

Penerapan Algoritma Artificial Neural Network dan Economic Order Quantity dalam Memprediksi Persediaan Pengendalian BBM

Walid Alma Ula*, M Afdal, Zarnelly, Inggih Permana

Fakultas Sains dan Teknologi, Sistem Informasi, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau, Pekanbaru, Indonesia

Email: ^{1,*}11950315054@students.uin-suska.ac.id, ²m.afdal@uin-suska.ac.id, ³zarnelly@uin-suska.ac.id,

⁴inggihpermana@uin-suska.ac.id

Email Penulis Korespondensi: 11950315054@students.uin-suska.ac.id

Submitted: 05/02/2024; Accepted: 23/02/2024; Published: 28/02/2024

Abstrak—Produksi kendaraan bermotor di Indonesia setiap tahunnya mengalami peningkatan seiring dengan meningkatnya permintaan akan kebutuhan BBM sebagai bahan bakunya. Umumnya, SPBU melakukan proses pemesanan BBM ke pihak Dempo bersifat tidak tetap, frekuensi pemesanan tidak memiliki waktu tertentu, pemesanan tergantung transaksi penjualan dan jumlah persediaan BBM yang tersedia tergantung BBM dipenyimpanan. Berkaitan prediksi dan pengendalian persediaan BBM adapun resiko pada SPBU adalah volume BBM yang diterima berbeda dengan yang dipesan. Hal ini diduga bahwa truk tangki pengangkut BBM selama pengiriman dari Depot ke SPBU cenderung mengalami penguapan didalam tangki (Loses), sehingga BBM mengalami pengurangan kuantitas. Permintaan pengisian BBM hanya berdasarkan pemantauan tanpa adanya perhitungan khusus mengakibatkan stock yang dimiliki tidak terjaga dan tidak mencakupi permintaan konsumen. Penelitian ini untuk menganalisis algoritma Artificial Neural Network dalam memprediksi BBM, dan mengetahui pengendalian persediaan menggunakan Economic Order Quantity. Penelitian dilakukan menggunakan data November 2020 - Oktober 2023. Data dilakukan pengolahan algoritma ANN menggunakan Google Colab, dan dilanjutkan EOQ menggunakan Microsoft Excel. Parameter ANN yaitu 1 hidden layer dengan 100 unit, optimizer Adam, learning rate 0.001, batch size 8 dan epoch 200. Hasil pengujian ANN Peralite yaitu MSE 248852593,81 dan MAE 12749,45, sedangkan Pertamina Turbo MSE 803842,94 dan MAE 672,74 memberikan prediksi November dan Desember sebesar 11.1436,82 L dan 11.1960,83 L serta Pertamina Turbo sebesar 3.782,46 L dan 3.660,70 L. Selanjutnya pada tahun 2023 BBM EOQ Peralite dan Pertamina Turbo sebesar 8.445 L dan 5.261 L, Safety Stock 3.516 L dan 1.064 L, Maximum Inventory 6.042 L dan 5.153 L, Re order point 2.403 L dan 108 L, Frekuensi pemesanan sebanyak 149 kali dan 6 kali dengan Total Biaya Persediaan Rp. 178.830.302 dan Rp. 7.700.459.

Kata Kunci: Artificial Neural Network; BBM; Economic Order Quantity; Prediksi

Abstract—Motor vehicle production in Indonesia increases every year along with increasing demand for fuel as a raw material. Generally, gas stations carry out the process of ordering fuel from Dempo on an irregular basis, the frequency of orders does not have a certain time, orders depend on sales transactions and the amount of fuel inventory available depends on the fuel in storage. Regarding prediction and control of fuel supplies, the risk at gas stations is that the volume of fuel received is different from that ordered. It is suspected that tank trucks carrying fuel during delivery from the depot to gas stations tend to experience evaporation in the tank (loses), so that the fuel quantity decreases. Requests for fuel filling are only based on monitoring without any special calculations resulting in stock being maintained and not covering consumer demand. This research is to analyze the Artificial Neural Network algorithm in predicting fuel, and determine inventory control using Economic Order Quantity. The research was conducted using data from November 2020 - October 2023. The data was processed using the ANN algorithm using Google Colab, and continued with EOQ using Microsoft Excel. The ANN parameters are 1 hidden layer with 100 units, Adam optimizer, learning rate 0.001, batch size 8 and epoch 200. Peralite ANN test results are MSE 248852593.81 and MAE 12749.45, while Pertamina Turbo MSE 803842.94 and MAE 672.74 provides predictions for November and December of 11,1436.82 L and 11,1960.83 L and Pertamina Turbo of 3,782.46 L and 3,660.70 L. Furthermore, in 2023 the fuel EOQ of Peralite and Pertamina Turbo will be 8,445 L and 5,261 L, Safety Stock 3,516 L and 1,064 L, Maximum Inventory 6,042 L and 5,153 L, Re order point 2,403 L and 108 L, Order frequency 149 times and 6 times with Total Inventory Cost Rp. 178,830,302 and Rp. 7,700,459.

Keywords: Algoritma Artificial Neural Network; BBM; Economic Order Quantity; Prediction

1. PENDAHULUAN

Peningkatan kebutuhan dan permintaan akan Bahan Bakar Minyak (BBM) merupakan komoditas yang cukup penting. Kebutuhan akan BBM memiliki variasi berbeda pada setiap waktu dan daerahnya, tergantung dari jenis kendaraan bermotor yang digunakan. Jumlah kendaraan bermotor yang meningkat di Indonesia berbanding lurus dengan peningkatan kebutuhan BBM atau bahan bakar fosil yang digunakan sebagai sumber tenaga bagi kendaraan bermotor [1]. Untuk dapat memenuhi kebutuhan BBM, umumnya pihak SPBU Modular melakukan proses pemesanan ke pihak dempo atau terminal, namun pemesanan yang dilakukan bersifat tidak tetap, tidak memiliki waktu tertentu, tergantung transaksi penjualan dan persediaan persediaan yang tersedia dipenyimpanan.

Berkaitan dengan prediksi dan pengendalian persediaan BBM, adapun resiko yang terkait pada SPBU Modular adalah volume BBM yang diterima berbeda dengan yang dipesan. Hal ini diduga bahwa truk tangki pengangkut BBM selama pengiriman dari Terminal Pertamina ke SPBU cenderung mengalami penguapan didalam tangki (Loses), sehingga membuat BBM yang dikirim mengalami pengurangan kuantitas. Selanjutnya, permintaan pengisian BBM jika hanya berdasarkan pemantauan tanpa adanya perhitungan khusus mengakibatkan stock yang dimiliki tidak terjaga sehingga tidak bisa memenuhi permintaan konsumen. Kebijakan persediaan yang tidak baik dalam perusahaan, akan mengakibatkan persediaan yang tidak terjaga

menjadi kerugian, hal ini disebabkan karena jumlah permintaan pelanggan tidak pasti sehingga perusahaan memiliki kesulitan dalam menentukan stok minimal setiap item, menentukan setiap penataan kembali dan menentukan berapa banyak pesan barang sesuai.

