

ANALISIS PERENCANAAN DAN PENGENDALIAN BAHAN BAKU PRODUK KAKAO POWDER VARIAN A DENGAN METODE MATERIAL REQUIREMENT PLANNING (MRP) PADA PT. X

Ulfa Handayani Putri*, Diana Puspitasari, S.TP., MT**,
Ir. Tri Rahayuningsih, MA**

*Mahasiswa Program Studi Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknik

**Dosen Program Studi Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknik
Universitas Wijaya Kusuma Surabaya (UWKS)
Surabaya 60225, Indonesia

Email: ulfa.handayaniputri@gmail.com

Abstrak

PT. X adalah salah satu perusahaan berskala internasional yang bergerak di industri manufaktur dengan produk *kakao powder*. PT. X menggunakan sistem pengendalian dan pengadaan bahan baku yang belum terstruktur dengan baik, hal ini dikarenakan PT. X hanya menggunakan perkiraan dari riwayat permintaan terdahulu tanpa menggunakan metode. Pemesanan bahan baku PT. X dilakukan saat harga bahan baku murah, dimasa itulah PT. X akan membeli bahan baku tersebut dengan kapasitas yang besar meskipun saat itu tidak ada pesanan permintaan. Kelebihan persediaan ini akan berdampak adanya penimbunan bahan baku di gudang penyimpanan dan mengakibatkan untuk mengeluarkan biaya penyimpanan yang cukup besar.

Maka dari itu, dibutuhkan perencanaan dan pengendalian bahan baku *kakao powder* agar biaya yang dikeluarkan menjadi lebih efisien dan optimal. Metode analisis yang digunakan adalah metode *Material Requirement Planning* (MRP) dan metode *Autoregressive Integrate Moving Average* (ARIMA). Metode ARIMA berperan sebagai metode peramalan yang menjadi salah satu input data MRP. Perhitungan MRP dimulai dengan mengetahui *Master Production Schedule* (MPS) atau jumlah bahan baku yang dibutuhkan dapat ditentukan berdasarkan *Bill of Material* (BOM) yang menjadi rencana kebutuhan kotor bahan baku. Dari penyusunan rencana kebutuhan kotor bahan baku selanjutnya dibuat menjadi rencana kebutuhan bersih bahan baku dengan memperhatikan jumlah persediaan yang ada dalam perhitungan. Untuk membuat rencana kebutuhan bahan baku bersih dan memesan bahan baku sesuai kebutuhan, dilakukan perhitungan ukuran lot (*lotting*). Untuk menemukan model penghitungan lot dengan tingkat biaya terendah, setiap model perhitungan ukuran lot dievaluasi secara satu per satu, dan temuannya digunakan.

Penelitian ini memperoleh bahwa model terbaik yaitu model ARIMA (2,0,0) yang memiliki nilai MSE sebesar 0,036274 dan nilai MAPE sebesar 1,217%. Berdasarkan pada pertimbangan hasil analisis, total biaya persediaan bahan baku dengan menggunakan metode *Algoritme Wagner Whitin* (AWW) yaitu sebesar Rp19.916.600.413 sedangkan metode perusahaan memiliki total biaya persediaan yaitu sebesar Rp26.390.282.414. Hal ini membuktikan bahwa metode AWW memiliki biaya yang lebih rendah dari metode yang diterapkan perusahaan selama ini. Penggunaan metode AWW dapat diimplementasikan pada persediaan bahan baku terbukti memberikan efisiensi dengan menghemat biaya sebesar 24,531%.

Kata Kunci: Perencanaan dan Pengendalian Bahan Baku, *Material Requirement Planning*, Peramalan, *Autoregressive Integrated Moving Average*, *Lot Sizing*, *Algoritme Wagner Whitin*.

Abstract

PT. X is an international company engaged in the manufacturing industry with *cocoa powder* products. PT. X uses a system for controlling and procuring raw materials that is not well structured, this is because PT. X only uses estimates from previous request history without using a method. Ordering raw materials PT. X was carried out when raw material prices were cheap, that's when PT. X will buy these raw materials with a large capacity even though there are no orders at that time. This excess inventory will result in stockpiling of raw materials in storage warehouses and result in quite large storage costs.

Therefore, planning and control of *cocoa powder* raw materials is needed so that the costs incurred are more efficient and optimal. The analysis methods used are the *Material Requirement Planning* (MRP) method and the *Autoregressive Integrate Moving Average* (ARIMA) method. The ARIMA method acts as a forecasting method which is one of the MRP data inputs. The MRP calculation begins by knowing the *Master Production Schedule* (MPS) or the amount of raw materials needed can be determined based on the *Bill of Materials* (BOM) which is the gross raw material requirements plan. From preparing the gross raw material requirements plan, a net raw material requirements plan is then made by taking into account the amount of

inventory in the calculation. To plan the need for clean raw materials and order raw materials according to needs, lot size calculations are carried out. To find the lot size calculation model with the lowest cost level, each lot size calculation model is evaluated individually, and the findings are used.

This research found that the best model is the ARIMA (2,0,0) model which has an MSE value of 0.036274 and a MAPE value of 1.217%. Based on consideration of the analysis results, the total cost of raw material inventory using the Wagner Whitin Algorithm (AWW) method is IDR 19,916,600,413, while the company method has a total inventory cost of IDR 26,390,282,414. This proves that the AWW method has lower costs than the method used by the company so far. The use of the AWW method which can be implemented in raw material inventories is proven to provide efficiency by saving costs of 24.531%.

Keywords: Raw Material Planning and Control, Material Requirement Planning, Forecasting, Autoregressive Integrated Moving Average, Lot Sizing, Wagner Whitin Algorithm.

I. PENDAHULUAN

Kemajuan yang begitu pesat dialami oleh perkembangan industri di era globalisasi saat ini. Keadaan tersebut menjadikan sektor industri mempunyai peran penting dalam pertumbuhan perekonomian nasional, khususnya sektor industri manufaktur menjadi salah satu sektor yang menciptakan lapangan usaha terbesar dalam tenaga kerja. Data Produk Domestik Bruto Indonesia (PDB) sektor industri manufaktur di Indonesia pada setiap tahunnya menunjukkan peningkatan. Dimana sektor industri memiliki kontribusi PDB paling besar pada perekonomian di Indonesia pada tahun 2021 dengan total sejumlah 19,25 persen (BPS RI, 2021).

Selain itu, era globalisasi menyebabkan banyak industri manufaktur yang bermunculan, sehingga hal tersebut menjadikan adanya persaingan antar perusahaan yang semakin ketat dalam melangsungkan aktivitas usahanya. Adanya persaingan ini, menuntut industri manufaktur untuk terus melakukan inovasi dan *improvement* dalam berbagai hal agar tidak kalah bersaing dan memperoleh keuntungan yang maksimal. Efektifitas dan efisiensi dalam proses produksi menjadi satu dari sejumlah hal yang krusial bagi perusahaan agar dapat *survive* di dalam menghadapi persaingan antar perusahaan maupun di dalam menghadapi globalisasi.

Pengoptimalan sistem perencanaan produksi merupakan salah satu hal yang perlu diperhatikan oleh industri manufaktur. Sistem perencanaan produksi dikatakan baik jika mampu mempermudah perusahaan ketika melakukan pengelolaan kegiatan produksi maupun persediaan bahan baku, memperkecil biaya produksi, dan hasil produk yang lebih efektif yang pada akhirnya dapat memberikan harga jual yang kompetitif (Arif *et al.*, 2017). Industri manufaktur yang menjalankan sebuah proses bisnis harus memperhatikan dua aspek, seperti aspek perencanaan dan pengendalian yang terdapat pada bidang produksi ataupun persediaan (K. Anggriana, 2015). Pada dasarnya semua perusahaan tidak bisa terlepas dari perencanaan dan pengendalian persediaan bahan baku.

