

**PERBANDINGAN MODEL MALTHUS DAN POPULASI LOGISTIK PADA JUMLAH EKSPOR
MINYAK KELAPA SAWIT DI PT PELINDO MULTI TERMINAL BRANCH BELAWAN****Mutiara¹, Ulya Nabilla²**^{1,2}Universitas Samudra; Langsa-Aceh, (0641) 426534³Jurusan Matematika, Fakultas Teknik, Universitas SamudraE-mail: 1ara675881@gmail.com , ulya.nabilla@unsam.ac.id**ABSTRAK**

Indonesia merupakan salah satu negara penghasil minyak kelapa sawit. Dengan meningkatnya permintaan pasar terhadap minyak kelapa sawit, tentunya hal ini harus diimbangi dengan produksi nasional. PT Pelindo Multi Terminal merupakan salah satu Badan Usaha Milik Negara (BUMN) Indonesia yang mengekspor produk-produk premium seperti minyak kelapa sawit, bungkil sawit, dan karet. Penelitian ini merupakan penelitian yang bertujuan untuk mengetahui perbandingan hasil perkiraan jumlah ekspor minyak kelapa sawit di PT Pelindo Multi Terminal Branch Belawan pada tahun 2019-2023 dengan menggunakan model Malthus dan populasi logistik. Data yang digunakan merupakan data sekunder yang diambil dari PT Pelindo Multi Terminal Branch Belawan dari tahun 2019 - 2023. Data jumlah ekspor minyak kelapa sawit di PT Pelindo Multi Terminal mengalami kenaikan setiap tahunnya. Berdasarkan hasil perkiraan menggunakan model Malthus dengan MAPE sebesar 5,46% dan model Logistik Populasi dengan MAPE sebesar 2,81%. Hal ini menunjukkan bahwa model populasi logistik merupakan model terbaik yang dapat digunakan untuk memperkirakan jumlah ekspor minyak kelapa sawit di PT Pelindo Multi Terminal Branch Belawan karena memiliki total MAPE yang lebih rendah. Pada tahun 2024 diperoleh hasil peramalan ekspor minyak kelapa sawit di PT Pelindo Multi Terminal Branch Belawan dengan model populasi logistik sebesar 282.850 ton.

Kata Kunci : *Peramalan, Ekspor, Minyak Kelapa Sawit, Model Malthus, Populasi Logistik.*

ABSTRACT

Indonesia is one of the largest palm oil-producing countries in the world, and with the increasing global demand, national production must also be enhanced. PT Pelindo Multi Terminal, a state-owned enterprise (SOE), is involved in exporting premium products such as palm oil, palm kernel meal, and rubber. This study aims to compare the forecasted export volumes of palm oil at PT Pelindo Multi Terminal Branch Belawan from 2019 to 2023 using two forecasting models: the Malthus model and the Logistic Population model. The data used in this study is secondary data from PT Pelindo Multi Terminal Branch Belawan from 2019 to 2023. It was found that the palm oil export volume increased every year. The forecasting results using the Malthus model show a Mean Absolute Percentage Error (MAPE) of 5.46%, while the Logistic Population model shows a MAPE of 2.81%. This indicates that the Logistic Population model is more accurate in predicting the palm oil export volume at PT Pelindo Multi Terminal Branch Belawan, as it has a lower MAPE value. In 2024, the palm oil export volume forecast using the Logistic Population model is expected to reach 282,850 tons.

