782881), e-mail: puslit.stmikbjb@gmail.com
 e-ISSN: 2685-0893

Prediksi *Safety Stock* Penjualan Produk Pakaian Berbasis Model DR-ARIMA (Studi Kasus: Veruby Store)

DOI: <http://dx.doi.org/10.35889/jutisi.v14i2.2854>

Creative Commons License 4.0 (CC BY – NC)



Nengsy Verita^{1*}, Jimmy Tjen²

¹Bisnis Digital, Universitas Widya Dharma, Pontianak, Indonesia

²Teknologi Informasi, Universitas Widya Dharma, Pontianak, Indonesia

*e-mail *Corresponding Author*: 22430172@widyadharma.ac.id

Abstrack

Effective inventory management has become a crucial aspect in the fashion retail industry, especially in responding to fluctuating demand. This study aimed to predict safety stock needs using the DR-ARIMA (3,0,6) model, an enhancement of ARIMA that considers demand response and error analysis. Predictions were validated with Root Mean Square Error and used to establish lower and upper sales projection limits for safety stock calculation. The model demonstrated good accuracy for product categories with stable sales patterns such as tops, while showing limitations in categories with more volatile demand like bottoms. These findings highlight the imporantance of integrating trend analysis and customer behavior data to develop more adaptive and responsive stock management strategies amid market dynamics.

Key Words: *Safety Stock; ARIMA; Demand Response; Fashion Retail*

Abstrak

Pengelolaan persediaan yang efektif menjadi aspek penting dalam industri ritel fashion, terutama dalam menghadapi permintaan yang fluktuatif, penelitian ini bertujuan memprediksi kebutuhan *safety stock* menggunakan model DR-ARIMA (3,0,6), yang merupakan pengembangan dari ARIMA yang memperhitungkan respon permintaan dan analisis kesalahan. Hasil prediksi divalidasi dengan *Root Mean Square Error* dan digunakan untuk menentukan batas bawah dan atas proyeksi penjualan sebagai dasar penentuan *safety stock*. Model menunjukkan tingkat akurasi yang baik untuk kategori produk dengan pola penjualan stabil seperti atasan, namun memiliki keterbatasan dalam kategori dengan pola permintaan fluktuatif seperti bawahan. Temuan ini menegaskan pentingnya integrasi analisis tren dan data perilaku pelanggan demi pengelolaan stok yang lebih adaptif dan responsif terhadap dinamika pasar.

Kata kunci: *Safety Stock; ARIMA; Demand Response; Ritel Fashion*

1. Pendahuluan

Manajemen stok merupakan aspek krusial dalam industri ritel, khususnya pada sector fashion yang sangat dipengaruhi oleh trend an perubahan permintaan konsumen yang cepat.[1] Pengelolaan stok yang efektif dapat meningkatkan efisiensi operasional, mengurangi pemborosan, serta menjaga kepuasan pelanggan melalui ketersediaan produk yang konsisten[2]. Dalam konteks toko ritel pakaian wanita, perencanaan persediaan yang tepat menjadi semakin penting mengingat tingginya variasi model dan ukuran produk yang ditawarkan. Oleh karena itu, penting untuk melakukan penelitian yang fokus pada optimalisasi manajemen stok guna mendukung kelangsungan usaha dan kepuasan pelanggan.

Veruby Store, sebuah toko ritel pakaian wanita, mengalami kesulitan dalam menjaga keseimbangan stok, terutama untuk kategori produk atasan dan bawahan. Permasalahan yang timbul adalah adanya fluktuasi permintaan yang tidak dapat diprediksi secara akurat[3], menyebabkan ketidaksesuaian antara jumlah stok yang tersedia dengan kebutuhan pasar. Hal ini berdampak pada terjadinya kekurangan (*stockout*) yang menyebabkan kehilangan peluang penjualan, maupun kelebihan stok yang meningkatkan biaya penyimpanan serta risiko kerusakan barang. Situasi ini menunjukkan bahwa Veruby Store memerlukan sistem

perencanaan *safety stock* yang lebih akurat dan berbasis data agar dapat meminimalkan risiko tersebut secara terukur. *Safety stock* merupakan jumlah persediaan tambahan yang dibutuhkan selama masa pengiriman (*lead time*) [4] untuk memastikan kelangsungan penjualan tanpa gangguan [5].

Sebagai solusi dari permasalahan tersebut, penelitian ini mengusulkan penerapan metode *Demand Response – ARIMA (DR-ARIMA)* untuk memperkirakan kebutuhan stok secara lebih tepat. Model ARIMA dikenal sebagai salah satu pendekatan yang efektif dalam meramalkan permintaan berdasarkan data historis *time series*[6][7]. Integrasi antara analisis galat (*error*) dan respons permintaan dalam pendekatan DR-ARIMA diharapkan mampu menangkap pola permintaan secara lebih akurat sehingga dapat digunakan untuk menentukan jumlah *safety stock* optimal [8].

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengoptimalkan perencanaan *safety stock* pada kategori atasan dan bawahan di Veruby Store dengan menggunakan metode DR-ARIMA. Melalui pendekatan ini, diharapkan toko dapat memahami pola permintaan secara lebih mendalam, meningkatkan akurasi perencanaan persediaan, serta mengurangi risiko kekosongan maupun pemborosan stok. Manfaat dari penelitian ini mencakup peningkatan efisiensi pengelolaan inventaris, pengambilan keputusan berbasis data, serta peningkatan kepuasan pelanggan melalui ketersediaan produk yang lebih stabil dan konsisten.