PT. X adalah salah satu perusahaan berskala internasional yang bergerak di industri manufaktur dengan produk kakao *powder*. Produk kakao *powder*, dalam proses pembuatannya menggunakan bahan baku berupa berupa bungkil kakao yang didapat dari *supplier* yang ada di beberapa negara yakni Nigeria, China, Malaysia, dan Indonesia. PT. X menggunakan sistem produksi *make to stock* dan ketersediaan stok bahan baku dapat memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kelancaran proses produksi. Sistem produksi *make to stock* adalah sistem produksi yang konsisten memproduksi produknya tanpa menunggu adanya permintaan dari konsumen (Hardiyanti dan Muhammad, 2016).

Proses pemesanan bahan baku memerlukan kurun waktu tunggu (*lead time*) yang tidak menentu sehingga kegiatan produksi perusahaan mengalami kelebihan atau kekurangan stok persediaan bahan baku. Penerapan metode *Material Requirement Planning* (MRP) merupakan konsep yang dipilih untuk memudahkan perusahaan dalam merencanakan dan mengendalikan bahan baku. Pernyataan dari Heizer dan Render (2015) MRP merupakan metode permintaan dependen yang mempergunakan material yang telah ditentukan dan membuat rancangan bahan material. MRP digunakan untuk mengelola tingkat persediaan, menetapkan prioritas operasional untuk setiap item, menjadwalkan kapasitas sistem produksi, dan menurunkan risiko.

Berdasarkan permasalahan yang diuraikan maka dapat dirumuskan bahwa PT. X membutuhkan penerapan metode *Material Requirement Planning* (MRP) dalam perencanaan dan pengendalian bahan baku kakao *powder* agar biaya yang dikeluarkan menjadi lebih efisien dan optimal dan mengevaluasi penerapan perencanaan persediaan bahan baku produk kakao *powder* yang sudah ada di PT. X. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengevaluasi penerapan perencanaan persediaan bahan baku produk kakao *powder* yang ada di PT. X serta untuk menganalisis kemungkinan penerapan metode MRP dalam merencanakan persediaan bahan baku produk kakao *powder* di PT. X.

II. METODE

2.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilangsungkan di PT. X yang berada di Kabupaten Sidoarjo, Provinsi Jawa Timur. Waktu penelitian dilaksanakan pada bulan Januari 2023 sampai Juli 2023.

2.2 Sumber Data

Data penelitian ini berupa data numerik karena mempunyai kaitan dengan kegiatan produksi yang terjadi selama kurun periode enam tahun produksi dan didapat melalui laporan Departemen *Production Planning and Inventory Control* (PPIC) PT. X. Penelitian ini menggunakan dua macam jenis data. Jenis data tersebut adalah:

1. Data Primer

Data primer adalah informasi yang telah dikumpulkan langsung dari sumber informasi atau bahan penelitian tetapi masih harus diteliti dan diolah lebih lanjut. Jenis data ini mencakup informasi yang telah disampaikan oleh pihak-pihak terkait. Data primer yang peneliti kumpulkan dari hasil pendataan adalah informasi mengenai operasional internal perusahaan, antara lain profil perusahaan, kebijakan perusahaan, proses produksi, sistem penyediaan bahan baku, dan proses pengadaan bahan baku.

2. Data Sekunder

Data sekunder adalah informasi yang telah dihimpun dan dilaporkan oleh pihak lain selain penyidik itu sendiri atau informasi yang telah diperoleh dari suatu korporasi dan diolah untuk memberikan gambaran umum tentang perusahaan tersebut. Walaupun data yang dikumpulkan merupakan data asli. Para peneliti memperoleh data sekunder seperti *Bill of Material*, *lead time material*, biaya penyimpanan, biaya pemesanan, dan permintaan produk, dan penjualan produk, serta sebagai informasi tentang jenis, jumlah, dan biaya satuan per barang yang disajikan dalam bentuk tabel dan gambar.

2.3 Metode Pengumpulan Data

Prosedur untuk mendapatkan data yang akan digunakan dalam penelitian ini yaitu pengumpulan data. Metode pengumpulan data yang diterapkan pada penelitian ini, yaitu sebagai berikut:

1. Penelitian Lapangan (*Field Research*)

Salah satu metode pengumpulan data melalui pengamatan di luar ruangan disebut penelitian lapangan. Untuk mendapatkan data primer, peneliti secara pribadi meneliti hal yang diamati disertai dengan pengumpulan data di lapangan. Dibawah ini merupakan sejumlah metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian lapangan:

a. Observasi

Metode pengumpulan data berupa pengamatan atau peninjauan secara langsung terhadap segala kegiatan yang mempunyai kaitan dengan pengendalian persediaan bahan baku di tempat yang akan diteliti yaitu PT. X, sehingga ilustrasi yang nyata perihal aktivitas operasi perusahaan akan didapatkan.

b. Wawancara

Metode pengumpulan data berupa tanya jawab dan diskusi secara langsung dengan pihak perusahaan, khususnya kepada staf yang bekerja di Departemen *Production Planning and Inventory Control* (PPIC) yang berkaitan dengan proses pengendalian bahan baku untuk memperoleh informasi yang dibutuhkan dengan persoalan yang dikaji.

c. Dokumentasi

Sejumlah dokumen yang memiliki kaitan dengan proses penelitian, seperti laporan permintaan pesanan produk yang telah selesai, daftar kebutuhan bahan baku, hingga bagian lainnya dari catatan persediaan bahan baku yang membantu proses penelitian dikumpulkan dan diperiksa sebagai bagian dari proses pengumpulan data.

2. Studi Literatur

Studi literatur adalah tahapan dalam penelitian dimana peneliti mencari teori atau konsep yang memperkuat pembahasan tentang perencanaan dan pengendalian persediaan bahan baku dengan metode peramalan dan metode *Material Requirement Planning* (MRP) yang diperoleh melalui berbagai macam buku perkuliahan, penelitian terdahulu, jurnal, dan sebagainya. Kemudian sejumlah teori dinyatakan oleh beberapa ahli terkait dengan permasalahan yang dibahas dikutip guna menjadi acuan atau pembanding.

2.4 Tahapan Penelitian

Penelitian ini memiliki beberapa tahapan, antara lain:

2.4.1 Tahap Persiapan

Tahap ini merupakan tahapan awal dari penelitian yang terdiri dari:

1. Observasi Awal

Observasi awal dilakukan untuk melakukan pengamatan atau peninjauan terhadap objek yang akan diteliti, dalam penelitian ini dilakukan dua tahapan yakni studi lapangan dan studi literatur.

a. Studi Lapangan

Pada tahapan ini, peneliti mencari informasi terbaru atau fakta lapangan yang terjadi dalam PT. X yang mempunyai kaitan dengan perencanaan pengadaan bahan baku. Selain itu peneliti juga mencari data apa saja yang bisa didapat guna menunjang penelitian ini.

b. Studi Literatur

Studi literatur digunakan untuk mencari informasi pendukung yang relevan dengan objek yang akan diteliti yang berasal dari teori buku, jurnal, dan literatur lainnya. Sehingga dengan itu dapat memudahkan peneliti dalam menyelesaikan penelitian ini.

2. Identifikasi dan Perumusan Masalah

Identifikasi masalah dilakukan ketika peneliti melakukan studi lapangan dengan cara melakukan *brainstorming* bersama karyawan yang bekerja di Departemen *Production Planning and Inventory Control* (PPIC) PT. X. Setelah peneliti mengidentifikasi dan menelaah pengaruh berantai dari permasalahan yang dihadapi perusahaan lalu membuat rumusan pokok permasalahan dengan tujuan untuk dilaksanakannya analisis untuk memperoleh penyelesaian masalah. Peneliti mengkaji pasokan bahan baku dalam penelitian ini sebagai sasaran atau permasalahan utama dalam kegiatan operasional usaha.

2.5.2 Tahap Pengumpulan Data

Peneliti mengumpulkan data tentang perusahaan yang diperlukan untuk menemukan jawaban atas permasalahan ini setelah mempelajari masalah utama yang dialami perusahaan. Untuk memperoleh data yang tepat dan akurat, peneliti menggunakan observasi, wawancara mendalam dengan pihak-pihak terkait, kajian literatur, pencarian referensi yang relevan, dan dukungan penyelesaian masalah *Material Requirement Planning* (MRP).