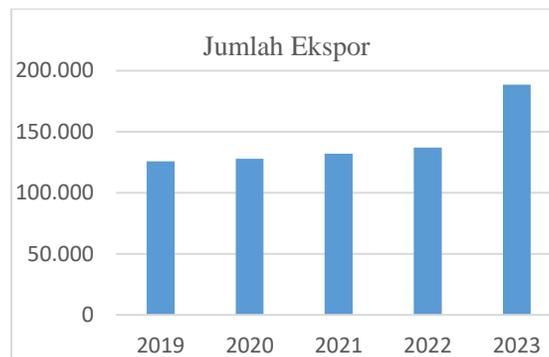
Keywords : *Forecast, Export, Palm Oil, Malthus Model, Logistic Population.*

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara penghasil minyak kelapa sawit. Pasalnya, Indonesia merupakan negara agraris dengan iklim tropis yang mengandalkan subsektor pertanian, termasuk perkebunan (1). Peran pertanian dalam perekonomian Indonesia tetap penting. Hal ini terutama berlaku jika melihat beberapa indikator makroekonomi seperti output industri minyak kelapa sawit, pertumbuhan ekonomi, kesempatan kerja dan ekspor. Oleh karena itu, ekspor menjadi tolak ukur penting untuk mengetahui tingkat pertumbuhan ekonomi suatu negara (2).

Kelapa sawit merupakan salah satu produk tanaman yang mempunyai peranan cukup penting dalam kegiatan perekonomian di Indonesia karena kemampuannya dalam menghasilkan minyak nabati yang sangat penting bagi industri (3). Tanaman kelapa sawit sangat produktif, menghasilkan minyak nabati yang penting bagi banyak industri. Minyak kelapa sawit merupakan bahan mentah utama bagi berbagai industri, termasuk makanan, kosmetik, dan biodiesel.

Fluktuasi hasil ekspor minyak kelapa sawit di PT Pelindo Multi Terminal Branch Belawan mengalami tren yang positif dimana pada tahun 2020 mencapai 127.776 ton yang mana mengalami kenaikan sebesar 2.000 ton dari tahun 2019 dan pada tahun 2021 mengalami kenaikan sebesar 4.385 ton menjadi 132.161 ton, pada tahun 2022 mengalami kenaikan sebesar 4.749 ton menjadi 136.910 ton dan pada tahun 2023 terjadi peningkatan yang sangat pesat yaitu 51.781 ton menjadi 188.691 ton, bisa dilihat pada gambar berikut



Gambar 1 Histogram data ekspor minyak kelapa sawit tahun 2019-2023

Melalui gambar tersebut terlihat hasil ekspor minyak sawit di PT Pelindo Multi Terminal setiap tahunnya semakin meningkat dan terlihat peningkatan yang sangat pesat terjadi pada tahun 2023. Oleh karena itu, jumlah ekspor minyak kelapa sawit di PT Pelindo Multi Terminal Branch Belawan perlu diramalkan sebagai gambaran yang dapat membantu pemerintah dalam merencanakan dan melaksanakan tindakan yang tepat.

Model matematika yang akan digunakan untuk memperkirakan jumlah ekspor minyak kelapa sawit di PT Pelindo Multi Terminal Branch Belawan adalah model yang dikemukakan para teoritis, yaitu model Malthus dan Populasi Logistik. Sehingga dengan model ini dapat memperkirakan Jumlah Ekspor Minyak Kelapa Sawit di PT Pelindo Multi Terminal Branch Belawan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 PT Pelindo Multi Terminal

PT Pelindo Multi Terminal merupakan anak perusahaan PT Pelabuhan Indonesia (Persero) yang mengelola unit usaha di pelabuhan dalam bidang penyelenggaraan terminal multiguna di Indonesia, seperti kargo cair, kargo kering, barang umum, dan lain-lain. Pelabuhan Belawan merupakan salah satu pelabuhan dengan posisi tertinggi dibawah sponsorship PT Pelabuhan Indonesia I. Pelabuhan Belawan merupakan pelabuhan serba guna yang mampu menerima kapal-kapal internasional maupun lokal yang akan bersandar dan melakukan operasional bongkar muat baik kargo kering maupun curah, massa cair, dan petikemas untuk kapal yang membawa barang berbahaya dan tidak berbahaya, perusahaan telah menyediakan berbagai jenis peralatan bongkar muat dan menyiapkan instruksi kerja sebagai instruksi kerja bagi personel pengoperasian dari awal hingga akhir operasi.