2. Tinjauan Pustaka

Penelitian mengenai prediksi kebutuhan stok dan perencanaan *safety stock* telah banyak dilakukan oleh peneliti sebelumnya dengan menggunakan pendekatan model *time series*, khususnya metode ARIMA. Chouhan dan Srivastava [9] menggunakan model *Autoregressive (AR)* untuk memperdiksi permintaan dalam konteks manajemen rantai pasokan global selama pandemic COVID-19. Dalam studi ini, mereka memanfaatkan data permintaan historis untuk memetakan fluktuasi pasar dan mendukung stabilitas rantai pasokan global. Metode ARIMA terbukti mampu memberikan gambaran yang akurat terhadap dinamika pasar dalam kondisi ketidakpastian tinggi.

Borucka [10] mengembangkan pendekatan musiman dalam peramalan permintaan dengan menggunakan model *Seasonal ARIMA (SARIMA)*. Penelitian ini menekankan pentingnya menangkap variasi musiman dalam permintaan barang sebagai upaya mendukung pertumbuhan berkelanjutan perusahaan. Data yang dianalisis meliputi penjualan musiman dan siklus tahunan, yang diolah untuk menghasilkan proyeksi stok optimal dan mencegah terjadinya kekurangan atau kelebihan persediaan.

Fauzani dan Rahmi [11] menerapkan metode ARIMA untuk meramalkan harga produksi karet di Provinsi Riau. Parameter yang dianalisis mencakup data historis harga bulanan selama beberapa tahun. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ARIMA efektif memproyeksikan tren harga yang meningkat secara stabil sepanjang tahun 2023. Peramalan harga ini menjadi alat penting dalam mendukung pengambilan keputusan strategis di sektor komoditas pertanian.

Penelitian lain oleh tim dari Jurnal Serambi Engineering [12] membandingkan efektivitas beberapa model peramalan dalam pengendalian persediaan sektor kelistrikan, termasuk ARIMA, Exponential Smoothing, Croston, dan SBA. Studi ini memanfaatkan data penjualan historis dan variabel waktu pengiriman untuk menilai efisiensi model dalam meminimalkan risiko kekurangan dan kelebihan stok. Hasilnya menunjukkan bahwa ARIMA memberikan performa yang unggul dalam memprediksi permintaan produk kelistrikan secara akurat.

Setiyawan [13] menggunakan metode ARIMA untuk meramalkan volume penjualan avtur di Indonesia. Fokus utama penelitian ini adalah menentukan volume *safety stock* yang optimal untuk mendukung pengendalian inventaris di berbagai lokasi penyimpanan. Data yang digunakan meliputi penjualan harian avtur dan *lead time* pengiriman. Model ARIMA digunakan untuk memproyeksikan permintaan masa depan, sehingga manajemen persediaan dapat dilakukan secara efisien dan tepat waktu.

Penelitian yang dilakukan oleh Jimmy Tjen, Sandi Tendean dan Riyadi Jimmy Iskandar [14]berfokus pada pengembangan metode prediksi *safety stock* bernama *Demand Response-ARMA (DR-ARMA)*, yaitu modifikasi dari model ARMA yang dikombinasikan dengan analisis galat dan respons terhadap tren permintaan. Metode ini diterapkan pada data penjualan produk filter oli dari sebuah perusahaan di Kalimantan Barat, dengan memproses parameter seperti tren penjualan, nilai prediksi, dan *Root Mean Square Error (RMSE)* sebagai tolok ukur ketepatan. Melalui simulasi numerik, DR-ARMA menunjukkan akurasi prediksi penjualan

sebesar 80% dan mampu memproyeksikan kebutuhan *safety stock* selama 60 haru ke depan dengan tingkat kesalahan sekitar 17%, lebih baik disbanding metode ARMA klasik maupun ARMA-GARCH.

Sementara itu, Verita dan Tjen [15] melakukan analisis tren penjualan di toko pakaian wanita Veruby Store menggunakan algoritma *regression tree*. Penelitian ini menunjukkan upaya awal dalam memahami pola penjualan berdasarkan data historis, namun belum mengarah pada estimasi *safety stock* secara spesifik. Kelemahan utama dari penelitian ini adalah terbatasnya parameter yang dianalisis dan belum digunakannya pendekatan berbasis *time series* seperti ARIMA secara mendalam.