2.4.3 Tahap Pengumpulan Data

Pada penelitian yang dilaksanakannya di PT X ini, peneliti mengaplikasikan suatu metode analisis untuk bisa melihat penyusunan perencanaan persediaan bahan baku supaya produksi berjalan tanpa hambatan dan semakin efisien biaya persediaan yang dibutuhkan perusahaan. Metode yang digunakan adalah sistem perencanaan dan pengendalian bahan baku *Material requirement Planning* (MRP) dan metode ARIMA (*Autoregressive Integrate Moving Average*) menjadi metode peramalan dari sejumlah input data *Material Requirement Planning* (MRP). Pada tahap pengolahan data terdiri dari:

1. Metode Peramalan

Peramalan yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode Box-Jenkins *Autoregressive Integrate Moving Average* (ARIMA). Sebelum memulai proses perhitungan *Material Requirement Planning* (MRP), langkah pertama yang dilakukan yaitu peramalan data permintaan sebagai masukan. Hasil peramalan permintaan itu selanjutnya akan digunakan untuk membuat Jadwal Induk Produksi (MPS). Data deret waktu mengenai jumlah barang yang terjual di masa lalu digunakan untuk meramalkan permintaan.

Metode peramalan yang diterapkan peneliti adalah metode peramalan ARIMA dengan bantuan *software* Minitab. Model ARIMA unik karena sepenuhnya mengabaikan variabel independen saat menghasilkan prediksi. Model ARIMA membuat asumsi bahwa data yang sedang diproses stabil. Kondisi yang disebut stasioneritas data mengacu pada rangkaian data yang rata-ratanya tidak berubah sepanjang waktu dan dua data berurutan bergantung pada selisih waktu di antara keduanya.

Metode penghalusan, metode regresi, dan metode dekomposisi semuanya digabungkan dalam metode peramalan ARIMA, yang membuatnya lebih kompleks dan mampu membandingkan hasil perolehan metode peramalan yang berbeda untuk data yang sama. Metode ARIMA bisa diterapkan untuk tujuan jangka pendek, menengah, dan panjang, sehingga metode ini lebih tepat diterapkan daripada metode peramalan yang lain.

Tahapan dari proses peramalan menggunakan metode ARIMA, yaitu sebagai berikut:

a. Plot Data *Time Series*

Plotting data digunakan memastikan kestasioneran data. Selain itu, berguna untuk mengetahui tren dan pola pada data tersebut. Pada metode ARIMA, data yang digunakan harus bersifat stasioner. Apabila ditemukan data yang tidak bersifat stasioner maka perlu dilakukan proses penyesuaian untuk memperoleh kestasioneran data yang disebut dengan *differencing*.

b. Uji Stasioneritas

Uji stasioneritas terbagi menjadi dua jenis uji yaitu uji stasioner dalam ragam (*varians*) dan uji stasioner dalam rata-rata (*mean*). Berikut adalah penjelasan dari kedua uji tersebut, yaitu sebagai berikut:

1) Uji Stasioner dalam Ragam

Pengujian stasioner dalam ragam (*varians*) dilakukan dengan menggunakan transformasi Box Cox. Data dikatakan stasioner dalam ragam (*varians*), apabila *rounded value* atau lamda (λ) bernilai lebih dari sama dengan 1. Apabila *rounded value* atau lamda (λ) tidak bernilai 1 atau lebih dari 1, maka perlu dilakukan transformasi hingga nilai *rounded value* pada Box Cox bernilai 1 atau lebih dari 1. Perhitungan transformasi Box Cox ditunjukkan pada persamaan (3.1) (Wei, 2006).

$$T(Y_t) = Y_t^{(\lambda)} = \begin{cases} \frac{Y_t^{\lambda-1}}{\lambda}, & \lambda \neq 0 \\ \ln Y_t, & \lambda = 0 \end{cases} \quad (3.1)$$

2) Uji Stasioner dalam Rata-Rata

Uji stasioner dalam rata-rata (*Mean*) berfungsi untuk menelaah plot ACF yang sudah stasioner dalam ragam (*varians*). Data yang telah stasioner dalam mean dilanjutkan ke tahap berikutnya yaitu identifikasi model dugaan. Apabila data belum stasioner, maka perlu dilakukan proses *differencing*. Jumlah proses *differencing* berguna untuk menentukan ordo d pada model dugaan ditahap selanjutnya. Perhitungan proses *differencing* ditunjukkan pada persamaan (3.2) (Wei, 2006).

$$\nabla^d Y_t = (1 - B)^d Y_t \quad (3.2)$$

c. Identifikasi Model

Identifikasi model terbagi menjadi dua jenis yaitu *Autocorrelation Function* (ACF) dan *Partial Autocorrelation Function* (PACF). Berikut adalah rumus dari kedua jenis tersebut, yaitu sebagai berikut:

1) *Autocorrelation Function* (ACF)

Fungsi autokorelasi dapat dinotasikan dengan persamaan (3.3) (Wei, 2006).

$$\rho_k = \frac{\text{Cov}(Z_t, Z_{t+k})}{\sqrt{\text{Var}(Z_t)}\sqrt{\text{Var}(Z_{t+k})}} = \frac{\gamma_k}{\gamma_0} \quad (3.3)$$

Dimana:

- ρ_k = fungsi autokorelasi
- Z_t = data waktu t
- Z_{t+k} = data waktu $t+k$

2) *Partial Autocorrelation Function* (PACF)

Fungsi autokorelasi parsial dapat dinotasikan dengan persamaan (3.4) (Wei, 2006).

$$\phi_{kk} = \frac{\phi_k - \sum_{j=1}^{k-1} \phi_{k-1,j} \rho_{k-j}}{1 - \sum_{j=1}^{k-1} \phi_{k-1,j} \rho_j} \quad (3.4)$$

Dimana:

- ϕ_{kk} = koefisien autokorelasi parsial pada lag k
- ρ_k = koefisien autokorelasi pada lag k
- ρ_j = koefisien autokorelasi pada lag j
- ρ_{k-j} = koefisien autokorelasi pada lag $k-j$

d. Uji Signifikansi Parameter

Data dikatakan signifikan apabila nilai alpha (α) bernilai kurang dari 0,05. Secara umum pengujian signifikansi δ terdiri dari:

Hipotesa:

$H_0 : \delta = 0$ (parameter tidak signifikan)

$H_0 : \delta = 0$ (parameter signifikan)

Statistik uji:

Berikut adalah statistik uji *white noise* pada persamaan (3.5) (Wei, 2006).

$$t_{hitung} = \frac{\hat{\delta}}{SE(\hat{\delta})} \text{ untuk } SE(\hat{\delta}) \neq 0 \quad (3.5)$$

Dimana:

- $\hat{\delta}$ = parameter hasil estimasi

$SE(\delta)$ = standar error estimasi parameter

Kriteria uji:

Syarat parameter signifikan adalah apabila H_0 ditolak dengan nilai statistik uji $|t_{hitung}| > t_{\frac{\alpha}{2}, (n-p-1)}$, dengan α adalah taraf signifikan dan n adalah jumlah data.

e. Uji Diagnostik Residual

Uji diagnostik residual terdiri dari uji *white noise*, distribusi normal, dan *overfitting*. Berhubung uji *overfitting* tidak terdapat rumus, maka pada penjelasan ini tidak dicantumkan uji *overfitting*. Berikut adalah rumus dari kedua uji tersebut, yaitu sebagai berikut:

1) *White Noise*

Data dikatakan *white noise* apabila nilai *p-value* lebih dari α bernilai lebih dari 0,05. Pada pengujian *white noise* dapat menerapkan perhitungan Ljung-Box yang terdiri:

Hipotesa:

$H_0: \rho_1 = \rho_2 = \dots = \rho_k = 0$ (residual *white noise*)

H_1 : minimal ada satu $\rho_k \neq 0$ untuk $k = 1, 2, 3, \dots, k$ (residual tidak *white noise*)

Statistik uji:

Berikut adalah statistik uji *white noise* pada persamaan (3.6) (Wei, 2006).

$$Q = n(n+2) \sum_{k=1}^k \frac{\hat{\rho}_k^2}{(n-k)} \quad (3.6)$$

Dimana:

K = lag maksimum

n = jumlah data

$\hat{\rho}_k$ = autokorelasi residual untuk lag ke k

Kriteria uji:

Syarat *white noise* adalah apabila H_0 ditolak dengan nilai statistik $Q > X_{\alpha, K-p-q}^2$, dengan α adalah taraf signifikan, K adalah lag maksimum, p adalah orde AR, dan q adalah orde MA.