Memprediksi penjualan BBM sangat penting baik dari perspektif bisnis maupun akademis karena akan memungkinkan para praktisi perusahaan retail yang bergerak dibidang migas untuk memprediksi situasi penjualan dimasa mendatang. Metode prediksi adalah proses dengan mengukur kesalahan atau selisih antara sesuatu yang terjadi dan hasil terkaan atau perkiraan [2]. Algoritma Neural Network merupakan salah satu sistem pemrosesan informasi yang di design dengan meniru cara kerja otak manusia dalam menyelesaikan suatu masalah yang dapat di gunakan untuk memprediksi penjualan terhadap BBM. Berdasarkan hasil penelitian Pamungkas et al., pada tahun 2023 diperoleh 106 data penulsaan yang telah melalui proses penyaringan jumlah penelitian yang diambil dan dibahas yaitu sejumlah 13 data. Predictive analytics merupakan sebuah metode dalam analisis yang digunakan untuk menilai risiko, tren bisnis di masa depan, hingga prediksi kapan maintenance akan dilakukan[3]. Penggunaan Algoritma Neural Network untuk memprediksi jumlah penjualan BBM kedepannya sangat diperlukan sehingga pihak SPBU dapat merancang dan melakukan pengendalian jumlah BBM dengan hasil prediksi tersebut. Pada dasarnya ANN merupakan sistem yang menerima input, proses informasi, serta setelah itu membagikan output yang berhubungan dengan input. Keuntungan dari jaringan syaraf tiruan tersebut merupakan data masa depan yang bisa digunakan buat mengambil informasi, mengetahui tren, serta pula bisa memprediksi pola yang tidak diberikan sepanjang pelatihan yang diucap dengan generalisasi[4].

Teknik yang sering digunakan untuk melakukan prediksi yakni algoritma Artificial Neural Network (ANN), karena algoritma ini mampu memprediksi data dengan menggunakan aturan pembelajaran berdasarkan data-data yang sudah pernah terjadi sebelumnya dan sangat baik akurasiya meskipun digunakan untuk peramalan jangka panjang. Algoritma Neural Network adalah paradigma pemrosesan suatu informasi yang terinspirasi oleh sistem sel saraf biologi. Penerapan algoritma ANN dalam memprediksi total penjualan sangat penting, sehingga pihak SPBU dapat merencanakan jumlah BBM berdasarkan hasil prediksi tersebut. Secara dasar, ANN adalah sistem yang menerima input, memproses informasi, dan kemudian menghasilkan output yang terkait dengan input tersebut. Salah satu kelebihan dari jaringan syaraf tiruan adalah kemampuannya untuk menggunakan data masa depan untuk mengumpulkan informasi, mengidentifikasi tren, dan juga dapat memprediksi pola yang tidak diajarkan selama proses pelatihan, yang disebut dengan generalisasi[5]. Berdasarkan hasil penelitian Enggari et al., pada tahun 2022 algoritma jaringan syaraf tiruan telah terbukti mampu merepresentasikan input dari contoh gambar yang diberikan, sehingga dapat melatih jaringan hingga mendapatkan bobot yang diinginkan dengan tingkat akurasi sebesar 80%. Artificial Neural Network secara umum telah digunakan secara luas di berbagai bidang ilmu karena mampu menyelesaikan masalah yang terstruktur maupun tidak terstruktur dan juga dapat mengikuti perkembangan teknologi[6].

Berbagai upaya penelitian telah dilakukan dalam rangka mencari solusi untuk masalah prediksi. Namun banyak penelitian hanya berfokus pada melakukan peramalan/prediksi penjualan BBM dan kurangnya memperhatikan dalam pengendalian persediaan BBM, oleh karena itu penelitian ini menggunakan algoritma Artificial Neural Network dan metode economic order quantity. Penelitian ini di harapkan dapat memberikan pemahaman tentang integrasi kedua metode ini dapat memberikan keuntungan yang lebih besar dalam konteks pengendalian persediaan BBM. Serta dapat memberikan gambaran gambaran biaya dalam pengendalian persediaan. Salah satu penelitian yang berhasil adalah penelitian Bobsaid pada tahun 2020 yang melaporkan bahwa hasil peramalan permintaan dengan menggunakan jaringan syaraf tiruan dan merencanakan persediaan spare part dengan metode economic order quantity. Langkah berikutnya adalah menentukan spare part yang menjadi komponen produk dengan replacement ratio antara 1-99% berdasarkan data historis perusahaan. Dengan klasifikasi ABC, ditemukan 64 spare part termasuk dalam klasifikasi A dan 52 spare part lainnya yang memiliki peluang pembelian new spare part terbesar dengan prioritas tertinggi. Langkah selanjutnya adalah menghitung model sistem persediaan dengan metode EOQ probabilistik. Hasilnya, frekuensi pemesanan spare part 561-15-52961 adalah sebanyak 4 kali dengan jeda waktu antar pemesanan selama 20 hari untuk memenuhi permintaan periode Januari 2020 hingga Maret 2020. Totalnya adalah 43 unit Torq Flow Assy Unit HD785-7 dengan ukuran lot pemesanan optimal sejumlah 94 unit spare part dan safety stock sebesar 2 unit. Total biaya persediaan adalah \$87,47 yang dapat menghemat biaya perusahaan sebesar 57,7% [7]. Studi penelitian Veri et al., pada tahun 2022 menunjukkan bahwa nilai Mean Square Error (MSE) yang diperoleh dari hasil pelatihan adalah 0,00099762 dengan 135 Epoch, dan nilai MSE yang diperoleh dari pengujian jaringan adalah 0,093336. Ini menunjukkan bahwa jaringan syaraf tiruan propagasi balik sangat efektif dalam memprediksi informasi harga minyak mentah berdasarkan nilai koefisien korelasi dan nilai MSE yang dihasilkan[8]. Selanjutnya laporan penelitian Veronika dan Andri pada tahun 2022 menunjukkan bahwa penjualan Biosolar di tahun 2022 diperkirakan akan meningkat berdasarkan hasil pengolahan menggunakan ANN. Hal ini didasarkan pada perbandingan data 60:40, 70:30, dan 80:20 yang menunjukkan peningkatan penjualan BBM biosolar dengan tingkat akurasi sebesar 99,77%, 99,60%, dan 99,83%[9]. Hasil penelitian Yuniarti et al., pada tahun 2023 memperlihatkan bahwa jaringan terbaik dengan jumlah hidden layer sebanyak 2, layer 1 berjumlah 25 neuron dan layer 2 berjumlah 5 neuron, serta menggunakan fungsi aktivasi sigmoid dengan 18 data digunakan sebagai pelatihan dan 8 data digunakan sebagai

pengujian. Model yang dihasilkan pada penelitian ini memiliki nilai Mean Average Percentage Error (MAPE) sebesar 23,7% pada data pelatihan dan 6,9% pada data pengujian [10].

Penelitian Andriani et al., pada tahun 2018 menunjukkan bahwa model terbaik untuk memprediksi volume ekspor dan impor migas di Indonesia adalah 12-5-1, dengan tingkat akurasi 83% dan MSE 0,0281641257 dengan tingkat error 0,001-0,05. Model ini sangat baik untuk memprediksi volume ekspor dan impor migas di Indonesia karena tingkat akurasinya antara 80% hingga 90% [11].