Keunikan utama dari penelitian ini terletak pada pengembangan model prediktif DR-ARIMA (3,0,6), yakni modifikasi dari model ARIMA konvensional yang dikombinasikan dengan pendekatan *demand response* dengan analisis galat prediksi untuk memperkirakan *safety stock* secara lebih adaptif. Tidak seperti penelitian terdahulu yang cenderung bergantung pada ARIMA murni atau pola musiman yang stasioner, penelitian ini mengakomodasi dinamika permintaan yang fluktuatif tanpa bergantung pada tren musiman. Keistimewaan lain dari penelitian ini adalah penerapannya pada industri ritel fashion wanita, dengan pemisahan analisis antara kategori produk atasan dan bawahan, sehingga prediksi menjadi lebih presisi sesuai karakteristik masing-masing. Validasi model dilakukan menggunakan *Root Mean Square Error* (RMSE), yang juga dijadikan dasar dalam menentukan batas bawah dan atas proyeksi penjualan untuk menghitung kebutuhan *safety stock*. Hasilnya menunjukkan bahwa model DR-ARIMA mampu memberikan akurasi tinggi pada produk dengan pola penjualan yang stabil, serta memberikan pendekatan pengelolaan stok yang lebih responsif terhadap perubahan pasar dan perilaku konsumen.

3. Metodologi

3.1 Model DR-ARIMA

Model *Demand Response Autoregressive Integrated Moving Average* (DR-ARIMA) merupakan pengembangan dari model deret waktu klasik ARIMA yang digunakan untuk memprediksi nilai masa depan berdasarkan data historis, dengan memperhatikan faktor respons permintaan (*Demand Response*) sebagai bagian dari strategi pengendalian persediaan berbasis *Business Intelligence*.

Struktur model DR-ARIMA direpresentasikan dalam bentuk:

$$\hat{Y}_t = c + \sum_{(i=1 \text{ to } p)} \phi_i Y_{t-i} + \sum_{(j=1 \text{ to } q)} \theta_j \varepsilon_{t-j} + \varepsilon_t \quad (1)$$

\hat{Y}_t : nilai prediksi pada waktu ke-t

c: konstanta model

ϕ_i : parameter autoregressive (AR)

θ_j : parameter moving average (MA)

ε_t : galat (residual) acak pada waktu t

p: orde AR

q: orde MA

d: orde integrase (nilai differencing), dalam model ini d=0 karena data stabil

Model yang digunakan dalam penelitian ini adalah DR-ARIMA (3,0,6), yang menunjukkan bahwa:

1. Terdapat 3 lag AR yang mempertimbangkan nilai penjualan dari tiga periode sebelumnya
2. Tidak diperlukan proses differencing karena data sudah stasioner
3. Digunakan 6 lag MA untuk mengakomodasi fluktuasi berdasarkan kesalahan prediksi masa lalu

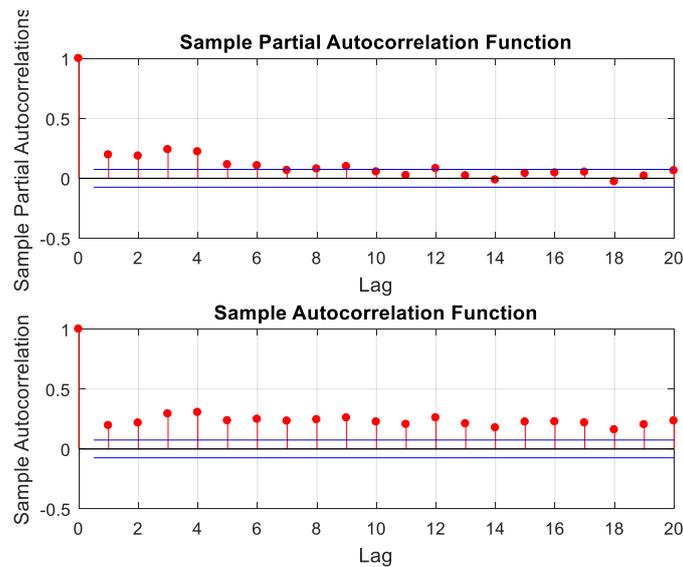


Figure 1. Grafik ACF dan PACF pada penjualan toko pakaian wanita

Model ini dibangun untuk menghasilkan proyeksi penjualan harian dalam jangka pendek (10-20 hari ke depan) sebagai dasar dalam pengelolaan stok dan strategi *inventory control*.

3.2 Data dan Parameter

3.2.1 Pengumpulan data

Data yang digunakan berasal dari dua sumber utama yang relevan untuk pengembangan strategi berbasis Business Intelligence.

- 1) Data primer dapat dilihat pada Tabel 1, yang diambil langsung dari pencatat-an penjualan di toko ritel pakaian wanita yang menjadi objek studi.

Table 1. Data Primer Penjualan Kategori Atasan

Tanggal	Nama Produk	Jumlah
2023-03-30 12:58:41	Kaos Oversize kode #T0006	1
2023-03-30 12:58:41	Crop top kerah Resleting #K0100	1
Total data:5909		

- 2) Data sekunder dapat dilihat pada Tabel 2, berupa arsip data penjualan dalam format excel, yang menyimpan riwayat penjualan harian selama periode tertentu.

Table 2. Data Sekunder Penjualan Kategori Atasan

Tanggal	Kategori	Jumlah
30/03/2023	Atasan	3
30/03/2023	Bawahan	1
Total data:1449		

Data ini digunakan sebagai dasar analisis karena mencerminkan aktivitas bisnis aktual dan memiliki nilai strategis dalam konteks pengambilan keputusan yang didukung oleh *Business Intelligence*.

3.2.2 Persiapan data

Setelah data diperoleh, dilakukan tahap awal pengolahan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Data dibersihkan dan disesuaikan formatnya untuk keperluan analisis dapat dilihat pada Tabel 3 dan Tabel 4, sehingga hasilnya dataset yang terstruktur, siap untuk diolah lebih lanjut dalam sistem *Business Intelligence*.