2) Distribusi Normal

Data dikatakan berdistribusi normal apabila nilai *P-Value* lebih dari α bernilai lebih dari 0,05. Pada pengujian *white noise* dapat menerapkan perhitungan Kolmogorov-Smirnov yang terdiri:

Hipotesa:

$H_0: S(x) = F_0(x)$ (residual berdistribusi normal)

$H_1: S(x) \neq F_0(x)$ (residual tidak berdistribusi normal)

Statistik uji:

Berikut adalah statistik uji distribusi normal pada persamaan (3.7) (Daniel, 1989).

$$D = \sup_x |S(x) - F_0(x)| \quad (3.7)$$

Dimana:

$S(x)$ = fungsi distribusi kumulatif data sampel

$F_0(x)$ = fungsi peluang distribusi normal

Kriteria uji:

Syarat normalitas adalah apabila H_0 ditolak dengan nilai statistik $D > D_{1-\alpha, n}$ dengan α adalah taraf signifikan dan n adalah jumlah data.

f. Pemilihan Model Terbaik

Berikut adalah rumus yang digunakan untuk menentukan model terbaik, yaitu sebagai berikut:

1) *Aikaike's Information Criterion* (AIC)

Kriteria *Aikaike's Information Criterion* (AIC) ditunjukkan pada persamaan (3.8).

$$AIC = n \ln\left(\frac{SSE}{n}\right) + 2f + n + n \ln(2\pi) \quad (3.8)$$

Dimana:

SSE = *Sum Square Error*

n = banyak pengamatan

f = banyak parameter

2) *Scwartz's Bayesian Criterion* (SBC)

Kriteria *Scwartz's Bayesian Criterion* (SBC) ditunjukkan pada persamaan (3.9).

$$SBC = n \ln\left(\frac{SSE}{n}\right) + f \ln n + n + n \ln(2\pi) \quad (3.9)$$

Dimana:

SSE = *Sum Square Error*
 n = banyak pengamatan
 f = banyak parameter

Hasil perhitungan model ARIMA terpilih digunakan sebagai hasil peramalan setelah model terpilih karena hasil prosedur estimasi sebelumnya disertai dengan hasil peramalan yang kemudian menjadi Jadwal Induk Produksi (JIP).

Peramalan (*forecasting*) membutuhkan perhitungan mengenai tingkat kesalahan atau perhitungan eror dalam menentukan model terbaik. Terdapat beberapa metode untuk menganalisis kesalahan peramalan, yaitu sebagai berikut:

a. *Mean Absolute Deviation* (MAD)

Perhitungan MAD dapat ditunjukkan pada persamaan (3.10) (Wahyuni dan Syaichu, 2015).

$$MAD = \frac{\sum^t |et|}{n} \quad (3.10)$$

Dimana:

e = selisih permintaan dan ramalan

n = periode waktu

b. *Mean Square Error* (MSE)

Perhitungan MSE dapat ditunjukkan pada persamaan (3.11) (Wahyuni dan Syaichu, 2015).

$$MSE = \frac{\sum^t (et)^2}{n} \quad (3.11)$$

Dimana:

e = selisih permintaan dan ramalan

n = periode waktu

c. *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE)

Perhitungan MAPE dapat ditunjukkan pada persamaan (3.12) (Wahyuni dan Syaichu, 2015).

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n |PEt|}{n} \quad (3.12)$$

Dimana:

X_t = nilai aktual

F_t = ramalanpersediaan

n = periode

2. Metode MRP

Konsep *Material Requirement Planning* (MRP) membuat jadwal pesanan untuk memastikan bahwa bahan baku atau produk tiba tepat waktu dan menjadikan proses produksi berjalan tanpa gangguan. Setelah mendapatkan hasil dari peramalan permintaan, selanjutnya data permintaan tersebut diolah dalam tahapan-tahapan *Material Requirement Planning* (MRP), yakni perhitungan kebutuhan bersih (*netting*), perhitungan jumlah pesanan atau ukuran lot (*lot sizing*), penentuan waktu pemesanan (*offsetting*), dan menentukan kebutuhan kotor (*explosion*).

Banyaknya bahan baku yang diperlukan hingga perhitungan *Material Requirement Planning* (MRP) dapat ditentukan dengan memperhatikan *Bill of Materials* (BOM), yang akan berkembang menjadi rencana kebutuhan bahan baku kotor, dengan tetap memperhatikan *Master Production Schedule* (MPS). Setelah mempertimbangkan persediaan yang ada dalam perhitungan, akan menjadi rencana kebutuhan bersih bahan baku.

Perencanaan kebutuhan bahan baku bersih dilakukan melalui proses penentuan ukuran lot (*lotting*), yang kemudian digunakan untuk melakukan pemesanan bahan baku sesuai kebutuhan. Untuk menemukan model perhitungan ukuran lot dengan tingkat biaya terendah, beberapa model perhitungan ukuran lot biasanya dinilai satu per satu. Kuantitas bahan baku yang dipesan kemudian diputuskan sesuai dengan persyaratan, ketepatan waktu, dan efektivitas biaya dengan menggunakan temuan sebagai acuan.

Penentuan ukuran lot (*lotting*) dalam metode MRP terdiri dari beberapa metode, yaitu sebagai berikut:

a. Metode *Lot For Lot* (LFL)

Metode LFL adalah metode *lot sizing* yang terbilang sederhana dan paling mudah ditelaah. Pemesanan barang hanya disesuaikan untuk memenuhi kebutuhan yang diperlukan saat menggunakan metode *Lot For Lot*. Perhitungan *lot sizing* dengan metode LFL ditunjukkan pada persamaan (3.13).

$$\text{Lot For Lot (LFL)} = \text{Kebutuhan total per periode } t - \text{Perkiraan persediaan akhir periode } t-1 \quad (3.13)$$

b. Metode *Economic Order Quantity* (EOQ)

Metode EOQ adalah metode statistik dengan memanfaatkan rata-rata (misalnya, rata-rata jumlah permintaan per tahun), walaupun prosedur MRP menghasilkan asumsi mengetahui permintaan (yang bergantung pada faktor lainnya) yang digambarkan dalam jadwal produksi induk. Metode ini bersifat konstan atau tetap atau tidak bergantung pada jumlah permintaan. Perhitungan *lot sizing* dengan metode EOQ ditunjukkan pada persamaan (3.14).

$$\text{Economic Order Quantity (EOQ)} = \sqrt{\frac{2DS}{H}} \quad (3.14)$$

Dimana:

D = pemakaian tahunan

S = biaya pemasangan

H = biaya penyimpanan (angkut) (*holding/carrying cost*), dalam basis tahunan per unit

c. Metode *Periodic Order Quantity* (POQ)

Metode *Periodic Order Quantity* (POQ) adalah pendekatan ukuran lot yang menempatkan pesanan untuk jumlah yang diperlukan pada periode antara pesanan yang ditetapkan. Metode ini memanfaatkan konsep pemesanan interval tetap dengan jumlah pesanan yang beragam. Interval pemesanan tersebut ditentukan dengan perhitungan ditunjukkan pada persamaan (3.15).

$$\text{Periode Order Quantity (POQ)} = \sqrt{\frac{2S}{DH}} \quad (3.15)$$

Dimana:

D = jumlah kebutuhan per periode

S = biaya per pesanan

H = biaya penyimpanan per unit per tahun

d. Metode *Algoritme Wagner Within* (AWW)

Perhitungan lot sizing dengan menggunakan metode ini terdiri dari beberapa langkah yaitu sebagai berikut:

1) Penentuan Alternatif Pembelian

Perhitungan alternatif pembelian menggunakan perhitungan matriks total biaya variabel (biaya pesan dan biaya simpan). Perhitungan penentuan alternatif pembelian ditunjukkan pada persamaan (3.16).