Selain itu, strategi perusahaan sangat penting dalam mengendalikan persediaan untuk memenuhi kebutuhan penjualan secara optimal. Model pengendalian persediaan biasanya digunakan untuk mengatasi masalah yang berkaitan dengan pengendalian bahan baku atau produk jadi dalam kegiatan perusahaan. Karakteristik utama dari model persediaan adalah solusi optimalnya yang berfokus pada penjaminan persediaan dengan biaya serendah mungkin [12]. Data penjualan yang telah diprediksi dapat memfasilitasi perhitungan pengendalian persediaan dan penjualan yang diperlukan dalam periode waktu tertentu. Tujuan dari metode pengendalian persediaan adalah untuk menentukan jumlah pesanan yang dapat meminimalkan biaya penyimpanan dan biaya pemesanan persediaan [13]. Penggunaan perhitungan EOQ dapat menghasilkan persediaan dalam gudang dengan kuantitas yang tidak terlalu banyak atau terlalu sedikit, sehingga aktivitas penjualan tidak terhambat. EOQ adalah salah satu metode perbandingan data yang membandingkan data dalam satu atau lebih bentuk. Setiap data akan dibandingkan [14]. Pada umumnya, perhitungan metode EOQ dipengaruhi oleh biaya pemesanan, biaya penyimpanan, dan biaya pembelian. Biaya penyimpanan diestimasi berdasarkan rata-rata penyimpanan barang selama setahun. Dengan menggunakan metode ini, dapat mengurangi biaya penyimpanan, meningkatkan efisiensi penyimpanan, dan mencapai jumlah unit yang dipesan secara optimal sekaligus menjaga biaya serendah mungkin.

Penggunaan algoritma ANN dalam memprediksi penjualan berikutnya, diikuti dengan metode EOQ dalam manajemen pengendalian persediaan BBM, dapat memberikan perencanaan inventaris sebagai informasi dan upaya yang dapat dilakukan dalam menentukan persediaan minimum, merencanakan kembali waktu dan jumlah reservasi optimal dalam menggunakan jumlah pemesanan yang ekonomis [15]. Data penjualan BBM yang sudah diprediksikan dengan algoritma ANN selanjutnya dapat digunakan untuk mempermudah dalam perhitungan pengendalian persediaan BBM dan penjualan yang dibutuhkan dalam periode waktu tertentu.

Adapun penggunaan metode EOQ yang bertujuan untuk dapat mengetahui jumlah barang, jumlah biaya pemesanan (ordering cost) dan biaya penyimpanan (holding cost) dalam periode tertentu yang dihasilkan sama besarnya. Metode Economic Order Quantity (EOQ) merupakan teknik manajemen persediaan yang mempertimbangkan biaya penyimpanan serta biaya pemesanan. Apabila total biaya penyimpanan dapat dikurangi, maka jumlah pesanan yang optimal akan tercapai (Mardiyanto, 2008) [16]. Dengan menggunakan metode EOQ juga dimungkinkan untuk menghitung safety stock, maximum stock dan reorder point untuk perusahaan guna menghindari terjadinya kekurangan atau kelebihan persediaan. Dengan EOQ dapat mengoptimalkan pengendalian persediaan yang pada akhirnya akan meningkatkan efisiensi baik dari segi biaya maupun waktu [17].

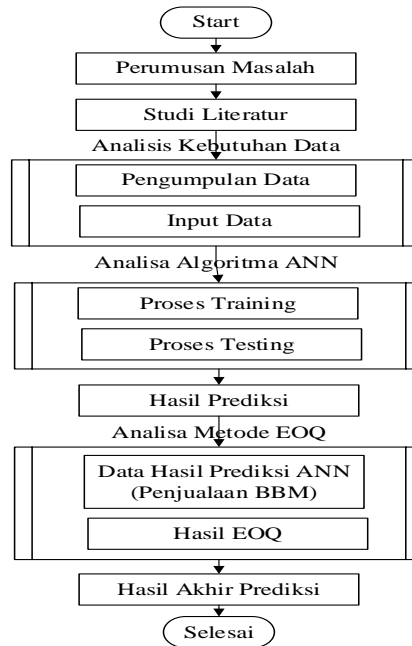
Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Setiawan dan Niswatin 2020 menunjukkan bahwa pembelian bahan baku optimal berdasarkan kebijakan perusahaan adalah sebesar 113.631 kg dengan frekuensi pemesanan 48 kali dalam setahun, sementara berdasarkan metode EOQ adalah sebesar 346.588 kg dengan frekuensi pemesanan 16 kali dalam setahun. Total biaya persediaan berdasarkan EOQ adalah Rp 2.426.466. Persediaan pengaman (Safety Stock) dan Titik pemesanan ulang (Re Order Point) menurut EOQ adalah sebesar 200.693 kg dan 323.067 kg [18]. Kebijakan persediaan yang kurang baik dalam perusahaan dapat menyebabkan kekurangan atau kelebihan persediaan yang berakibat kerugian, hal ini disebabkan oleh ketidakpastian jumlah permintaan pelanggan sehingga perusahaan mengalami kesulitan dalam menentukan stok minimal setiap item, menentukan penataan kembali dan menentukan jumlah pesanan barang yang sesuai. Untuk mengatasi hal ini, perusahaan memerlukan investasi dalam perencanaan sebagai upaya untuk menentukan persediaan minimal, menyusun ulang waktu dan jumlah reservasi optimal [19]. Solusinya adalah melakukan perencanaan inventaris sebagai informasi menggunakan jumlah pemesanan ekonomis EOQ. Metode EOQ berfungsi untuk menentukan jumlah pemesanan guna memperoleh biaya total persediaan paling ekonomis, EOQ juga dapat menentukan kuantitas persediaan dengan cara meminimumkan biaya pemesanan serta biaya penyimpanan. Penggunaan metode EOQ dalam manajemen persediaan dapat ditentukan dengan baik. Berdasarkan penjelasan tersebut, penelitian yang berkaitan dengan prediksi dan pengendalian persediaan BBM perlu dilakukan untuk meningkatkan efisiensi biaya penjualan di masa mendatang.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Tahapan Penelitian

Metode penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan. Tahapan pertama dilakukan pengujian algoritma Artificial Neural Network. Penelitian ini dilakukan secara bertahap dengan menggunakan teknik tertentu. Memprediksi penjualan BBM melibatkan langkah-langkah berikut: implementasi algoritma Artificial Neural Network untuk prediksi BBM melalui input data penjualan BBM, data preprocessing, dilakukan transformasi data, split data,

training dan testing, serta pengujian. Tahapan terakhir dari algoritma Artificial Neural Network melakukan analisis hasil prediksi.