Table 3. Data Penjualan kategori atasan yang telah melalui proses pembersihan

Tanggal	Jumlah
30/03/2023	3
31/03/2023	1
Total data:725	

Table 4. Data Penjualan kategori bawahan yang telah melalui proses pembersihan

Tanggal	Jumlah
30/03/2023	1
31/03/2023	0
Total data:725	

2. Kemudian data dibagi menjadi dua bagian yakni 80% digunakan untuk pelatihan model (training data) untuk membangun model prediksi, dan 20% sisanya sebagai data pengujian (testing data) untuk mengevaluasi akurasi model dalam konteks pengambilan keputusan operasional.
3. Melalui fitur analisis time series dalam Business Intelligence, dilakukan pengenalan pola historis dari data penjualan. Teknik analisis seperti korelasi antara waktu digunakan untuk memahami perilaku konsumen dan dinamika penjualan dari waktu ke waktu. Untuk menentukan konfigurasi model DR-ARIMA, digunakan Autocorrelation Function (ACF) dan Partial Autocorrelation Function (PACF). Analisis ini berguna untuk melihat pola hubungan antar waktu dan membantu dalam memilih nilai parameter AR dan MA yang tepat.
4. Dari analisis ini, disusun konfigurasi model DR-ARIMA yang paling sesuai dengan karakteristik bisnis. Pemilihan model ini digunakan untuk mendukung sistem pendukung keputusan yang akan digunakan dalam mengelola stok, merancang promosi, dan mengantisipasi fluktuasi permintaan.

3.2.3 Parameter Input dan Output

1. Parameter input:

- Deret waktu penjualan harian (variabel waktu dan jumlah unit terjual)
- Faktor lag AR dan MA
- Nilai residual untuk koreksi kesalahan masa lalu

2. Parameter output:

- Prediksi jumlah penjualan harian (\hat{Y}_t)
- Batas atas dan batas bawah dari prediksi (interval kepercayaan)
- Nilai safety stock berdasarkan prediksi permintaan

3.3 Validasi Model

Validasi terhadap model DR-ARIMA dilakukan untuk mengukur tingkat akurasi prediksi yang dihasilkan terhadap data aktual penjualan. Metode pengujian yang digunakan adalah:

1. Root Mean Square Error (RMSE), digunakan sebagai ukuran utama kesalahan prediksi:

$$RMSE = \sqrt{\left(\frac{1}{n}\right) \times \sum_{(i=1 \text{ to } n)} (Y_i - \hat{Y}_i)^2} \quad (2)$$

Y_i : nilai aktual

\hat{Y}_i : nilai prediksi

n : jumlah data pengujian

2. Interval Prediksi (*Confidence Interval*)

Untuk menentukan batas atas dan bawah dari estimasi penjualan:

$$\text{Batas atas} = y_{\text{pred}} + \text{faktor} \times \text{RMSE} \quad (3)$$

$$\text{Batas bawah} = y_{\text{pred}} - \text{faktor} \times \text{RMSE} \quad (4)$$

y_{pred} : nilai hasil prediksi

faktor: umumnya 2 (untuk interval kepercayaan 95%)

3. Perhitungan Safety Stock (SS)

Safety Stock ditentukan berdasarkan perbandingan antara prediksi dan rata-rata penjualan aktual serta fluktuasi prediksi, menggunakan rumus:

$$\text{SS} = (\text{mean}(\hat{Y}) \times \text{Lead Time}) + \sum_{(i=1 \text{ to } n)} (\text{Batas atas}_i - \hat{Y}_i) \quad (5)$$

Mengatur jumlah safety stock berdasarkan perkiraan penjualan dan rentang perkiraan tersebut, supaya stok tetap cukup tapi tidak berlebihan, sehingga aman dari kekurangan dan tetap efisien.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Implementasi Metode DR-ARIMA

Penelitian ini menggunakan metode DR-ARIMA dalam memprediksi permintaan produk pada dua kategori utama, yaitu Atasan dan Bawahan. Sebagai langkah awal, digunakan data historis penjualan harian yang telah dibersihkan dan dinormalisasi sebagai dasar input model. Langkah-langkah implementasi DR-ARIMA dalam penelitian ini meliputi:

1. Pra-pemrosesan data: Data penjualan dibaca dari file Excel dan dikonversi menjadi format *array*:

Table 5. Sampel data kategori Atasan

Tanggal	Jumlah
30/03/2023	3
31/03/2023	1
01/04/2023	7
02/04/2023	3
03/04/2023	3
Total data:725	

Table 6. Sampel data kategori Bawahan

Tanggal	Jumlah
30/03/2023	1
31/03/2023	0
01/04/2023	0
02/04/2023	0
03/04/2023	1
Total data:725	

2. Identifikasi Pola data (ACF dan PACF): Analisis dilakukan terhadap plot ACF dan PACF untuk menentukan orde model ARIMA yang tepat
3. Pembagian Data: data dibagi menjadi dua yaitu 80% data latih dan 20% data uji.
4. Pembuatan dan Estimasi model ARIMA: model ARIMA dengan parameter tertentu diestimasi berdasarkan data latih.