$$Z_{ce} = C + H \sum_{i=c}^e (Q_{ce} - Q_{ci}), \text{ untuk } 1 \leq c \leq e \leq N$$

Dimana:

C = biaya pesan setiap pemesanan

H = biaya simpan setiap periode

Z_{ce} = biaya pemesanan pada periode ke c untuk memenuhi permintaan hingga periode e

Q_{ce} = total nilai permintaan dari periode c hingga e

Q_{ci} = total nilai permintaan dari periode c hingga i

2) Penentuan Biaya Minimum

Perhitungan f_e menjadi biaya minimum yang mungkin pada periode 1 sampai e sehingga *inventory* pada akhir periode e adalah nol. Perhitungan penentuan biaya minimum ditunjukkan pada persamaan (3.17).

$$F_e = \text{Min} (Z_{ce} + f_{c-1}) \quad (3.17)$$

3) Penentuan Solusi Optimal

Pencarian solusi optimal f_N berdasarkan dari algoritma jumlah pemesanan yang terjadi pada periode w dan memenuhi periode w sampai e . Perhitungan penentuan solusi optimal ditunjukkan pada persamaan (3.18).

$$f_N = Z_{wN} + f_{w-1} \quad (3.18)$$

Selain itu, hasil perhitungan MRP bisa dibuat sebagai bahan evaluasi atau pertimbangan untuk mengambil keputusan yang tepat dalam perencanaan. Ini akan membantu proses produksi berjalan lancar dengan keputusan yang efektif dalam hal biaya dan ketepatan waktu, sehingga memungkinkan tercapainya kepuasan pelanggan dan peningkatan keuntungan bisnis. dan manajemen persediaan bahan baku. Dalam perencanaan dan pengendalian persediaan bahan baku dengan metode MRP memanfaatkan bantuan *software POM-QM for Windows*.

2.4.4 Tahap Analisa dan Pembahasan

Temuan analisis data dikumpulkan setelah pemrosesan data selesai untuk mengatasi permasalahan yang dihadapi, dan kemudian diperiksa untuk mengidentifikasi pemecahan masalah dan saran untuk perbaikan.

2.4.5 Tahap Kesimpulan dan Saran

Setelah mencapai pemahaman tentang hasil analisis data, peneliti sampai pada kesimpulan atau keputusan akhir mengenai penerimaan temuan analisis dan temuan positif dari penelitian, yang kemudian peneliti memberikan saran sebagai bahan pertimbangan perusahaan ketika menetapkan kebijakan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengendalian Persediaan Bahan Baku

PT. X menggunakan sistem pengendalian dan pengadaan bahan baku yang belum terstruktur dengan baik, hal ini dikarenakan PT. X hanya menggunakan perkiraan dari riwayat permintaan terdahulu tanpa menggunakan metode. Pemesanan bahan baku PT. X dilakukan saat harga bahan baku murah, dimasa itulah PT. X akan membeli bahan baku tersebut dengan kapasitas yang besar meskipun saat itu tidak ada pesanan permintaan. Kelebihan persediaan ini akan berdampak adanya penimbunan bahan baku di gudang penyimpanan dan mengakibatkan untuk mengeluarkan biaya penyimpanan yang cukup besar.

3.2 Pengumpulan Data

Pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari perusahaan kakao *powder* di PT. X. Berikut adalah beberapa data yang digunakan dalam penelitian ini untuk mendukung pengolahan data, yang meliputi:

3.2.1 Data Permintaan

Berdasarkan data dari Departemen PPIC di PT. X, data permintaan yang akan digunakan yaitu data produk A dari bulan Januari 2017 hingga bulan Desember 2022 akan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Permintaan

Periode	Jumlah Permintaan 2017-2022 (kg)					
	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Januari	105.000	120.000	125.000	160.000	110.000	130.000
Februari	125.000	120.000	125.000	160.000	110.000	155.000
Maret	125.000	145.000	155.000	247.000	100.000	155.000
April	100.000	155.000	155.000	190.000	150.000	135.000
Mei	110.000	125.000	155.000	175.000	155.000	130.000
Juni	110.000	170.000	155.000	145.000	158.000	120.000
Juli	130.000	130.000	170.000	172.000	106.500	160.000
Agustus	125.000	115.000	170.000	85.000	193.500	160.000
September	160.000	115.000	170.000	85.000	109.300	200.000
Oktober	160.000	115.000	170.000	100.000	130.500	200.000
November	120.000	125.000	170.000	157.000	132.000	180.000
Desember	120.000	130.000	170.000	85.000	209.000	200.000

Sumber: PT. X (2023)



Gambar 1. Diagram Permintaan 2017-2022

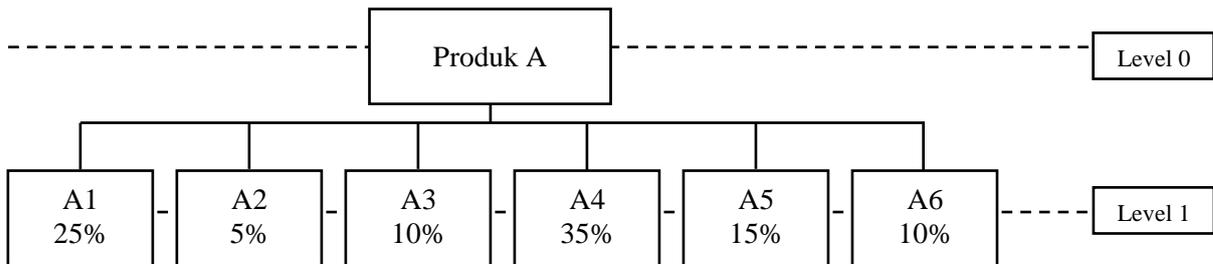
3.2.2 Data Bill of Material (BOM)

Bill of Materials (BOM) adalah daftar bahan mentah yang dibutuhkan untuk membuat suatu produk beserta berapa banyak bahan yang dibutuhkan. BOM terdiri dari struktur produk dan daftar bahan yang dibutuhkan. Penjelasan mengenai struktur produk dan daftar bahan-bahan yang dibutuhkan di PT. X adalah sebagai berikut:

1. Struktur Produk

Struktur produk ditampilkan dalam bentuk diagram dengan data yang diperoleh dari Departemen *Research and Development* (RnD). PT. X merupakan perusahaan yang memproduksi kakao *powder*. Kakao *powder* adalah produk yang dihasilkan dari proses pencampuran, *grinding*, *tempering*, dan pengemasan yang menggunakan bahan baku bungkil kakao (*cacao cake*).

Kakao *powder* dikemas menggunakan kemasan primer dan kemasan sekunder dengan berat bersih 25 kg. Kemasan primer berupa kantong plastik jenis *polyethylene* (PE) dengan ketebalan 0,045-0,055 mm. Kemasan kedua berupa 3 kertas kraft coklat 3 lapis (*3 ply craft paper*). Berikut adalah *Bill of Material* (BOM) kakao *powder* dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 2. Bill of Material (BOM)

Sumber: PT. X (2023)

Keterangan:

Level 0 : Perencanaan produksi produk

Level 1 : Perencanaan kebutuhan bahan baku

2. Daftar Kebutuhan Bahan

Berdasarkan struktur produk, maka daftar kebutuhan bahan dapat dibuat. Berikut daftar kebutuhan bahan produk A sebanyak 1 kg dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Daftar Kebutuhan Bahan

Komponen Bahan Baku	Kode Level	Kebutuhan (%)	Sumber
A1	1	0,25	Supplier Lokal
A2	1	0,05	Supplier Lokal
A3	1	0,10	Supplier Import
A4	1	0,35	Supplier Import
A5	1	0,15	Supplier Import
A6	1	0,10	Supplier Lokal

Sumber: PT. X (2023)

3.2.3 Data Catatan Persediaan

Data persediaan merupakan catatan yang berisi informasi mengenai sisa bahan baku periode sebelumnya. Berdasarkan hasil wawancara dengan staf Departemen PPIC di PT. X persediaan bahan baku sudah tersedia satu sampai dua minggu sebelum produksi dimulai. Data catatan persediaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah data catatan persediaan pada Desember 2022. Hal ini didasarkan pada kebutuhan data yang digunakan untuk perhitungan MRP untuk tahun 2023. Data catatan persediaan bahan baku penyusun produk A pada bulan Desember 2022 dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Data Catatan Persediaan