2.2 Ekspor Minyak kelapa Sawit

Ekspor adalah kegiatan usaha atau kegiatan pengangkutan barang dari dalam negeri ke luar negeri menurut peraturan perundang-undangan yang berlaku. Ekspor biasanya dilakukan oleh suatu negara jika memproduksi barang dalam jumlah besar dan permintaan terhadap barang tersebut terpenuhi di dalam negeri. Oleh karena itu, kelebihan barang dikirim ke negara lain untuk dijual. (5).

Indonesia sendiri juga aktif berkontribusi dalam kegiatan perdagangan internasional. Prioritas ekspor Indonesia telah digalakkan sejak tahun 1983. Sejak saat itu, ekspor menjadi perhatian untuk mendorong pertumbuhan ekonomi, seiring dengan pergeseran strategi industrialisasi dari sentralisasi menjadi industri substitusi impor untuk mendorong ekspor. industri. Seringkali konsumen dalam negeri membeli barang impor atau konsumen luar negeri membeli barang dalam negeri. Persaingan sangat ketat antar produk yang berbeda. Selain harga, kualitas produk menjadi faktor yang menentukan daya saing suatu produk. Salah satu produk utama Indonesia yang dikutip Kementerian Perdagangan RI adalah minyak kelapa sawit. (6).

Kelapa sawit merupakan salah satu bahan baku yang populer di Indonesia, terutama bagi perekonomiannya. Jadi, kelapa sawit berasal dari Nigeria, Afrika Barat dan ada pula yang mengatakan berasal dari Brazil, Amerika Selatan. Namun kelapa sawit tumbuh subur di luar negara asalnya, seperti di Malaysia, Indonesia, Thailand, dan Papua Nugini. Indonesia merupakan salah satu negara penghasil minyak sawit utama (7).

Kelapa sawit sangat membantu sekaligus menjadi salah satu penopang perekonomian Indonesia, Kelapa sawit tanaman yang paling produktif dalam menghasilkan minyak nabati lainnya. Selain itu Kelapa Sawit merupakan *renewable energy* terutama pada wilayah Indonesia menjadi tempat yang sangat cocok sebagai produsen utama kelapa sawit. Kelapa sawit memiliki bagian terpenting, terutama pada buahnya yang diolah menjadi minyak mentah (*crude palm oil*), maupun minyak yang matang (*Palm Oil*) (8).

Dengan keunggulan kelapa sawit khususnya minyak sawit mentah, serta kondisi dan lokasi produksi kelapa sawit yang sesuai di Indonesia, maka kelapa sawit menjadi salah satu ujung tombak perekonomian Indonesia dalam ekspor, khususnya fokus pembangunan ekonomi dan inovasi. kesejahteraan masyarakat dan pengentasan kemiskinan di Indonesia. (9).

3. METODE PENELITIAN

3.1 Pengumpulan Data

Data diperoleh dari PT Pelindo Multi Terminal Branch Belawan Provinsi Sumatera Utara dan berupa informasi terkait jumlah ekspor minyak kelapa sawit di PT Pelindo Multi Terminal Branch Belawan dari tahun 2019 sampai dengan tahun 2023. Data yang diperoleh merupakan data data aktual untuk dijadikan referensi dan data yang dihitung akan digunakan untuk analisis .