5. Prediksi dan perhitungan batas atas/bawah: model memprediksi permintaan periode *lead time* (10 dan 20 hari). RMSE digunakan untuk menghitung rentang batas prediksi.
6. Estimasi Safety Stock (SS): menggunakan rumus $SS = (\text{mean}(y_{\text{pred}}) \times \text{lead time} + \Sigma(\text{Batas Atas} - y_{\text{pred}}))$, dan disesuaikan dengan tuning faktor sesuai kondisi realisasi.
7. Visualisasi dan Analisis data: grafik prediksi, batas atas dan bawah, serta realisasi penjualan divisualisasikan untuk analisis visual performa model.

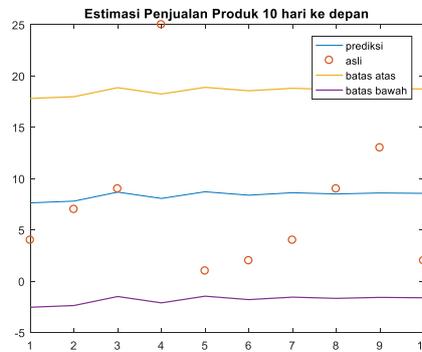


Figure 3. Plot pada kategori atasan *lead time* = 10

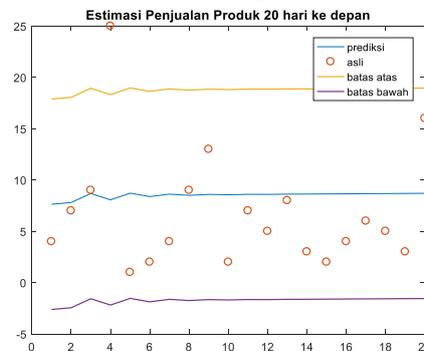


Figure 4. Plot pada kategori atasan *lead time* = 20

4.2 Pengujian Algoritma

Untuk mengukur performa DR-ARIMA dalam melakukan prediksi, digunakan metrik *Root Mean Square Error* (RMSE) yang mencerminkan seberapa dekat hasil prediksi dengan data aktual. Berdasarkan pada Gambar 3 dan Gambar 4, menunjukkan hasil pada kategori atasan dalam dua skenario waktu pengadaan, yaitu 10 hari dan 20 hari kedepan, kemudian dirangkum dapat dilihat pada Tabel 7 berikut:

Table 7. Data per hari pada kategori atasan

Hari Ke-	Perkiraan penjualan aktual	Prediksi
1	~4	~8
2	~7	~8
3	~8	~9
4	~25	~8
5	~1	~9
6	~2	~9
7	~4	~9
8	~9	~9
9	~13	~9

Hari Ke-	Perkiraan penjualan aktual	Prediksi
10	~3	~9
Total dengan lead time 10 hari		
	~76 unit	~87 unit
11	~7	~8
12	~5	~8
13	~8	~8
14	~4	~8
15	~3	~8
16	~4	~8
17	~6	~8
18	~5	~8
19	~4	~8
20	~16	~8
Total dengan lead time 20 hari		
	~138 unit	~167 unit

Estimasi Safety stock dengan model memproyeksikan bahwa untuk memastikan ketersediaan barang tetap aman, jumlah stok cadangan yang disarankan adalah sekitar 92 unit untuk periode 10 hari, dan sekitar 188 unit untuk periode 20 hari. Informasi ini dapat digunakan sebagai dasar untuk mengatur tingkat persediaan minimum, sehingga perusahaan tidak mengalami kekosongan stok ketika permintaan meningkat secara tiba-tiba.

Berdasarkan pada Tabel 7, Perbandingan Prediksi dan Realisasi Penjualan: Selama periode 10 hari, penjualan aktual tercatat sebanyak 76 unit, sedangkan proyeksi penjualan dari model berada di kisaran 87 unit. Untuk periode 20 hari, penjualan aktual mencapai 138 unit, dengan proyeksi sekitar 167 unit. Selisih ini masih dalam batas yang wajar dan menunjukkan bahwa model mampu memberikan estimasi yang cukup mendekati kenyataan. Kinerja model dalam konteks bisnis, model mem-perkirakan volume penjualan harian rata-rata antara 8 hingga 9 unit yang cukup konsisten dengan tren aktual harian. Meski terdapat beberapa hari dengan lonjakan tajam dalam penjualan (seperti pada hari ke-4 dengan ~25 unit pada Gambar 3), secara umum prediksi dari model dapat membantu manajemen pola permintaan dan menyesuaikan strategi penyediaan barang.

Pemanfaatan dalam pengambilan keputusan dengan prediksi yang cukup stabil dan mendekati data aktual, informasi ini sangat berguna untuk menentukan jumlah stok minimum yang perlu disiapkan dalam periode tertentu, menghindari risiko ke-habisan produk saat permintaan melonjak, dan mengurangi kelebihan stok yang dapat membebani biaya operasional.