No.	Komponen Bahan Baku	Persediaan (kg)
1.	A1	103.301
2.	A2	20.660
3.	A3	41.320
4.	A4	144.621
5.	A5	61.980
6.	A6	41.320

Sumber: PT. X (2023)

3.2.4 Data Waktu Tunggu (*Lead Time*)

Menurut (Fajar dan Wiwi, 2014) waktu anjang (*lead time*) merupakan masa tunggu untuk pemesanan setiap bahan baku yang memiliki waktu berbeda-beda tergantung penyediannya. Hal ini, yang menyebabkan *lead time* setiap bahan baku berbeda. *Lead time* masing-masing bahan baku produk A di PT. X ditampilkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Data Waktu Tunggu (*Lead Time*)

No.	Komponen Bahan Baku	<i>Lead Time</i> (Minggu)
1.	A1	4
2.	A2	2
3.	A3	4
4.	A4	1
5.	A5	1
6.	A6	2

Sumber: PT. X (2023)

3.2.5 Data Harga Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan PT. X berasal dari *supplier import* dan *supplier* lokal. Harga bahan baku *supplier import* lebih terjangkau daripada *supplier* lokal, tetapi kualitas bahan yang dihasilkan dari *supplier import* kurang bagus dari pada *supplier* lokal. Dikarenakan penelitian ini menggunakan produk A, maka akan ditampilkan data harga bahan baku penyusunnya yaitu terlihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Data Harga Bahan Baku

No.	Komponen Bahan Baku	Harga Bahan Baku (Rp/kg)
1.	A1	34.699
2.	A2	29.454
3.	A3	32.547
4.	A4	30.966
5.	A5	22.410
6.	A6	40.612

Sumber: PT. X (2023)

3.2.6 Data Biaya Pemesanan

Biaya pemesanan merupakan biaya yang terdiri dari segala biaya yang berhubungan dengan proses pemesanan yaitu biaya bahan, biaya transportasi, biaya komunikasi, dan biaya administrasi kepada *supplier*. Biaya pemesanan bersifat tidak pasti yang disesuaikan setiap waktu dengan frekuensi pemesanan. Berikut adalah rincian biaya pemesanan bahan baku di PT. X ditampilkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Data Biaya Pemesanan

Komponen Bahan-Baku	Harga Bahan Baku (Rp/kg)	Biaya-Pemesanan-(Rp)
A1	34.699	63.893
A2	29.454	58.648
A3	32.547	61.741
A4	30.966	60.160
A5	22.410	51.604
A6	40.612	69.806

Sumber: PT. X (2023)

3.2.7 Data Biaya Penyimpanan

Biaya penyimpanan merupakan biaya yang harus dikeluarkan oleh perusahaan guna menyimpan dan menjaga keamanan bahan baku di gudang. Biaya penyimpanan merupakan biaya operasional di dalam gudang penyimpanan. Biaya yang berkaitan dengan kebutuhan yang diperlukan dalam gudang penyimpanan dikenal sebagai biaya operasional. Biaya tenaga kerja untuk keamanan gudang, harga utilitas listrik, dan biaya pemeliharaan gudang merupakan komponen biaya operasional. Gudang penyimpanan di PT. X tersebut dibagi dua, antara lain gudang bahan jadi dan gudang bahan baku. Berikut adalah rincian biaya penyimpanan bahan baku di PT. X ditampilkan pada Tabel 7.

Tabel 7. Data Biaya Penyimpanan

Komponen Bahan Baku	Harga Bahan Baku/kg (Rp)	Biaya Penyimpanan (Rp)
A1	34.699	29.841
A2	29.454	25.330
A3	32.547	27.990
A4	30.966	26.631
A5	22.410	19.272
A6	40.612	34.926

3.3 Analisis Data

Pengolahan data berfungsi untuk menemukan solusi yang tepat terhadap permasalahan yang ada di PT. X. Berikut adalah beberapa pengolahan data yang digunakan di PT. X, yang meliputi:

3.3.1 Peramalan

Peramalan (*forecasting*) merupakan suatu asumsi permintaan periode selanjutnya berdasarkan variabel peramalan. Variabel peramalan yang sering digunakan yaitu berdasarkan deret waktu historis. Peramalan menurut Zuhri dan Nisa (2022) berfungsi untuk memastikan kapasitas yang akan digunakan dalam proses produksi sebagai pedoman bahan baku yang akan dipesan perusahaan. Hasil dari peramalan yang diperoleh akan menjadi dasar pembuatan jadwal induk produksi (*Master Production Schedule*).

Model peramalan *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA) digunakan dalam penelitian ini untuk menganalisis data historis permintaan produk A dari Januari 2017 hingga Desember 2022. Peramalan yang dilakukan ini akan menghasilkan peramalan untuk bulan Januari 2023 sampai bulan Desember 2023. Metode peramalan yang digunakan pada penelitian ini adalah *Mean Square Error* (MSE) dan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). Sedangkan alat bantu yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari bantuan *software* Minitab 19.

Perhitungan metode ARIMA memperoleh bahwa model ARIMA (2,0,0) memiliki nilai MSE sebesar 0,036274. Sedangkan nilai MAPE sebesar 1,217% yang menandakan bahwa model tersebut memiliki kemampuan peramalan yang sangat baik dalam kualifikasi MAPE. Maka dapat dikatakan bahwa model ARIMA (2,0,0) merupakan model terbaik yang akan digunakan dalam model peramalan. Berikut adalah hasil nilai MSE dan MAPE pada model ARIMA (2,0,0) ditampilkan pada Tabel 8.

Tabel 8. Perbandingan Nilai MSE dan MAPE

Model Dugaan	MSE	MAPE
ARIMA (2,0,0)	0,036274	1,217%

3.3.2 Master Production Schedule (MPS)

Master Production Schedule (MPS) atau Jadwal Induk Produksi (JIP) berfungsi sebagai gambaran kapasitas produksi yang diperlukan setiap periode untuk memenuhi permintaan. *Master Production Schedule* (MPS) berasal dari hasil peramalan tiap bulan yang sudah didapat dari metode ARIMA yang dialokasikan dalam jangka waktu mingguan. Data hasil peramalan permintaan produk A di tahun 2023 dibagi menjadi 4 minggu dalam sebulan. *Master Production Schedule* (MPS) PT. X ditampilkan pada Tabel 9.

Tabel 9. Master Production Schedule (MPS)

Tahun 2023					
Bulan	Minggu 1 (kg)	Minggu 2 (kg)	Minggu 3 (kg)	Minggu 4 (kg)	Total (kg)
Januari	42.569	42.569	42.569	42.569	170.278
Februari	41.489	41.489	41.489	41.489	165.955
Maret	39.266	39.266	39.266	39.266	157.065
April	38.239	38.239	38.239	38.239	152.957
Mei	37.295	37.295	37.295	37.295	149.181
Juni	36.693	36.693	36.693	36.693	146.772
Juli	36.225	36.225	36.225	36.225	144.902
Agustus	35.896	35.896	35.896	35.896	143.586
September	35.651	35.651	35.651	35.651	142.606
Oktober	35.474	35.474	35.474	35.474	141.895
November	35.343	35.343	35.343	35.343	141.371
Desember	35.247	35.247	35.247	35.247	140.988
Total					1.797.554

3.3.3 Kebutuhan Kotor Bahan Baku (*Gross Requirement*)

Kebutuhan kotor bahan baku berfungsi sebagai gambaran jumlah kebutuhan kotor semua bahan baku penyusun produk yang digunakan di dalam proses produksi. Perhitungan kebutuhan kotor bahan baku produk A di PT. X dilakukan dengan menghitung peramalan permintaan produk A dengan jumlah kebutuhan produk A berdasarkan *Bill of Material* (BOM). Perhitungan jumlah kebutuhan kotor bahan baku produk A di PT. X ditampilkan pada Tabel 4.10.