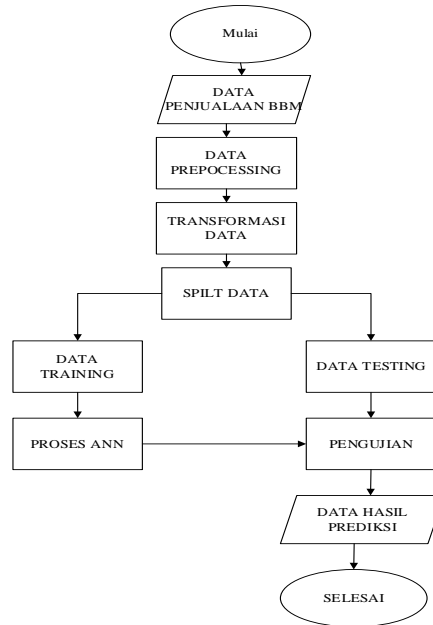
Gambar 1. Tahapan Penelitian

Gambar 1 menunjukkan tahapan-tahapan metodologi yang dilakukan dalam penelitian. Dalam melakukan sebuah penelitian, diperlukan tahapan-tahapan yang sistematis dan tersusun dengan baik agar mencapai tujuan yang diharapkan.

2.2 Algoritma Artificial Neural Network (ANN)

Artificial Neural Network (ANN) merupakan suatu teknik atau pendekatan pengolahan informasi yang terinspirasi dari sistem saraf biologis, khususnya fungsi sel otak manusia dalam pengolahan informasi[20].

- Pengumpulan Data**
Mengumpulkan data arus minyak BBM jenis Paltalite dan Pertamina Turbo per hari berupa data penjualan, persediaan, pemesanan dan penyimpanan ke dalam Ms.Excel.
- Penginputan Data**
Penginputan data arus minyak BBM jenis Paltalite dan Pertamina Turbo dilakukan dengan menginput data ke dalam software python.
- Visualisasi Data**
Proses visualisasi data dilakukan dengan memperhatikan plot sebaran pada data arus minyak BBM jenis Paltalite dan Pertamina Turbo terhadap Prediksi penjualan BBM.
- Proses Analisis Data**
Data akan dianalisis. Hasil analisis data dapat memahami pola dalam data. Pemahaman ini menjadi dasar dalam memilih metode peramalan. Peneliti juga menata ulang datanya agar lebih mudah digunakan dalam prediksi menggunakan Google Colab. Melakukan preprocessing data, termasuk: Meninjau data yang hilang dari data arus minyak BBM jenis Paltalite dan Pertamina Turbo untuk Prediksi penjualan BBM. Kemudian outlier atau data pencilan pada data arus minyak untuk Prediksi penjualan BBM boxplot. Melakukan data Slicing atau penentuan variabel, melakukan data Scaling atau normalisasi data menggunakan StandardScaler berdasarkan variabel yang telah ditentukan, Pembagian data menjadi data pelatihan dan data pengujian. Proses pembagian data pelatihan dan data pengujian pada setiap variabel dilakukan dengan skema 80% data pelatihan dan 20% data pengujian. Data akan dipisahkan berdasarkan fungsinya, 80% data digunakan sebagai data pelatihan, sedangkan 20% data lainnya digunakan sebagai data pengujian akurasi peramalan. Pada proses membangun model Artificial Neural Network (ANN) dapat dilakukan dengan menentukan parameter terbaik berdasarkan jumlah nodes pada hidden layer, dropout, batch size, epoch menggunakan hypertuning. Selanjutnya parameter prediksi. Tahapan ini melakukan prediksi menggunakan parameter terbaik serta perbandingan nilai hasil prediksi terhadap data aktual.
- Analisa Hasil Prediksi**
Selanjutnya hasil prediksi didapatkan dari evaluasi model prediksi dengan melihat nilai dari MSE dan MAE yang telah diperoleh. Tahapan ini untuk menguji tingkat keakuratan dari hasil prediksi dengan melihat nilai MAE, yaitu dengan membandingkan hasil peramalan dengan data aktual sehingga akan didapatkan keakuratan dari hasil peramalan.

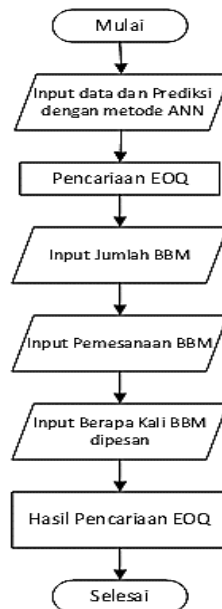


Gambar 2. Flowchart Penelitian Algoritma ANN

Gambar 2 menunjukkan flowchart dalam melakukan penelitian, dengan menggunakan algoritma Artificial Neural Network.

2.3 Metode Economic Order Quantity (EOQ)

Setelah diketahui dan didapatkan data yang sudah diprediksi dengan algoritma ANN, tahap selanjutnya adalah menentukan jumlah barang yang akan dipesan pada periode berikutnya dengan melakukan perhitungan menggunakan EOQ. Alur proses metode EOQ akan dijelaskan dengan flowchart yang dapat dilihat pada Gambar berikut ini:



Gambar 3. Flowchart Metode Penelitian EOQ

Gambar 3 menunjukkan secara sederhana alur proses dalam menerapkan metode EOQ yang digunakan dalam penelitian.

a. Penghitungan EOQ

Penghitungan menggunakan metode EOQ adalah jumlah bahan yang diperlukan untuk setiap pembelian dengan biaya paling hemat. Rumus yang digunakan dalam perhitungan EOQ. Menurut (Wignjosoebroto, 2006), perhitungan Economic Order Quantity (EOQ) dapat diuraikan sebagai berikut:

$$EOQ = \sqrt{\frac{2 \times D \times S}{H}} \tag{1}$$

$$F = \frac{D}{EOQ} \tag{2}$$

$$T = \frac{365}{F} \tag{3}$$

Keterangan: EOQ (Economic Order Quantity), D merupakan Jumlah BBM yang diminta tiap periode waktu tertentu/tahun (L), S merupakan Biaya pemesanan BBM (Rp), H merupakan Biaya penyimpanan (Rp), F merupakan Frekuensi pemesanan, T merupakan Waktu jarak pemesanan (Hari)

b. Total Inventory Cost (TIC)/ Biaya Persediaan

Total inventory cost adalah perhitungan keseluruhan bahan baku untuk mengetahui perhitungan pembelian persediaan dengan metode EOQ. Rumus yang digunakan untuk menghitung TIC adalah:

$$TIC = \left(\frac{D}{Q} \times S\right) + \left(\frac{Q}{2} \times H\right) \tag{4}$$

Keterangan: TIC (Total Cost Inventory), D merupakan Jumlah kebutuhan BBM/tahun (L), Q merupakan Jumlah pemesanan unit (L), S merupakan Biaya pemesanan BBM (Rp), H merupakan biaya penyimpanan (Rp)

c. Safety Stock

Safety stock memiliki peran penting untuk melindungi dari kesalahan dalam memprediksi permintaan selama Lead Time. Magnitudo nilai Safety stock sangat bergantung pada ketidakpastian pasokan dan permintaan. Nilai safety stock dihitung dengan menggunakan rumus berikut ini:

$$\text{Safety Stock} = \left(\frac{\text{Penjualan harian maks}}{\text{waktu tunggu maks}} \times \right) - \left(\frac{\text{rataan penjualan per hari}}{\text{rataan waktu tunggu}} \times \right) \tag{5}$$

d. Maximum Inventory

Adapun rumus maximum inventory adalah sebagai berikut:

$$MI = EOQ - \text{Rataan penggunaan per periode} \times \text{Rataan waktu pengiriman} \tag{6}$$

e. Reorder Point (ROP)