Tabel 1 Data ekspor minyak kelapa sawit pada tahun 2019-2023

Tahun	Hasil Ekspor (ton)
2019	125.776
2020	127.776
2021	132.161
2022	136.910
2023	188.691

Sumber: PT Pelindo Multi Terminal Branch Belawan

3.2 Model Malthus

Model Malthus, juga dikenal sebagai model pertumbuhan eksponensial Malthus, ditemukan oleh Robert Malthus sekitar tahun 1798 dalam esainya tentang populasi. Model pertumbuhan penduduk Malthus menjelaskan bahwa hubungan antara parameter populasi dan waktu bersifat objektif. Untuk memperkirakan ukuran populasi saat waktu di masa mendatang. Untuk mengetahui hasil perkiraan dengan menggunakan model Malthus terlebih dahulu harus mengasumsikan nilai yang dibutuhkan pada rumus Malthus. untuk rumus model Malthus adalah sebagai berikut

$$P_t = P_0 e^{r \cdot t}$$
$$r = \frac{1}{t} (\ln P_t - \ln P_0)$$

dimana:

P_t = Jumlah populasi pada waktu t

P_0 = Jumlah awal populasi pada waktu t=0

r = Laju pertumbuhan relatif

t = Waktu dalam unit yang sama dengan tingkat pertumbuhan r

3.3 Model Populasi Logistik

Pada tahun 1830, Verhulst memperkenalkan model pertumbuhan logistik untuk menggambarannya. Model pertumbuhan logistik ini menghasilkan solusi berupa fungsi naik atau turun secara monoton, dimana fungsi tersebut berarti jumlah penduduk akan terus bertambah atau berkurang di masa yang akan datang, mengurangi (10). Untuk mengetahui hasil perkiraan dengan menggunakan model Populasi Logistik harus menentukan nilai K (daya tampung) dan r (nilai laju pertumbuhan populasi logistik). Untuk mencari nilai K dan r rumusnya adalah sebagai berikut:

$$K = \frac{P_1(2P_0P_2 - P_2P_1 - P_0P_1)}{P_0P_2 - P_1^2}$$

$$e^{-r} = \frac{P_0P_1 - P_0P_2}{P_0P_2 - P_1P_2}$$

$$P_t = \frac{K}{1 + \left(\frac{K - P_0}{P_0}\right) e^{-rt}}$$

dimana:

P_t = Jumlah populasi pada waktu t

K = Laju pertumbuhan *carrying capacity* dari suatu daerah untuk populasi

P_0 = Jumlah populasi awal saat t = 0

r = Laju pertumbuhan perkapita populasi

t = Waktu

3.4 MAPE (Mean Absolute Percentage Error)

MAPE (Mean Absolute Percentage Error) adalah alat statistik yang digunakan untuk mengukur keakuratan suatu model statistik ketika melakukan prediksi atau perkiraan. (11). Dalam referensi lain, MAPE dikenal juga dengan Mean Absolute Percentage Deviation (MAPD). Berikut rumus MAPE:

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{A_i - F_i}{A_i} \right| \times 100\%$$

dimana:

n = Ukuran sampel

A_i = Nilai data aktual

F_i = Nilai data peramalan

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Hasil Perhitungan Model Malthus

Untuk menghitung hasil prediksi jumlah ekspor minyak kelapa sawit menggunakan model malthus langkah awal adalah mencari perhitungan laju pertumbuhan relatifnya. Di bawah ini adalah hasil perhitungan laju pertumbuhan relatif :

- Model Malthus I Tahun (2019-2020)

$$\begin{aligned} r_1 &= \frac{1}{1} (\ln 127.776 - \ln 125.776) \\ &= 0,0157762 \end{aligned}$$

Dengan laju pertumbuhan relatifnya 1,57%

- Model Malthus II Tahun (2019-2021)

$$r_2 = \frac{1}{2} (\ln 132.161 - \ln 125.776)$$

$$= 0,02475915$$

Dengan laju pertumbuhan relatifnya 2,47%

- Model Malthus III Tahun (2019-2022)

$$r_3 = \frac{1}{3} (\ln 136.910 - \ln 125.776)$$

$$= 0,0282737$$

Dengan laju pertumbuhan relatifnya 2,82%

- Model Malthus IV Tahun (2019-2023)

$$r_4 = \frac{1}{4} (\ln 188.691 - \ln 125.776)$$

$$= 0,101402$$

Dengan laju pertumbuhan relatifnya 10,1%

Setelah mendapatkan hasil perhitungan laju pertumbuhan relatifnya, tahap selanjutnya adalah mencari hasil prediksi menggunakan model malthus. Di bawah ini adalah perhitungan hasil prediksi jumlah ekspor minyak kelapa sawit menggunakan model Malthus:

Perhitungan Model Malthus I

- Tahun 2019

$$P_t = P_0 e^{rt}$$

$$P_0 = 125.776 e^{0,0157762 \cdot 0}$$

$$= 125.776 \text{ ton}$$

- Tahun 2020

$$P_t = P_0 e^{rt}$$

$$P_1 = 125.776 e^{0,0157762 \cdot 1}$$

$$= 127.776 \text{ ton}$$

- Tahun 2021

$$P_t = P_0 e^{rt}$$

$$P_2 = 125.776 e^{0,0157762 \cdot 2}$$

$$= 129.808 \text{ ton}$$

- Tahun 2022

$$P_t = P_0 e^{rt}$$

$$P_3 = 125.776 e^{0,0157762 \cdot 3}$$

$$= 131.872 \text{ ton}$$

- Tahun 2023

$$P_t = P_0 e^{rt}$$

$$P_4 = 125.776 e^{0,0157762 \cdot 4}$$

$$= 133.969 \text{ ton}$$

Perhitungan Model Malthus II

- Tahun 2019

$$P_t = P_0 e^{rt}$$

$$P_0 = 125.776 e^{0,02475915 \cdot 0}$$

$$= 125.776 \text{ ton}$$

- Tahun 2020

$$P_t = P_0 e^{rt}$$

$$P_1 = 125.776 e^{0,02475915 \cdot 1}$$

$$= 128.929 \text{ ton}$$

- Tahun 2021

$$P_t = P_0 e^{rt}$$

- Tahun 2022

$$P_t = P_0 e^{rt}$$

$$P_3 = 125.776 e^{0,02475915 \cdot 3}$$

$$= 135.474 \text{ ton}$$

- Tahun 2023

$$P_t = P_0 e^{rt}$$

$$P_4 = 125.776 e^{0,02475915 \cdot 4}$$

$$= 138.870 \text{ ton}$$

$$P_2 = 125.776e^{0,02475915 \cdot 2}$$

$$= 132.161 \text{ ton}$$

Perhitungan Model Malthus III

- Tahun 2019

$$P_t = P_0 e^{rt}$$

$$P_0 = 125.776e^{0,0282737 \cdot 0}$$

$$= 125.776 \text{ ton}$$
- Tahun 2020

$$P_t = P_0 e^{rt}$$

$$P_1 = 125.776e^{0,0282737 \cdot 1}$$

$$= 129.383 \text{ ton}$$
- Tahun 2021

$$P_t = P_0 e^{rt}$$

$$P_2 = 125.776e^{0,0282737 \cdot 2}$$

$$= 133.093 \text{ ton}$$
- Tahun 2022

$$P_t = P_0 e^{rt}$$

$$P_3 = 125.776e^{0,0282737 \cdot 3}$$

$$= 136.910 \text{ ton}$$
- Tahun 2023

$$P_t = P_0 e^{rt}$$

$$P_4 = 125.776e^{0,0282737 \cdot 4}$$

$$= 140.836 \text{ ton}$$

Perhitungan Model Malthus IV

- Tahun 2019

$$P_t = P_0 e^{rt}$$

$$P_0 = 125.776e^{0,101402 \cdot 0}$$

$$= 125.776 \text{ ton}$$
- Tahun 2020

$$P_t = P_0 e^{rt}$$

$$P_1 = 125.776e^{0,101402 \cdot 1}$$

$$= 139.199 \text{ ton}$$
- Tahun 2021

$$P_t = P_0 e^{rt}$$

$$P_2 = 125.776e^{0,101402 \cdot 2}$$

$$= 154.055 \text{ ton}$$
- Tahun 2022

$$P_t = P_0 e^{rt}$$

$$P_3 = 125.776e^{0,101402 \cdot 3}$$

$$= 170.495 \text{ ton}$$
- Tahun 2023

$$P_t = P_0 e^{rt}$$

$$P_4 = 125.776e^{0,101402 \cdot 4}$$

$$= 188.691 \text{ ton}$$