Tabel 10. Kebutuhan Kotor Bahan Baku (*Gross Requirement*)

Periode	Kebutuhan Produk A (kg)	Jenis Bahan Baku (kg)					
		A1	A2	A3	A4	A5	A6
0		42.571,75	8.514,35	17.028,70	59.600,45	25.543,05	17.028,70
1	170.277,51	41.488,75	8.297,75	16.595,50	58.084,25	24.893,25	16.595,50
2	165.954,65	39.266,25	7.853,25	15.706,50	54.972,75	23.559,75	15.706,50
3	157.065,03	38.239,25	7.647,85	15.295,70	53.534,95	22.943,55	15.295,70
4	152.956,71	37.295,25	7.459,05	14.918,10	52.213,35	22.377,15	14.918,10
5	149.181,27	36.693,00	7.338,60	14.677,20	51.370,20	22.015,80	14.677,20
6	146.771,74	36.225,50	7.245,10	14.490,20	50.715,70	21.735,30	14.490,20
7	144.901,65	35.896,50	7.179,30	14.358,60	50.255,10	21.537,90	14.358,60
8	143.585,54	35.651,50	7.130,30	14.260,60	49.912,10	21.390,90	14.260,60
9	142.605,80	35.473,75	7.094,75	14.189,50	49.663,25	21.284,25	14.189,50
10	141.895,26	35.342,75	7.068,55	14.137,10	49.479,85	21.205,65	14.137,10
11	141.371,41	35.247,00	7.049,40	14.098,80	49.345,80	21.148,20	14.098,80
12	140.987,80						
Total	1.797.554,36	406.819,50	81.363,90	162.727,80	569.547,30	244.091,70	162.727,80

3.3.4 Kebutuhan Bersih Bahan Baku (*Net Requirement*)

Kebutuhan bersih bahan baku berfungsi untuk memberikan gambaran jumlah kebutuhan bersih seluruh bahan baku untuk membuat suatu produk. Kebutuhan bersih bahan baku berasal dari selisih jumlah kebutuhan kotor dengan jumlah persediaan yang ada dan yang sedang dipesan. Jumlah persediaan penyusun produk A setiap bahan baku dapat dilihat pada Tabel 3. Kebutuhan bersih bahan baku di PT. X terlihat pada Tabel 4.11.

Tabel 11. Kebutuhan Bersih Bahan Baku (*Net Requirement*)

Periode	Kebutuhan Produk A (kg)	Jenis Bahan Baku (kg)					
		A1	A2	A3	A4	A5	A6
0		-60.729,25	-12.145,65	-24.291,30	-85.020,55	-36.436,95	-24.291,30
1	170.277,51	-19.240,50	-3.847,90	-7.695,80	-26.936,30	-11.543,70	-7.695,80
2	165.954,65	22.248,25	4.449,85	8.899,70	31.147,95	13.349,55	8.899,70
3	157.065,03	15.991,00	3.198,00	6.396,00	22.387,00	9.594,00	6.396,00
4	152.956,71	21.304,25	4.261,05	8.522,10	29.826,35	12.783,15	8.522,10
5	149.181,27	15.388,75	3.077,55	6.155,10	21.543,85	9.232,65	6.155,10
6	146.771,74	20.836,75	4.167,55	8.335,10	29.171,85	12.502,65	8.335,10
7	144.901,65	15.059,75	3.011,75	6.023,50	21.083,25	9.035,25	6.023,50
8	143.585,54	20.591,75	4.118,55	8.237,10	28.828,85	12.355,65	8.237,10
9	142.605,80	14.882,00	2.976,20	5.952,40	20.834,40	8.928,60	5.952,40
10	141.895,26	20.460,75	4.092,35	8.184,70	28.645,45	12.277,05	8.184,70
11	141.371,41	14.786,25	2.957,05	5.914,10	20.700,35	8.871,15	5.914,10
12	140.987,80						
Total	1.797.554,36	162.309,00	32.462,00	64.924,00	227.233,00	97.386,00	64.924,00

3.3.5 Perhitungan Lot Sizing

Lot sizing adalah ukuran jumlah kebutuhan pesanan optimal suatu bahan yang ditentukan dari perhitungann kebutuhan bersih yang dihasilkan. Jika diartikan sebagai bagian produksi, maka *lot sizing* berarti jumlah produksi. Namun, jika diartikan sebagai bagian pembelian, maka *lot sizing* berarti banyaknya kebutuhan yang dipesan *supplier*.

Proses pengendalian dan pemesanan bahan baku membutuhkan data hasil peramalan metode ARIMA produk A sebagai acuan dalam perhitungan *lot sizing*. Berdasarkan data yang sudah ada proses *lot sizing* dapat dilakukan untuk mentukan jumlah pesanan setiap bahan baku dalam pembelian secara optimal. Penelitian ini menggunakan empat metode dalam perhitungan *lot sizing* yaitu metode *Lot For Lot* (LFL), metode *Economic Order Quantity* (EOQ), metode *Periodic Order Quantity* (POQ), dan metode *Algoritme Wagner Whitin* (AWW). Perhitungan dari masing-masing metode *lot sizing* dilakukan untuk setiap bahan baku secara keseluruhan sehingga perbandingan efektivitas dan efisiensi setiap bahan baku dapat diketahui. Ketepatan bahan baku dengan metode *lot sizing* berdasarkan pada ciri dari metode dan pertimbangan biaya persediaan bahan baku yang digunakan.

Penelitian ini menggunakan perhitungan *lot sizing* dengan bantuan *software* POM QM yang akan memberikan rekomendasi metode dan total biaya setiap bahan baku secara optimal. Selain itu, penelitian ini juga menggunakan bantuan Microsoft Excel yang berguna untuk menyajikan tabel hasil dari *software* POM QM sehingga dapat mempermudah saat dibaca dan dipahami. Perhitungan *lot size* menggunakan semua metode pada setiap bahan baku penyusun produk A ditunjukkan pada Tabel 4.12.

Tabel 12. Perhitungan Lot Sizing Semua Metode

Metode	Bahan Baku	Kebutuhan Kotor (kg)	Kebutuhan Bersih (kg)
<i>Lot For Lot</i>	A1	449.391,25	266.120,50
	A2	89.878,25	53.224,70
	A3	179.756,50	106.449,40
	A4	629.147,75	372.569,90
	A5	269.634,75	159.674,10
	A6	179.756,50	106.449,40
<i>Economic Order Quantity</i>	A1	449.391,25	183.549,50
	A2	89.878,25	37.239,90
	A3	179.756,50	73.904,80
	A4	629.147,75	256.604,30
	A5	269.634,75	110.317,70
	A6	179.756,50	73.844,80
<i>Periodic Order Quantity</i>	A1	449.391,25	346.090,25
	A2	89.878,25	69.218,25
	A3	179.756,50	138.436,50
	A4	629.147,75	484.526,75
	A5	269.634,75	207.654,75
	A6	179.756,50	138.436,50
<i>Algoritme Wagner Whitin</i>	A1	449.391,25	576.963,75
	A2	89.878,25	131.387,10
	A3	179.756,50	262.774,20
	A4	629.147,75	919.707,67
	A5	269.634,75	394.161,30
	A6	179.756,50	262.774,20

3.3.6 Analisis Biaya

Proses analisis biaya berfungsi untuk memberikan perbandingan biaya persediaan dari berbagai metode yang digunakan dalam penelitian ini. Analisis biaya juga membandingkan metode lama yaitu metode murni yang diterapkan selama ini di perusahaan dengan penerapan metode *Material Requirement Planning*

(MRP) seperti metode *Lot For Lot* (LFL), metode *Economic Order Quantity* (EOQ), metode *Periodic Order Quantity* (POQ), dan metode *Algoritme Wagner Whitin* (AWW).

Perhitungan biaya persediaan semua bahan baku penyusun produk A dilakukan dengan bantuan *software* POM QM. Penerapan metode *Material Requirement Planning* (MRP) memiliki tujuan dalam bentuk cara dalam pengendalian dan perencanaan material dengan pengeluaran biaya persediaan yang rendah dengan permintaan pelanggan yang tetap terpenuhi berdasarkan jumlah dan waktu yang dibutuhkan sehingga dapat meningkatkan kepuasan konsumen.