ROP merupakan titik melakukan pemesanan adalah sebagai berikut:

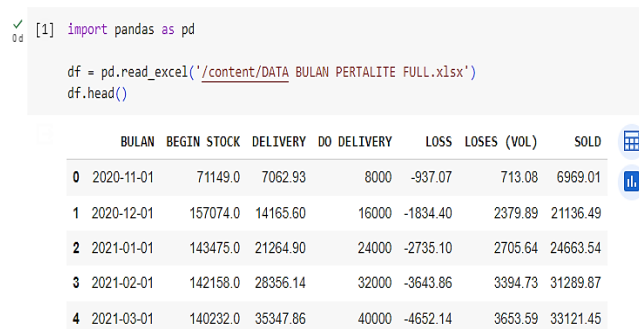
$$ROP = \text{Rataan penjualan per hari} \times \text{waktu tunggu} \tag{7}$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menggunakan dua metode yakni metode Artificial Neural Network dan Economic Order Quantity. Pada Pembagian data menggunakan hold-out validation 80:20%. Jumlah data masa lalu yang dipelajari untuk memprediksi keadaan masa mendatang adalah 5 bulan terakhir. Parameter yang digunakan yaitu 1 hidden layer dengan 100 unit, optimizer Adam, learning rate 0.001, batch size 8 dan epoch 200. Dalam penelitian ini permasalahan yang dibahas bagaimana memprediksi penjualan dalam pengendalian persediaan BBM untuk mengefisiensi ketersediaan, waktu frekuensi pemesanan menggunakan algoritma ANN dan EOQ pada SPBU Modular.

3.1 Import Data

Import dataset adalah melakukan import data ke google colab. Syntax untuk mengupload Dataset ke Google Drive lalu memuat dataset ke Google Collab.



Gambar 4. Import data dari Ms. Excell ke Google Colab

Pada gambar 4 menunjukkan import data pada penelitian. Adapun tipe data dari masing-masing field yang ada pada data training adalah bulan, begin stock, delivery, do delivery, loss, loses, dan sold.

3.2 Preprocessing data

a. Tipe data

Pada data penelitian yang dilakukan pre-processing data arus minyak adalah mengetahui tipe data.

```
df.info()

<class 'pandas.core.frame.DataFrame'>
RangeIndex: 36 entries, 0 to 35
Data columns (total 7 columns):
#   Column          Non-Null Count  Dtype
---  ---          -
0   BULAN           36 non-null     datetime64[ns]
1   BEGIN STOCK    36 non-null     float64
2   DELIVERY       36 non-null     float64
3   DO DELIVERY    36 non-null     int64
4   LOSS           36 non-null     float64
5   LOSES (VOL)    36 non-null     float64
6   SOLD           36 non-null     float64
dtypes: datetime64[ns](1), float64(5), int64(1)
memory usage: 2.1 KB
```

Gambar 5. Tipe data arus minyak yang digunakan dalam penelitian

Pada gambar 5 menunjukkan tipe data dari dataset. Adapun keterangan pada gambar digunakan untuk menampilkan data training mulai dari jumlah kolom dan baris, nama field dan tipe data field.

b. Membuat data frame baru

Selanjutnya membuat data frame yang baru, tipe data sebelumnya dilakukan preprocessing data dengan cara membuat data frame baru serta melakukan lagged pada kolom atribut SOLD menjadi lima kolom.

```
data = df[['BULAN', 'SOLD']]
data.head()

   BULAN      SOLD
0 2020-11-01  6969.01
1 2020-12-01  21136.49
2 2021-01-01  24663.54
3 2021-02-01  31269.87
4 2021-03-01  33121.45

data_pre = data.copy()
for i in range(5):
    data_pre[f'SOLD_M-{i+1}'] = data_pre['SOLD'].shift(i+1)
data_pre.tail()

   BULAN      SOLD  SOLD_M-1  SOLD_M-2  SOLD_M-3  SOLD_M-4  SOLD_M-5
31 2023-06-01 102520.62 107482.70  74829.59 111151.49 103251.96  90406.28
32 2023-07-01  87620.57 102520.62 107482.70  74829.59 111151.49 103251.96
33 2023-08-01 107062.50  87620.57 102520.62 107482.70  74829.59 111151.49
```

Gambar 6. Tampilan data frame baru

Pada gambar 6 menunjukkan tampilan data frame baru yang digunakan pada penelitian dan diproses dalam google colab.

3.3 Split Data

Proses selanjutnya dilakukan dengan tahapan split data. split data adalah membagi dataset menjadi dua subset: satu untuk pelatihan (training set) dan satu untuk pengujian (testing set).

```
from sklearn.model_selection import train_test_split

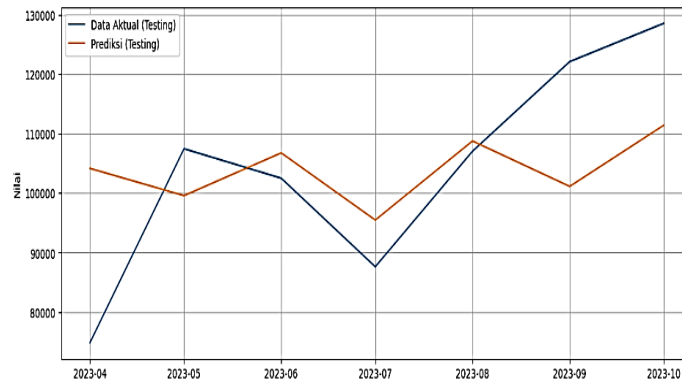
X_train, X_test, y_train, y_test = train_test_split(X_sc, y_sc, test_size=0.2, random_state=0, shuffle=False)
```

Gambar 7. Tampilan Spilt data

Pada gambar 7 menunjukan pembagian data dalam penelitian menggunakan hold-out validation 80:20%.

3.4 Pemodelaan Artificial Neural Network

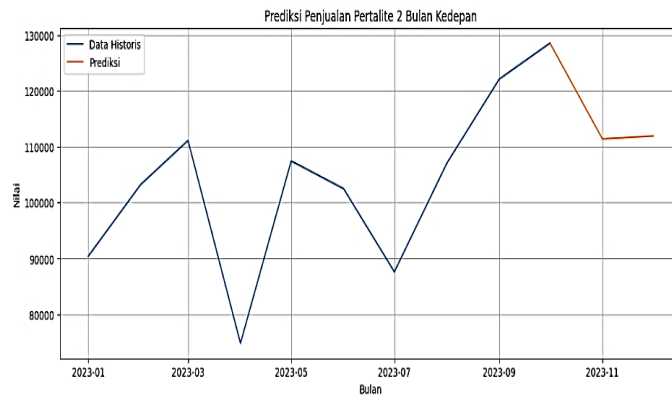
Pemodelaan algoritma ANN pada penelitian ini menggunakan jumlah data arus minyak pada masa lalu, data yang dipelajari untuk memprediksi keadaan masa mendatang adalah waktu 5 bulan terakhir. Parameter yang digunakan yaitu 1 hidden layer dengan 100 unit, optimizer Adam, learning rate 0,001 batch size 8 dan epoch 200. Kemudian didapatkan hasil evaluasi model pada data testing pertalite yaitu MSE sebesar 248852593,81 dan MAE sebesar 12749,45.