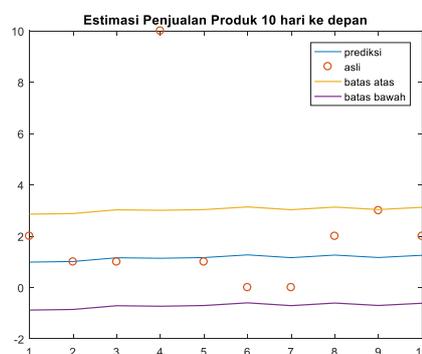


Figure 5. Plot pada kategori bawahan *lead time* = 10

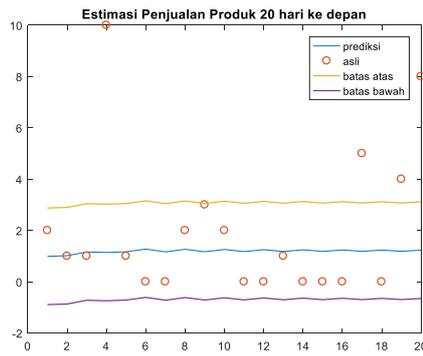


Figure 6. Plot pada kategori bawahan *lead time* = 20

Berdasarkan pada Gambar 5 dan Gambar 6, menunjukkan hasil pada kategori bawahan dalam dua skenario waktu pengadaan, yaitu 10 hari dan 20 hari kedepan, kemudian dirangkum dapat dilihat pada Tabel 8 berikut:

Table 8. Data per hari pada kategori bawahan

Hari Ke-	Perkiraan penjualan aktual	Prediksi
1	~2	~1
2	~1	~1
3	~1	~1
4	~10	~1
5	~1	~1
6	~0	~1
7	~0	~1
8	~2	~1
9	~3	~1
10	~2	~1
Total dengan lead time 10 hari	~22 unit	~10 unit
11	~0	~1
12	~0	~1
13	~1	~1
14	~0	~1
15	~0	~1
16	~0	~1
17	~5	~1
18	~0	~1
19	~0	~1
20	~8	~1
Total dengan lead time 20 hari	~36 unit	~20 unit

Estimasi Safety stock dengan model merekomendasikan penyediaan stok cadangan sekitar 32 unit untuk scenario pengadaan 10 hari, dan sekitar 64 unit untuk 20 hari. Angka ini menjadi pedoman awal bagi tim gudang atau inventaris dalam menetapkan stok minimum agar toko tidak mengalami kekosongan barang, khususnya saat permintaan meningkat secara tiba-tiba.

Berdasarkan pada Tabel 8, perbandingan prediksi dan penjualan aktual selama 10 hari, penjualan aktual tercatat 22 unit, sedangkan model hanya memproyeksikan 10 unit. Untuk 20 hari, realisasi penjualan mencapai 36 unit, jauh di atas prediksi yang hanya 20 unit. Hal ini menunjukkan bahwa dalam kategori bawahan, terdapat dinamika penjualan yang lebih fluktuatif seperti terlihat pada lonjakan tajam di hari ke-4 pada Gambar 5 dan ke-20 pada Gambar 6 yang tidak sepenuhnya terdeteksi oleh model. Pola prediksi yang konstan dengan model DR-ARIMA memproyeksikan penjualan yang relatif konstan, yaitu sekitar 1 unit per hari, baik untuk periode 10 hari maupun 20 hari. Meskipun cocok untuk kategori dengan tren yang stabil, hasil ini kurang responsif terhadap variasi penjualan yang lebih ekstrem, terutama jika terdapat lonjakan permintaan musiman atau insidental.

Rekomendasi untuk pengambilan keputusan, mengingat prediksi cenderung lebih konservatif, sebaiknya menggunakan hasil ini sebagai batas minimal dalam perencanaan stok. Untuk kategori bawahan yang terbukti memiliki potensi lonjakan, seperti yang terjadi di beberapa hari tertentu, pendekatan Business Intelligence menyarankan agar mempertimbangkan pengayaan model dengan data musiman atau promosi yang mungkin berpengaruh, buffer stok tambahan di luar safety stock yang diproyeksikan, khusus untuk kategori yang rentan fluktuasi, dan monitoring harian terhadap penjualan aktual untuk segera melakukan penyesuaian jika terjadi fluktuasi tak terduga.

4.3 Pembahasan

Permasalahan utama yang diidentifikasi dalam penelitian ini adalah ketidakakuratan dalam prediksi penjualan dan ketidaktepatan dalam penentuan *safety stock* pada toko ritel fashion wanita, khususnya dalam menghadapi permintaan harian yang fluktuatif dan tidak selalu mengikuti pola musiman. Hal ini sering menyebabkan *overstock* maupun *stockout*, yang merugikan dari sisi biaya dan kepuasan pelanggan.

Metode DR-ARIMA yang dikembangkan dalam penelitian ini terbukti mampu memberikan solusi terhadap permasalahan tersebut. Dengan menggabungkan model ARIMA (3,0,6) dan pendekatan *Demand Response* (DR), model ini tidak hanya menghasilkan prediksi penjualan yang lebih akurat, tetapi juga dapat mengkalibrasi hasil prediksi berdasarkan deviasi galat terhadap data aktual, sehingga perhitungan *safety stock* menjadi lebih adaptif dan realistis.