Berikut adalah tabel perbandingan hasil perkiraan jumlah ekspor minyak kelapa sawit menggunakan model Malthus dan data aktual jumlah ekspor minyak kelapa sawit di PT Pelindo Multi Terminal.

Tabel 2 Data Perkiraan Jumlah Ekspor Minyak Kelapa Sawit dengan model malthus tahun 2019-2023

Tahun	Jumlah Ekspor (ton)	Hasil Perhitungan Model Malthus (ton)			
		I	II	III	IV
2019	125.776	125.776	125.776	125.776	125.776
2020	127.776	127.776	128.929	129.383	139.199
2021	132.161	129.808	132.161	133.093	154.055
2022	136.910	131.872	135.474	136.910	170.495
2023	188.691	133.969	138.870	140.836	188.691
	MAPE	6,89%	5,67%	5,46%	10,07%
	Hasil Peramalan Tahun 2024 (ton)	144.875			

Pada tabel 2 dapat dilihat bahwa jumlah MAPE paling kecil berada pada Model Malthus III, sehingga model Malthus III memiliki tingkat akurat yang tinggi pada prediksi setiap tahunnya dengan laju pertumbuhan relatifnya 2,82%. Berikut adalah histogram perbandingan data jumlah ekspor dengan data perhitungan model Malthus III.

b. Hasil Perhitungan Model Populasi Logistik

Untuk menghitung hasil prediksi jumlah ekspor minyak kelapa sawit menggunakan model populasi logistik langkah awal adalah mencari nilai K (Daya Tampung) dan r (Nilai Laju Pertumbuhan Populasi). Di bawah ini adalah hasil perhitungan laju nilai K (Daya Tampung) dan r (Nilai Laju Pertumbuhan Populasi) :

$$K = \frac{P_1(2P_0P_2 - P_2P_1 - P_0P_1)}{P_0P_2 - P_1^2}$$

$$K = \frac{127.776(2 \cdot 125.776 \cdot 132.161 - 132.161 \cdot 127.776 - 125.776 \cdot 127.776)}{125.776 \cdot 132.161 - 127.776^2}$$

$$= 123.990$$

Setelah mencari daya tampung lanjut mencari Nilai Laju Pertumbuhan Populasi dengan mensubstitusi nilai

$$e^{-r} = \frac{P_0P_1 - P_0P_2}{P_0P_2 - P_1P_2}$$

$$e^{-r} = \frac{125.776 \cdot 127.776 - 125.776 \cdot 132.161}{125.776 \cdot 132.161 - 127.776 \cdot 132.161}$$

$$e^{-r} = 2,08658$$

$$r = -0,735526$$

Bila nilai $K = 123990$ dan nilai $r = -0,735526$ maka nilai tersebut disubstitusikan dalam rumus model populasi logistik

$$P_t = \frac{K}{1 + \left(\frac{K - P_0}{P_0}\right) e^{-rt}}$$

Model populasi logistik tahun 2019

$$P_t = \frac{K}{1 + \left(\frac{K - P_0}{P_0}\right) e^{-rt}}$$

$$P_0 = \frac{123.990}{1 + \left(\frac{123.990 - 125.776}{125.776}\right) e^{0,735526 \cdot 0}}$$