Gambar 8. Perbandingan data Aktual dan Prediksi penjualan Peralite

Pada Gambar 8 Visualisasi perbandingan data aktual dan prediksi penjualan Peralite pada tahun 2023 dapat diketahui bahwa data aktual bulan ke 4, 6 dan 7 berada dibawah rata-rata daripada prediksi yang seharusnya dilakukan. Sedangkan pada bulan ke 5, 9 dan 10 perusahaan melakukan penjualan BBM diatas daripada rata-rata prediksi.

Tahap selanjutnya dilakukan prediksi penjualan Peralite untuk waktu 2 bulan kedepan. Penjualan Peralite yakni pada bulan November dan Desember diprediksi sebesar 111436,82 L dan sebesar 111960,83 L.



Gambar 9. Prediksi Penjualan Peralite pada waktu 2 bulan berikutnya

Pada Gambar 9 Hasil evaluasi pengujian dengan MSE dan MAE untuk memprediksi penjualan Peralite dalam kurun waktu 2 bulan kedepan bahwa akan terjadi penurunan penjualan pada bulan November dan Desember tidak signifikan.

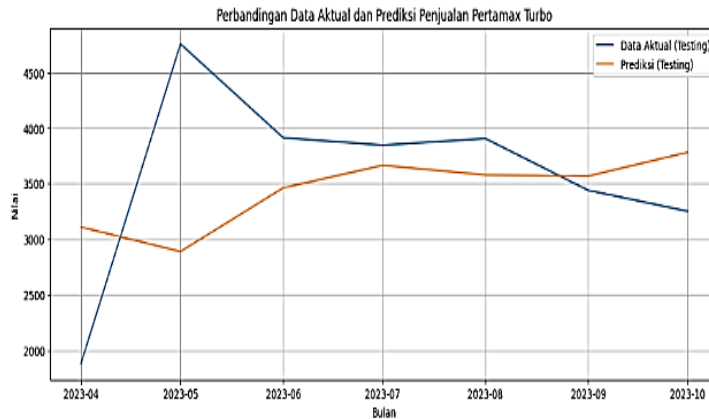
Tahap selanjutnya dilakukan prediksi penjualan Pertamina Turbo untuk waktu periode 2 bulan kedepan. Penjualan Pertamina Turbo yakni pada bulan November dan Desember diprediksi sebesar 3782,46 L dan sebesar 3660,70 L.



Gambar 10. Prediksi Penjualan Pertamina Turbo pada waktu 2 bulan berikutnya

Pada gambar 10 Hasil evaluasi pengujian dengan MSE dan MAE untuk memprediksi penjualan Pertamina Turbo dalam kurun waktu 2 bulan kedepan bahwa akan terjadi peningkatan penjualan pada bulan November dan Desember mengalami penurunan.

Selanjutnya dilakukan evaluasi pengujian dengan MSE dan MAE Pertamina Turbo untuk waktu periode pada 2 bulan kedepan. Penjualan Pertamina Turbo yakni pada bulan November dan Desember diprediksi sebesar 3782,46 L dan sebesar 3660,70 L.



Gambar 11. Perbandingan data Aktual dan Prediksi penjualan Pertamina Turbo

Pada gambar 11 didapatkan hasil pengujian pada Pertamina Turbo dengan hasil evaluasi model pada data testing yaitu MSE sebesar 803842,94 dan MAE sebesar 672,74.

3.5 Analisis Data Menggunakan Metode Economic Order Quantity (EOQ)

Setelah dilakukan perhitungan menggunakan algoritma ANN maka selanjutnya melakukan perhitungan dengan metode Economy Order Quantity (EOQ). Jumlah pesanan barang yang dilakukan pada periode sebelumnya selama setahun pada Peralite dan Pertamina Turbo.

Tabel 1. Jumlah pemesanan Peralite dan Pertamina Turbo periode tahun 2023

No	Nama Item	Jumlah dipesan selama setahun (L)
1	Peralite	1.258.463
2	Pertamax Turbo	33.763

Jumlah pemesana BBM peralite selama setahun sebesar 1.258.463 L dan Pertamina Turbo 33.763 L.

Tabel 2. Jumlah Delivery dan Sold Peralite dan Pertamina Turbo dalam periode tahun 2023

Tahun 2023	Peralite		Pertamax Turbo	
	Delivery (L)	Sold (L)	Delivery (L)	Sold (L)
Jan	192000	90406	8000	2643
Feb	104000	103252	0	3606
Mar	112000	111151	4000	2512
April	72000	74830	8000	1884
Mei	112000	107483	0	4756
Juni	104000	102521	8000	3913
Juli	88000	87621	0	3847
Agst	104000	107063	8000	3906
Sept	120000	122.146	0	3440
Okt	128000	128.596	0	3252
Nov	104000	111.436	8000	3782
Des	112000	111.960	0	3660
Total	1352000	1258463	44000	33763

Tabel 2 menunjukkan bahwa perhitungan terhadap delivery dan sold, pada BBM Peralite dan Pertamina Turbo.

Tabel 3. Biaya pemesanan Peralite dan Pertamina Turbo (Biaya Transportasi, Komunikasi dan Biaya Bongkar Muat)

No	Jenis BBM	Jumlah biaya (Rp)
1	Peralite	600.000.,
2	Pertamax Turbo	600.000.,

Tabel 3 menunjukkan biaya pemesanan untuk jenis BBM Peralite dan Pertamina yakni sebesar Rp.600.000.,

Tabel 4. Biaya penyimpanan BBM periode tahun 2023

No	Keterangan	Biaya Peralite	Biaya Pertamina Turbo
1	Harga Satuan	Rp.10.000	Rp.16.050
2	Jumlah Kebutuhan BBM	1.258.463 (L)	33.763 (L)
3	Biaya Penyusutan	Rp.59.426.497	Rp.59.426.497
	Jumlah	211%	9%

Tabel 4 menunjukkan biaya penyimpanan BBM pada tahun 2023. BBM Peralite menghasilkan harga satuan Rp.10.000, dengan jumlah kebutuhan BBM 1.258.463 L, dengan biaya penyusutan Rp.59.426.497 dan hasil biaya penyimpanan sebesar 211%. Sedangkan BBM Pertamina Turbo menghasilkan harga satuan Rp. 16.050, dengan jumlah kebutuhan BBM 33.763 L, dengan biaya penyusutan Rp.59.426.497 dan hasil biaya penyimpanan sebesar 9%. Dari tabel 4 maka didapatkan biaya penyimpanan sebagai berikut:

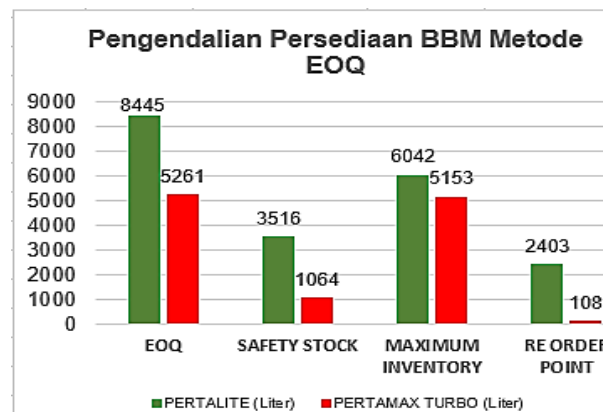
$$\frac{C \times D}{\text{Biaya penyusutan}} = \frac{10000 \times 1258463}{59426497}$$

$$= 211\% \times 10.000 = \text{Rp. } 21.177,00$$

$$\frac{C \times D}{\text{Biaya penyusutan}} = \frac{16050 \times 33763}{59426497}$$

$$= 9\% \times 16.050 = \text{Rp. } 1.464,00$$

Langkah selanjutnya adalah melakukan perhitungan pemesanan BBM yang optimal dan ekonomis terhadap perhitungan EOQ, Safety Stock, Maximum inventory dan Reorder point.



Gambar 12. Grafik Pengendalian persediaan BBM metode EOQ

Dari Gambar 12. Dapat dihasilkan bahwa pemesanan BBM yang disarankan untuk dilakukan pada periode selanjutnya BBM Peralite sebesar 8.445 L dan Pertamina Turbo sebesar 5.261. Setelah diketahui jumlah pemesanan BBM yang akan dilakukan secara optimal dan ekonomis, proses selanjutnya ialah mencari tahu berapa kali pemesanan BBM yang akan dilakukan selama 1 tahun. Jadi, dapat diketahui bahwa pemesanan BBM yang akan dilakukan dalam periode berikutnya pada Peralite sebanyak 149 kali dan Pertamina Turbo sebanyak 6 kali pemesanan. Setelah diketahui frekuensi pemesanan BBM, proses selanjutnya ialah mencari tahu berapa jarak pemesanan BBM kembali yang akan dilakukan dalam 1 bulan, Diketahui bahwa jarak pemesanan BBM kembali yang akan dilakukan dalam periode berikutnya pada BBM Peralite dilakukan setiap 2 hari dari pemesanan BBM yang telah dilakukan sebelumnya dan Pertamina Turbo Turbo setiap 57 hari pada periode berikutnya.

Dalam menghitung kebutuhan terhadap total biaya persediaan (Total Inventory Cost) atau TIC, maka sebagaimana diketahui bahwa:

$$TIC = \left(\frac{D}{Q} \times S\right) + \left(\frac{Q}{2} \times h\right)$$

$$= \left(\frac{1.258.463}{8445} \times 600000\right) + \left(\frac{8445}{2} \times 21.177\right)$$

$$= \text{Rp. } 178.830.302 \text{ pada Peralite}$$

$$TIC = \left(\frac{33763}{5261} \times 600000\right) + \left(\frac{5261}{2} \times 1.464\right)$$

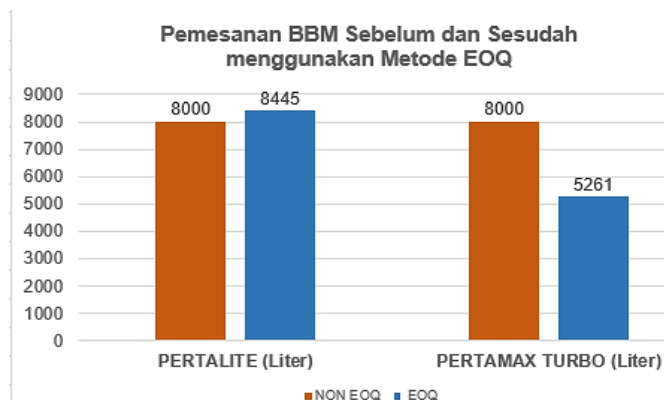
$$= \text{Rp. } 7.700.459 \text{ pada Pertamina Turbo}$$

Hasil perhitungan TIC menunjukkan bahwa biaya persediaan yang harus disiapkan oleh perusahaan adalah Rp.178.830.302,00 untuk Peralite dan Rp.7.700.459,00 untuk Pertamina Turbo. Selanjutnya, perhitungan

Safety Stock atau persediaan pengaman dilakukan, yang merupakan jumlah persediaan yang harus disimpan sebagai cadangan untuk menjaga proses produksi dan mencegah kekurangan bahan baku. Hampir semua perusahaan biasanya memiliki safety stock. Dikarenakan safety stock digunakan untuk mencegah kemungkinan kekurangan bahan baku dan terganggunya penjualan. Oleh karena itu, dari perhitungan safety stock, ditemukan bahwa persediaan pengaman yang harus disiapkan oleh perusahaan adalah 3.516 Liter untuk Peralte dan 1.064 Liter untuk Pertamina Turbo. Tujuannya adalah agar perusahaan sebaiknya menyiapkan kebutuhan persediaan tersebut dalam waktu sehari, sehingga tidak mengalami kekurangan persediaan.

Persediaan maksimum diperlukan oleh perusahaan agar jumlah persediaan yang ada di penyimpanan tidak berlebihan, sehingga tidak terjadi pemborosan modal kerja. Oleh karena itu, persediaan maksimum (Maximum Inventory) yang harus dilakukan oleh perusahaan untuk dapat meminimalkan biaya penyimpanan dan mengurangi penumpukan barang adalah 6.042 Liter untuk Peralte dan 5.153 Liter untuk Pertamina Turbo.

Re order point (ROP) digunakan untuk memantau persediaan BBM, sehingga saat melakukan pemesanan BBM kembali, BBM yang dipesan tepat waktu. Oleh karena itu, perusahaan harus melakukan pemesanan ulang saat bahan baku berada pada jumlah 2.403 Liter untuk Peralite dan 108 Liter untuk Pertamina Turbo.



Gambar 13. Diagram Pemesanan BBM sebelum dan sesudah dengan perhitungan EOQ

Seperti yang dapat dilihat pada Gambar 13. Dapat diketahui bahwa pemesanan BBM sebelum dan sesudah dengan menggunakan perhitungan EOQ, pada BBM Peralite menggunakan metode EOQ menghasilkan 8.445 Liter. Namun diketahui bahwa Frekuensi Pemesanan dengan frekuensi sebanyak 149 kali, lebih minim dibandingkan dengan sistem kebijakan yang digunakan oleh perusahaan, hal ini berarti jumlah pemesanan bahan baku dapat memenuhi permintaan konsumen secara optimal menggunakan metode EOQ.