Berdasarkan pengujian terhadap dua kategori produk (Atasan dan Bawahan), model DR-ARIMA berhasil menunjukkan:

1. Akurasi tinggi pada kategori produk dengan permintaan stabil (Atasan), dengan selisih prediksi dan realisasi yang relatif kecil baik pada *lead time* 10 maupun 20 hari
2. Respons adaptif terhadap ketidakteraturan data aktual pada kategori produk bawahan, meskipun hasil prediksinya sedikit lebih konservatif. Hal ini menandakan bahwa pendekatan DR memberikan perlindungan yang lebih baik terhadap potensi kekurangan stok, tanpa harus melebih-lebihkan estimasi.

Dengan demikian, DR-ARIMA secara langsung menjawab kebutuhan akan sistem prediksi yang fleksibel dan sesuai dengan dinamika ritel fashion wanita, yang tidak sepenuhnya bergantung pada pola musiman, tetapi lebih pada pola harian dan tren pelanggan.

Penelitian ini memberikan nilai tambah signifikan terhadap penelitian yang telah ada, khususnya dalam konteks prediksi permintaan dan pengendalian stok berbasis ARIMA, dengan beberapa poin kontribusi penting:

1. Penyempurnaan ARIMA melalui pendekatan Demand Response
Penelitian ini mengembangkan DR-ARIMA sebagai alternatif dari metode ARIMA klasik yang umumnya bersifat statis. Pendekatan serupa pernah digunakan oleh Jimmy Tjen dan Tendean [14] dengan model DR-ARMA, namun fokus mereka pada produk filter oli dalam industri manufaktur, sedangkan penelitian ini menerapkan model DR-ARIMA secara spesifik pada ritel fashion yang memiliki pola permintaan lebih dinamis.
2. Perluasan konteks aplikasi

Tidak seperti Setiyawan [13] yang menerapkan ARIMA untuk produk industri energy (avtur) atau Fauzani dan Rahmi [11] untuk harga komoditas, penelitian ini berfokus pada produk ritel fashion wanita dan berhasil membedakan analisis antara dua kategori produk. Ini menunjukkan bahwa DR-ARIMA memiliki fleksibilitas untuk disesuaikan dengan karakteristik produk berbeda dalam satu lini bisnis.

3. Pendekatan non-musiman yang adaptif

Berbeda dengan penelitian Borucka [10] yang mengandalkan pendekatan musiman (SARIMA) untuk prediksi, DR-ARIMA dalam penelitian ini tidak memerlukan pola musiman yang konsisten, sehingga lebih cocok untuk jenis usaha dengan fluktuasi permintaan yang cepat berubah dan tidak berulang secara periodik, seperti yang terjadi pada fashion wanita.

4. Integrasi peramalan dan pengambilan keputusan

Penelitian ini menyelaraskan hasil prediksi dengan strategi *safety stock* melalui penyesuaian berbasis *Root Mean Square Error* (RMSE). Pendekatan ini lebih responsif daripada model-model sebelumnya yang hanya memisahkan proses prediksi dan perencanaan stok (misalnya studi Chouhan dan Srivastava [9] atau Serambi Engineering[12]). Dengan demikian, DR-ARIMA tidak hanya berperan sebagai alat prediksi, tetapi juga sebagai penggerak kebijakan pengendalian stok yang langsung bisa diterapkan.

5. Pembaruan atas Penelitian sebelumnya di Veruby Store

Sebelumnya, Verita dan Tjen [15] menggunakan *regression tree* untuk melihat tren penjualan di Veruby Store. Namun, model tersebut belum menyentuh aspek prediktif berbasis waktu ataupun perhitungan *safety stock*. Penelitian ini memperbaiki kekurangan tersebut dengan menggunakan pendekatan *time series* yang lebih cocok untuk prediksi jangka pendek dan pengambilan keputusan stok.

Jika dilihat secara keseluruhan, penelitian ini menyatu dalam kumpulan penelitian sejenis yang menunjukkan keunggulan model ARIMA dan turunannya dalam peramalan permintaan:

1. Menyepakati bahwa ARIMA unggul dibanding metode eksponensial atau Croston dalam studi peramalan stok (Serambi Engineering [12]).
2. Memperkuat temuan Chouhan dan Srivastava [9] bahwa ARIMA tetap relevan dalam kondisi pasar yang tidak menentu, namun diperluas dengan elemen DR agar lebih adaptif.
3. Menambahkan dimensi baru dalam penelitian dengan mengedepankan fleksibilitas model (non-musiman), granularitas prediksi (per kategori produk), dan integrasi langsung dengan kebutuhan operasional (*safety stock*), sebagaimana belum sepenuhnya diakomodasi dalam penelitian Borucka [10], Setiyawan[13], atau Fauzani dan Rahmi [11].

Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya mengisi celah dalam penelitian sebelumnya, tetapi juga mengusulkan arah baru untuk pengembangan model prediksi stok yang lebih adaptif dan kontekstual.