$$= 125.776 \text{ ton}$$

Model populasi logistik tahun 2020

$$P_t = \frac{K}{1 + \left(\frac{K - P_0}{P_0}\right) e^{-rt}}$$

$$P_1 = \frac{123.990}{1 + \left(\frac{123.990 - 125.776}{125.776}\right) e^{0,735526 \cdot 1}}$$

$$= 127.776 \text{ ton}$$

Model populasi logistik tahun 2021

$$P_t = \frac{K}{1 + \left(\frac{K - P_0}{P_0}\right) e^{-rt}}$$

$$P_2 = \frac{123.990}{1 + \left(\frac{123.990 - 125.776}{125.776}\right) e^{0,735526 \cdot 2}}$$

$$= 132161 \text{ ton}$$

Model populasi logistik tahun 2022

$$P_t = \frac{K}{1 + \left(\frac{K - P_0}{P_0}\right) e^{-rt}}$$

$$P_3 = \frac{123.990}{1 + \left(\frac{123.990 - 125.776}{125.776}\right) e^{0,735526 \cdot 3}}$$

$$= 142.354 \text{ ton}$$

Model populasi logistik tahun 2023

$$P_t = \frac{K}{1 + \left(\frac{K - P_0}{P_0}\right) e^{-rt}}$$

$$P_4 = \frac{123.990}{1 + \left(\frac{123.990 - 125.776}{125.776}\right) e^{0,735526 \cdot 4}}$$

$$= 169.656 \text{ ton}$$

Tabel 3 Data Perkiraan Ekspor Minyak Kelapa Sawit Model Populasi Logistik pada tahun 2019-2023

Tahun	Hasil Ekspor (ton)	Hasil Perhitungan Model Populasi Logistik (ton)
2019	125.776	125.776
2020	127.776	127.776
2021	132.161	132.161
2022	136.910	142.354
2023	188.691	169.656
	MAPE	2,81%

Pada tabel 3 dapat dilihat bahwa perbandingan data jumlah ekspor dan hasil perhitungan model populasi logistik memiliki nilai yang hampir sama setiap tahunnya.

- c. Perbandingan Hasil Perhitungan Jumlah Ekspor Minyak Kelapa Sawit Menggunakan Model Malthus dan Populasi Logistik

Hasil Perbandingan dari perhitungan jumlah ekspor minyak kelapa sawit menggunakan Model Malthus dan Model Populasi Logistik disajikan dalam tabel berikut:

Tabel 4 Hasil Perbandingan MAPE Ekspor Minyak Kelapa Sawit Model Populasi Logistik pada tahun 2019-2023

Tahun	Jumlah Ekspor (ton)	Hasil Perhitungan Model Malthus (ton)	Hasil Perhitungan Model Populasi Logistik (ton)
2019	125.776	125.776	125.776
2020	127.776	129.383	127.776
2021	132.161	133.093	132.161
2022	136.910	136.910	142.354
2023	188.691	140.836	169.656
Nilai MAPE		5,46%	2,81%

Tabel 4 Menunjukkan perbandingan MAPE model Malthus dan Populasi Logistik sehingga diperoleh MAPE model populasi logistik lebih kecil yaitu 2,81% dari MAPE model Mathus 5,46% dari rata rata MAPE ini membuktikan model populasi logistik lebih akurat untuk perkiraan jumlah ekspor minyak kelapa sawit di PT Pelindo Multi Terminal Branch Belawan untuk tahun selanjutnya.

d. Perhitungan Hasil Peramalan Tahun Menggunakan Model Populasi Logistik

Berikut adalah perhitungan untuk mencari hasil peramalan minyak kelapa sawit pada tahun 2024 menggunakan model Populasi Logistik

$$P_t = \frac{K}{1 + \left(\frac{K - P_0}{P_0}\right) e^{-rt}}$$

$$P_5 = \frac{123.990}{1 + \left(\frac{123.990 - 125.776}{125.776}\right) e^{0,735526 \cdot 5}}$$

$$= 282.850 \text{ ton}$$

Tabel 5 Hasil Peramalan Jumlah Ekspor Minyak Kelapa Sawit di PT Pelindo Multi Terminal Branch Belawan Tahun 2024