Pemesanan BBM Pertamina Turbo sebelum menggunakan metode EOQ menghasilkan 8.000 Liter untuk setiap kali pemesanan, namun sebaiknya dengan menggunakan metode EOQ perusahaan dapat memesan BBM sebanyak 5.261 Liter dengan frekuensi pemesanan sebanyak 6 kali yang dapat dilakukan untuk menghemat biaya pemesanan dan mengoptimalkan biaya penyimpanan.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan uraian dan analisis yang telah dilakukan pada penelitian, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut: Hasil pengujian ANN Peralite yaitu MSE sebesar 248852593,81 dan MAE sebesar 12749,45, memberikan prediksi bulan November dan Desember sebesar 11.1436,82 L dan 11.1960,83 L serta Pertamina Turbo sebesar 3.782,46 L dan 3.660,70 L. Selanjutnya pada tahun 2023 BBM Peralite dan Pertamina Turbo menghasilkan EOQ sebesar 8.445 dan 5.261 L, Safety Stock 3.516 dan 1.064 L, Maximum Inventory 6.042 dan 5.153 L, Re order point 2.403 dan 108 L, serta Frekuensi pemesanan sebanyak 149 kali dan 6 kali dengan Total Biaya Persediaan Rp. 178.830.302 dan Rp. 7.700.459. Adapun hasil dari penelitian dapat disarankan bahwa pada penelitian yang mendatang perlu dilakukan perbandingan dengan metode peramalan lainnya. Serta perlu mengimplementasikan penelitian ini kedalam sebuah aplikasi sistem WEB agar dapat mempermudah dalam forecasting.

REFERENCES

- [1] I. R. Mahartika and A. Wibowo, "Data Mining Klusterisasi dengan Algoritme K-Means untuk Pengelompokan Provinsi Berdasarkan Konsumsi Bahan Bakar Minyak Nasional," *Pros. Semin. Nas. SISFOTEK (Sistem Inf. dan Teknol.*, vol. 3, no. 1, pp. 87–91, 2019.
- [2] M. Kafil, "Penerapan Metode K-Nearest Neighbors," *J. Mhs. Tek. Inform.*, vol. 3, no. 2, pp. 59–66, 2019.
- [3] S. F. Sabbeh, "Machine-learning techniques for customer retention: A comparative study," *Int. J. Adv. Comput. Sci. Appl.*, vol. 9, no. 2, 2018.

- [4] C. Dewi and M. Muslikh, "Perbandingan Akurasi Backpropagation Neural Network dan ANFIS Untuk Memprediksi Cuaca," *J. Sci. Model. Comput.*, vol. 1, no. 1, p. 7, 2013.
- [5] T. S. N. P. putri Septiana, mohamad al Fikih, and N. Setyawan, "FACE MASK DETECTION COVID-19 USING CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK (CNN)," *Semin. Nas. Teknol. dan Rekayasa*, 2020.
- [6] S. Enggari, R. Agung, and H. Marfalino, "PENINGKATAN DIGITAL IMAGE PROCESSING DALAM MENDESKRIPSIKAN TUMBUHAN JAMUR DENGAN SEGMENTASI WARNA, DETEKSI TEPI DAN KONTUR," *J. Teknol. Dan Sist. Inf. Bisnis*, vol. 4, no. 1, pp. 70–75, 2022.
- [7] F. A. Bobsaid, "Peramalan permintaan menggunakan jaringan syaraf tiruan dan usulan perencanaan persediaan spare part dengan economic order quantity probabilistik untuk memenuhi permintaan produk remanufaktur torq flow assy unit hd 785-7 di PT. XYZ," *SKRIPSI-2020*, 2020.
- [8] J. Veri, S. Surmayanti, and G. Guslendra, "Prediksi Harga Minyak Mentah Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan," *MATRIK J. Manajemen, Tek. Inform. dan Rekayasa Komput.*, vol. 21, no. 3, pp. 503–512, 2022, doi: 10.30812/matrik.v21i3.1382.
- [9] J. Veronika and A. Andri, "Penerapan Metode Algoritma Neural Network Untuk Memprediksi Penjualan Bahan Bakar Minyak," *J. Inf. Technol. Ampera*, vol. 3, no. 2, pp. 235–243, 2022, doi: 10.51519/journalita.volume3.issue2.year2022.page235-243.
- [10] T. Yuniarti, I. Rusmar, T. Rachmi Hidayani, M. Mirnandaulia, and P. Teknologi Kimia Industri, "Penggunaan Artificial Neural Network (Ann) Untuk Memodelkan Volume Ekspor Crude Palm Oil (Cpo) Di Indonesia," *Ready Star 2*, vol. 2, no. 1, pp. 247–255, 2019.
- [11] Y. Andriani, H. Silitonga, and A. Wanto, "Analisis jaringan syaraf tiruan untuk prediksi volume ekspor dan impor migas di indonesia," *Regist. J. Ilm. Teknol. Sist. Inf.*, vol. 4, no. 1, pp. 30–40, 2018, doi: 10.26594/register.v4i1.1157.
- [12] L. D. Simbolon, *PENGENDALIAN PERSEDIAAN*. Nusa Tenggara Barat, 2021.
- [13] S. S. Iandini, "ANALISIS PENGENDALIAN PERSEDIAAN BARANG JADI DENGAN MENGGUNAKAN METODE ABC DAN METODE EOQ PADA SUPERMARKET PT RAMAYANA LESTARI SENTOSA TBK CABANG CIBINONG," *skripsi*, 2022.
- [14] N. S. Dongoran, "Penerapan Algoritma Apriori Dan Economic Order Quantity Untuk Pengendalian Persediaan Produk Di Almira Kids," *Repos. UIN SUSKA RIAU*, 2019, [Online]. Available:
- [15] F. S. Lubis, A. N. Luthfi, and L. Surayya, "Analisis Pengendalian Jumlah Crude Oil Sebelum Dan Sesudah Pandemi Covid-19 Dengan Pendekatan Economic Order Quantity," *J. Rekavasi*, vol. 10, no. 1, pp. 56–63, 2022, doi: 10.34151/rekavasi.v10i1.3873.
- [16] H. Mardiyanto, *Inti sari manajemen keuangan*. Grasindo, 2009.
- [17] R. Ratningsih, "Penerapan Metode Economic Order Quantity (EOQ) Untuk Meningkatkan Efisiensi Pengendalian Persediaan Bahan Baku Pada CV Syahdika," *J. Perspekt.*, vol. 19, no. 2, pp. 158–164, 2021, doi: 10.31294/jp.v19i2.11342.
- [18] B. A. P. Setiawan and R. K. Niswatin, "Sistem Kebutuhan Prioritas Stok Tanaman Hias Toko Rachel Jaya Menggunakan Algoritma K-Means dan EOQ (Economic Order Quantity)," *Prosiding SEMNAS ...*, vol. 4, no. 1, 2020.
- [19] D. rosa Indah and Z. Maulida, "Pengendalian Persediaan Bahan Baku Pada PT. Aceh Rubber Industries Kabupaten Aceh Tamiang," *J. Manaj. dan Keuang.*, vol. 7, no. 2, p. 157, 2018, doi: 10.33059/jmk.v7i2.814.
- [20] I. Kurniati, H. Winarno, and D. Yuliyanti, "PEMANFAATAN ALGORITMA NEURAL NETWORK UNTUK PREDICTIVE ANALYTIC ANGKA BUTA HURUF DI INDONESIA," *J. ELEKTRO NFORMATIKA SWADHARMA*, vol. 03, 2023.