5. Simpulan

Model DR-ARIMA mampu memberikan kontribusi positif dalam pengambilan keputusan stok untuk toko pakaian berbasis digital, khususnya dalam kategori produk dengan pola penjualan yang relatif stabil seperti atasan. Prediksi yang dihasilkan cukup akurat dan dapat diandalkan untuk merancang *safety stock* selama periode tertentu, serta mendukung efisiensi operasional dalam rantai pasok. Namun, untuk produk seperti bawahan yang menunjukkan fluktuasi permintaan yang lebih besar, pendekatan ini belum cukup responsif terhadap dinamika pasar yang cepat berubah. Oleh karena itu, dalam konteks bisnis digital, diperlukan pendekatan yang lebih adaptif dengan menggabungkan analitik prediktif dan data eksternal, seperti pola musiman, promosi, atau perilaku pelanggan. Dengan penguatan Business Intelligence dan pemanfaatan teknologi digital secara menyeluruh, strategi prediksi stok tidak hanya menjadi bagian dari transformasi digital yang mampu meningkatkan kecepatan respon bisnis terhadap kebutuhan pasar yang terus berkembang.

Daftar Referensi

- [1] D. Chen, W. Liang, K. Zhou, and F. Liu, "Sales Forecasting for Fashion Products Considering Lost Sales," *Appl. Sci.*, vol. 12, no.14, pp.7081, 2022. doi: 10.3390/app12147081.
- [2] F. Lehrbass, "Analyzing Promotion Effectiveness in Fashion Retailing Using Quantile Regression," *Operations Strategy eJournal*, vol. 44, no.1, pp.1-17, 2020. doi:

- 10.2139/ssrn.3576434.
- [3] R. Aditiya and S. Defit, "Prediksi Tingkat Ketersediaan Stock Sembako Menggunakan Algoritma FP-Growth dalam Meningkatkan Penjualan," *J. Inform. Ekon. Bisnis*, vol.2, no.3, pp.67-73, 2020. doi: 10.37034/infeb.v2i3.44.
- [4] B. C. Giri and C. H. Glock, "The bullwhip effect in a manufacturing/remanufacturing supply chain under a price-induced non-standard ARMA(1,1) demand process," *Eur. J. Oper. Res.*, vol. 301, no. 2, pp. 458–472, 2022, doi: <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2021.10.025>.
- [5] G. Dong, L. Wei, J. Xie, and W. Zhang, "Financing and operational optimization: An example of electric vehicle's major component – Power battery," *Comput. Ind. Eng.*, vol. 147, p. 106751, 2020, doi: 10.1016/j.cie.2020.106751.
- [6] J. S. Kim, S. K Y, and S. E. and Ahn, "A multiple replenishment contract with ARIMA demand processes," *J. Oper. Res. Soc.*, vol. 54, no. 11, pp. 1189–1197, Nov. 2003, doi: 10.1057/palgrave.jors.2601620.
- [7] S. Mohammadi, S. Avakh Darestani, B. Vahdani, and A. Alinezhad, "A robust neutrosophic fuzzy-based approach to integrate reliable facility location and routing decisions for disaster relief under fairness and aftershocks concerns," *Comput. Ind. Eng.*, vol. 148, p. 106734, 2020, doi: <https://doi.org/10.1016/j.cie.2020.106734>.
- [8] R. A. Prayoga and N. B. Mulyono, "Optimizing Inventory Management of MFD Studio To Reduce The High Lost Sales," *J. Integr. Manag. Stud.*, vol. 2, no. 1, pp. 49–60, Mar. 2024, doi: 10.58229/jims.v2i1.135.
- [9] M. Chouhan and D. K. Srivastava, "COVID-19 Outbreaks Challenges to Global Supply Chain Management and Demand Forecasting on SCM Using Autoregressive Models BT - Innovative Supply Chain Management via Digitalization and Artificial Intelligence," K. Perumal, C. L. Chowdhary, and L. Chella, Eds., Singapore: Springer Singapore, 2022, pp. 99–117. doi: 10.1007/978-981-19-0240-6_7.
- [10] A. Borucka, "Seasonal Methods of Demand Forecasting in the Supply Chain as Support for the Company's Sustainable Growth," *Sustainability*, vol. 15, no.9, p.7399, 2023. doi: 10.3390/su15097399.
- [11] S. P. Fauzani and D. Rahmi, "Penerapan metode arima dalam peramalan harga produksi karet di provinsi riau," *J. Teknol. dan Manaj. Ind. Terap.*, vol. 2, no. 4, pp. 269–277, 2023.
- [12] "Improving Inventory Control in the Electrical Sector Using Forecasting Models: A Comparative Study of ARIMA, Exponential Smoothing, Croston, and SBA," *J. Serambi Eng.*, vol. 10, no. 2, pp. 13303-13313, 2025. [Online]. Available: <https://jse.serambimekkah.id/index.php/jse/article/view/877>
- [13] A. P. Setiyawan, "Peramalan dan Analisis Volume Penjualan Avtur di Indonesia Menggunakan Metode Deret Waktu Untuk Mendukung Pengendalian Persediaan Produk," Master's Thesis, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Indonesia, Feb. 2024.
- [14] R. J. I. Jimmy Tjen, Sandi Tendean, "Prediksi Safety Stock Produk Filter Oli Sepeda Motor Berbasis Demand Response (DR) - ARMA," *Bit-Tech (Binary Digital-Technology), Pontianak*, vol. 4, no. 1, 2025.
- [15] N. Verita and J. Tjen, "Sales trend analysis via regression tree algorithm (case study : Veruby Store Pontianak)," in *Proc. Int. Conf. Digit. Bus. Innov. Technol. Manag.*, vol. 1, no. 1, pp. 762–766, 2024.