Tahun	Jumlah Ekspor (ton)	Hasil Perhitungan Model Populasi Logistik (ton)
2019	125.776	125.776
2020	127.776	127.776
2021	132.161	132.161
2022	136.910	142.354
2023	188.691	169.656
Hasil Peramalan Tahun 2024 (ton)		282.850

Berdasarkan tabel 5 diperoleh hasil peramalan jumlah ekspor minyak kelapa sawit pada tahun 2024 sebesar 282.849 ton dimana hasil peramalan meningkat sangat besar dibandingkan dengan tahun sebelumnya.

3 KESIMPULAN

Pada penelitian ini dapat disimpulkan :

- a. Perbandingan Model terbaik untuk perkiraan jumlah ekspor minyak kelapa sawit di PT Pelindo Multi Terminal Branch Belawan adalah model Populasi Logistik dengan MAPE 2,81% dibandingkan model Malthus memiliki MAPE 5,46%.
- b. Hasil peramalan minyak kelapa sawit di PT Pelindo Multi Terminal Branch Belawan menggunakan model Populasi Logistik pada tahun 2024 sebesar 282.850 ton

DAFTAR PUSTAKA

1. Hajar S, Novany AA, Windarto AP, Wanto A, Irawan E. Penerapan K-Means Clustering Pada Ekspor Minyak Kelapa Sawit Menurut Negara Tujuan. 2020;314–8.
2. Advent R, Zulgani Z, Nurhayani N. Analisis faktor - faktor yang mempengaruhi ekspor minyak kelapa sawit di Indonesia Tahun 2000-2019. e-Journal Perdagangan Ind dan Monet. 2021;9(1):49–58.
3. Masturi H, Hasanawi A, Hasanawi A. Sinergi Dalam Pertanian Indonesia untuk Mitigasi dan Adaptasi Perubahan Iklim. J Inov Penelit. 2021;1(10):2085–94.
4. Tamara W, Saumi F. Gamma-Pi: Jurnal Matematika dan Terapan DI KABUPATEN LANGKAT. J Gamma-Pi. 2020;2(1):21–6.
5. Bulan Febriana, Qanitah Qushayyi Qamarani, Qonita Azzahra Salsabila, Sarah Tamara Sinaga, Shabrina Kansa Aulia. Kondisi Ekspor Minyak Kelapa Sawit Indonesia Selama Periode Covid-19. J Cakrawala Ilm. 2023;2(6):2275–82.
6. Prasaja D, Nuryani A, Haliza C, Mufid F, Jemsi KD, Nurtandika V. Analisis Ekspor Crude Palm Oil Ke 5 Negara Tahun 2016-2020. J Econ. 2023;2(1):1164–74.
7. Batubara AE, Yahya MF, Nasyaa R, Silalahi PR. Analisis Ekspor Impor Kelapa Sawit Indonesia Dalam Meningkatkan Pertumbuhan Ekonomi. J Manajemen, Bisnis dan Akunt. 2023;2(1):22–31.
8. Panggabean P, Heriberta H, Hodijah S. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Permintaan Ekspor Minyak Kelapa Sawit Indonesia ke India. J Ekon Aktual. 2022;2(1):33–40.
9. Ilmiah J, Pendidikan W. 2 1,2,3. 2023;9(November):361–75.
10. Manafe R, Ginting KB, Matematika PS, Cendana UN. Analisis Model Verhulsts Kaitannya Dengan Ketersediaan. J-Icon. 2019;7(1):9–16.
11. Model E, Model L. Penerapan Model Exponensial Dan Logistik Dalam Prediksi Populasi : Studi Kasus Kota. 2024;12(2):853–61.