

Penerapan Proses Stokastik Markov *Chain* Dalam Pengendalian Persediaan Produksi Kelapa Sawit di Perkebunan Nusantara IV Sumatera Utara

Regina Kuswoyo^{1✉}, Sajaratud Dur², Hendra Cipta³

^{1,2,3} Program Studi Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sumatera Utara, Medan, Indonesia

Informasi Artikel

Riwayat Artikel

Diserahkan : 20-12-2022

Direvisi : 02-02-2023

Diterima : 09-02-2023

Kata Kunci:

Stokastik, Markov Chain, Pengendalian Persediaan

Keywords :

Stochastics, Markov Chain, Inventory Control

ABSTRAK

Kasus yang dirasakan oleh PT. Perkebunan Nusantara IV terkait dengan pasokan Tandan Buah Segar(TBS) yang tidak konsisten. Perihal ini menimbulkan terbentuknya pemberhentian produksi untuk sementara waktu, oleh karena itu saat memproduksi CPO produk tidak tepat dengan sasaran. Tujuan dari hasil penelitian ini merupakan untuk memprediksi tingkat kenaikan hasil produksi bahan baku (CPO) serta (TBS) memakai metode Proses Stokastik Markov Chain. Dari hasil pengolahan informasi buat tahun 2022 didapat peningkatan hasil dari produksi (CPO) dengan nilai rata-rata pengendalian persediaan sebesar 1.509.087 Kg. Sebaliknya untuk kenaikan dari hasil produksi (TBS) sebesar 8.200.441 Kg. Bila dibanding dengan produksi pada tahun-tahun lebih dahulu, bisa dilihat bahwa akan terjadi kenaikan pada tahun 2021. Bersumber pada hasil penelitian dari persediaan Kelapa sawit bila persediaan bahan yang sangat kecil hingga hendak memunculkan kerugian untuk industri, bisa disimpulkan jika hasil pengukuran metode Proses Stokastik Markov Chain membuktikan pergeseran persediaan yang disebabkan umur persediaan hingga industri memperhitungkan persediaan yang ada agar bisa memenuhi permintaan periode.

ABSTRACT

Problems experienced by PT. Perkebunan Nusantara IV is related to the inconsistent supply of Fresh Fruit Bunches (FFB). This resulted in the formation of a temporary stoppage of production, so that CPO production was not on target. The purpose of this study is to predict the rate of increase in production of raw materials (CPO) and (FFB) using the Stochastic Markov Chain Process method. From the results of information processing for 2022, an increase in yield from production (CPO) was obtained with an average inventory control value of 1,509,087 Kg. In contrast, the increase in production yield (FFB) was 8,200,441 kg. When compared to production in earlier years, it can be seen that there will be an increase in 2021. Based on the results of research on Palm Oil supplies, if the supply of materials is so small that it will cause losses for the company, it can be concluded that the measurement results of the Stochastic Process method Markov Chain proves shifts in inventory caused by the age of the inventory so that the company takes into account existing inventory in order to meet period demand.

Corresponding Author :

Regina Kuswoyo

Prodi Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sumatera Utara

Jln. Lapangan Golf, Desa Durian Jangak, Pancur Batu, Deli Serdang, Sumatera Utara

reginakuswoyo@gmail.com



PENDAHULUAN

Kelapa sawit adalah salah satu tanaman perkebunan yang mudah beradaptasi di berbagai kondisi lingkungan, yang memiliki manfaat beragam keperluan, baik itu bahan untuk membuat minyak industri, bahan bakar (biodiesel). Adapun kegunaan dari minyak kelapa sawit itu sendiri yaitu sebagai bahan baku kosmetik, bahan baku makanan, dan juga industri farmasi (Syafri, 2014). Dari kasus ini yang dapat dirasakan oleh PTPN IV terkait dengan rantai pasok pada Tandan Buah Segar (TBS) yang tidak konstan. perihal ini mengakibatkan terciptanya pemberhentian produksi dengan jangka waktu yang sebentar sehingga produksi CPO tidak sesuai dengan sasaran. Minimnya dalam memproduksi bisa mengakibatkan kerugian untuk industri, dikarenakan terhentinya penjualan CPO kepada konsumen. Ada kalanya permintaan suatu barang pada industri bervariasi. (Yoffa,2020).