3.4 Pembahasan

Pembahasan berfungsi untuk menjelaskan hasil analisis data yang dilakukan pada penelitian ini. Berikut adalah beberapa pembahasan mengenai solusi yang tepat yang digunakan di PT. X, yang meliputi:

3.4.1 *Material Requirement Planning* (MRP)

Perusahaan membutuhkan penyusunan MRP untuk melakukan perencanaan kebutuhan bahan baku dengan terstruktur yang meliputi waktu pemesanan dan kuantitas kebutuhan yang harus dipesan sehingga dapat menyebabkan proses produksi yang berjalan dengan baik. Pemesanan bahan baku dengan kapasitas yang sesuai mengakibatkan perusahaan dapat meminimalisir biaya persediaan bahan baku yang berlebihan sehingga dapat meringankan beban biaya perusahaan.

3.4.2 Penentuan Ukuran *Lot Sizing*

Proses penentuan ukuran *lot sizing* yang paling optimal adalah dengan cara mempertimbangkan analisis biaya yang mencakup pemesanan biaya dan biaya penyimpanan dari keseluruhan metode yang digunakan. Nilai penghematan ini berfungsi untuk mempermudah dalam pemilihan metode yang tepat untuk digunakan pada perusahaan. Perhitungan nilai penghematan didapatkan dengan menghitung selisih metode yang diterapkan perusahaan menggunakan metode MRP. Hasil perbandingan melalui kelima metode itu, dapat menentukan metode yang dapat mengefisiensi biaya persediaan bahan baku yang dapat diterapkan selanjutnya oleh perusahaan. Tabel 13 menyajikan hasil perbandingan singkat pada total biaya persediaan dan nilai penghematan produk A jika dihitung dengan menggunakan berbagai metode.

Tabel 13. Perbandingan Total Biaya Persediaan

Metode <i>Lot Sizing</i>	Total Biaya Persediaan (Rp)	Penghematan (%)
Perusahaan	26.390.282.414	
LFL	19.916.965.970	24,529
EOQ	20.186.585.070	23,508
POQ	19.916.965.970	24,529
AWW	19.916.600.413	24,531

3.4.3 Rekomendasi Metode Pengendalian Persediaan Bahan Baku

Berdasarkan pada pertimbangan hasil analisis total biaya persediaan bahan baku dengan menggunakan metode *Lot For Lot* (LFL), metode *Economic Order Quantity* (EOQ), metode *Periodic Order Quantity* (POQ), metode *Algoritme Wagner Whitin* (AWW), dan metode yang digunakan perusahaan sebelumnya dapat diketahui bahwa metode *Algoritme Wagner Whitin* (AWW) merupakan metode yang memiliki total biaya persediaan bahan baku rendah. Metode AWW ini memiliki total biaya persediaan sebesar Rp19.916.600.413 dengan nilai penghematan sebesar 24,531%. Penggunaan MRP dengan metode AWW dapat menjadi bahan pertimbangan bagi PT.X untuk menggunakan metode tersebut sebagai metode pengendalian persediaan bahan baku produk A yang baru. Metode AWW menggunakan konsep meminimalisir bahan baku yang terdapat di Gudang dengan biaya persediaan yang rendah dan waktu pemesanan yang baik sehingga tidak menimbulkan penimbunan persediaan bahan baku kakao *powder* di gudang penyimpanan.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, dapat diambil kesimpulan yaitu sebagai berikut:

1. Dengan penerapan metode *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA) BOX-JENKINS, maka diperoleh model terbaik yang digunakan untuk meramalkan jumlah permintaan produk A pada tahun 2017 hingga 2022 dengan total data yang digunakan sebanyak 72 data di PT. X yaitu model ARIMA (2,0,0). Model terbaik ini memiliki nilai MSE sebesar 0,036274 dan nilai MAPE sebesar 1,217%. Penelitian ini

melakukan suatu peramalan (*forecasting*) dengan tujuan untuk meramalkan permintaan produk A selama 1 tahun kedepan yaitu tahun 2023.

2. Dengan penerapan metode *Material Requirement Planning* (MRP), maka diperoleh total biaya persediaan bahan baku yang minimum pada perusahaan PT. X dengan menggunakan metode *lot sizing Algoritma Wagner Within* (AWW) yaitu sebesar Rp19.916.600.413. Metode AWW adalah metode yang dapat diterapkan menjadi alternatif perbaikan terhadap permasalahan pada di PT. X yang mempunyai total biaya persediaan yang optimal dengan biaya yang paling rendah di antara metode yang lain, termasuk metode perusahaan sendiri yaitu sebesar Rp26.390.282.414.
3. Pengadaan persediaan bahan baku kakao *powder* di PT. X dilakukan belum efisien dikarenakan pemesanan persediaan yang dilakukan dalam jumlah yang terlalu besar sehingga mengakibatkan biaya penyimpanan yang besar. Dengan menggunakan metode AWW untuk diimplementasikan pada persediaan bahan baku terbukti memberikan efisiensi dengan menghemat biaya sebesar 24,531%.

4.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan di atas, dapat diberikan saran, yaitu sebagai berikut:

1. PT. X dapat mempertimbangkan rencana perbaikan yang diusulkan pada penerapan pengendalian dan perencanaan bahan baku yang selama ini diterapkan di perusahaan agar memiliki sistem yang terstruktur dengan menggunakan metode AWW yang dapat meminimumkan biaya persediaan.
2. Perlu dilakukan penelitian lanjutan mengenai metode MRP dengan metode *lot sizing Fixed Order Quantity* (FOQ), *Fixed Period Requirement* (FPR), *Least Unit Cost* (LUC), *Least Total Cost* (LTC), dan *Part Period Balancing* (PBB) di dalam penerapan pengendalian persediaan bahan baku.

V. DAFTAR PUSTAKA

- Anggriana, K. (2015). **Analisis Perencanaan dan Pengendalian Persediaan Busbar Berdasarkan Sistem MRP (*Material Requirement Planning*) di PT. TIS. *Penelitian Dan Aplikasi Sistem Dan Teknik Industri*, 9(3), 320–337.**
- Arif, M., Supriyadi, S., dan Cahyadi, D. (2017). **Analisis Perencanaan Persediaan Batubara FX dengan Metode *Material Requirement Planning*. *Jurnal Manajemen Industri Dan Logistik*, 1(2), 148.** <https://doi.org/10.30988/jmil.v1i2.25>
- Badan Pusat Statistik. (2021). **Distribusi PDB Triwulanan Seri 2010 atas Dasar Harga Berlaku (Persen), 2021.** <https://www.bps.go.id>. Diakses pada tanggal 23 November 2022.
- Daniel, W. W. (1989). **Statistik Nonparametrik Terapan.** Jakarta : PT. Gramedia.
- Hardiyanti, D. Y., dan Muhammad, F. (2016). **Rancang Bangun Sistem Informasi Peramalan Barang Produksi Menggunakan *Make To Stock*. *Journal of Chemical Information and Modeling*, Vol 4, 219–223.**
- S, R. F., dan Wiwi, U. (2014). **Penerapan *Material Requirement Planning* (MRP) dalam Perencanaan Persediaan Bahan Baku Produk Botol DK 8211 B di PT. Rexam Packaging Indonesia. *Jurnal Teknik Mesin*, 3(1), 71–79.**
- Zuhri, S., Ilyas, dan Nisa, R. (2022). **Peramalan Volume Sampah Menggunakan Pendekatan Arima *Time Series*. *Journal of Industrial Science and Technology*, IV(1), 14–19.**
- Wahyuni, A., dan Syaichu, A. (2015). **Perencanaan Persediaan Bahan Baku Dengan Menggunakan Metode *Material Requirement Planning* (MRP) Produk Kacang Shanghai pada Perusahaan Gangsar Ngunut-Tulungagung. *Spektrum Industri*, 13(2), 115–228.** <https://doi.org/10.12928/si.v13i2.2692>
- Wei, W.W.S. (2006). ***Time Series Analysis: Univariate and Multivariate Methods Second Edition.*** New Jersey: Pearson Prentice Hall.