Dengan menggunakan metode pengendalian persediaan di dalam penelitian ini yang mana tujuannya untuk dapat menyeimbangkan antara persediaan yang ada dengan biaya persediaan tersebut adalah salah satu faktor dalam produktifitas.(Layla, 2013) oleh sebab itu dalam pengendalian persediaan yang merupakan dari proses stokastik dapat memperhatikan jumlah state yang ada. Tujuannya ialah agar dapat memaksimalkan ekspektasi pendapatan atau biaya pengeluaran dari proses tersebut. (Arif, 2018) Adanya *Crude Palm Oil* (CPO) yang sangat besar dibanding kebutuhan industri yang akan menaikkan biaya bunga, dan biaya penyimpanan serta pemeliharaan dalam gudang, maka kemungkinan yang di dapat adalah kualitas yang buruk sehingga produk tidak dapat dipertahankan, akibatnya industri akan mengalami kerugian dikarenakan adanya pengurangan keuntungan saat memproduksi (Widadi, 2014).

Pengendalian persediaan ialah salah satu bagian yang sangat penting dalam penciptaan serta penjualan sebuah produk. Didalam pengendalian persediaan terdapat kebutuhan yang dapat menimbulkan sebab terjadinya kasus yang dialami oleh industri yang mana terbentuknya kelebihan ataupun kekurangan dari persediaan tersebut. Apabila persediaan sangat besar maka biaya penyimpanan akan mengalami kenaikan sehingga adanya kemungkinan terjadi penyusutan mutu yang sulit untuk dipertahankan. Dan sebaliknya bila persediaan mencukupi dan untuk dijual maka kebutuhan pelanggan akan terpenuhi (Louri, dkk 2013)

Rantai Markov (*Markov Chain*) ialah suatu metode perhitungan yang biasanya dapat digunakan dalam melaksanakan pemodelan beragam keadaan. Metode ini digunakan untuk memperhitungkan perubahan-perubahan yang terjadi dimasa yang akan datang. Perubahan tersebut yang dapat digunakan dalam variabel-variabel dinamis di waktu tertentu. Sehingga yang dibutuhkan dari masing-masing nilai variabel tersebut ialah waktu yang telah ditentukan. Dengan kata lain, sifat Markov tersebut bisa dinyatakan selaku kesempatan bersyarat terhadap sesuatu peristiwa di masa mendatang yang tidak dipengaruhi oleh peristiwa di masa kemudian, namun cuma dipengaruhi oleh peristiwa dikala ini (Suhartono, 2013). tujuan yang mau diperoleh merupakan buat mengenali serta memberitahukan kepada pembaca supaya mengenali gimana Proses Stokastik Markov Chain bisa digunakan buat mengatur persediaan dengan memprediksi banyaknya permintaan penciptaan kelapa sawit di PTPN IV.

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian di PT. Perkebunan Nusantara IV Sumatera Utara dari awal bulan September 2020 sampai dengan September 2021. Jenis penelitian ini ialah penelitian bersifat kuantitatif dimana data yang didasari pada asumsi, kemudian ditentukan variabel, dan kemudian dilakukan penganalisisan dengan menggunakan metode Stokastik Markov *Chain*. Untuk memperoleh kesimpulan penelitian. Dengan penelitian yang bersifat kuantitatif pendekatan yang diambil ialah pendekatan sekunder dan primer.

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah jumlah produksi TBS kelapa sawit di PTPN IV Sumatera Utara, yang mana variabel terikat (Y) dan faktor-faktor yang mempengaruhi produksi kelapa sawit (CPO dan TBS) sebagai variabel bebas (X).

Adapun variabel yang digunakan yaitu:

Variabel dependen :

Y : Komoditas Kelapa Sawit

Variabel independen :

X₁ : *Crude Palm Oil* (CPO) Kilogram

X₂ : Tandan Buah Segar (TBS) Kilogram

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari penelitian ini, diperoleh jenis data yang digunakan yakni data permintaan produksi. Data tersebut merupakan data dari PT. Perkebunan Nusantara IV, adapun data permintaan perminggu dari Januari 2018 sampai dengan Maret 2019 dan data produksi dari bulan Januari 2019 sampai dengan Maret 2019.

Data permintaan CPO didapat nilai rata-rata untuk kategori naik ialah 4.906.722 Kg serta terbesarnya ialah 87.645.085 Kg. Sedangkan untuk kategori turun rata-ratanya ialah -5.643.19.194 Kg, dan nilai terkecilnya ialah -90.693.070 Kg. Oleh sebab itu, berikut 5 state yang dilakukan di berbagai interval masing-masing yaitu:

1. State 1 : keadaan naik drastis dengan range $[4.906.722 \text{ Kg} \leq x \leq 87.645.085 \text{ Kg}]$
2. State 2 : keadaan naik dengan range $[0 \leq x \leq 4.906.722 \text{ Kg}]$
3. State 3 : keadaan tetap dengan range $[x = 0]$
4. State 4 : keadaan turun dengan range $[-5.643.194 \text{ Kg} \leq x \leq 0]$
5. State 5 : keadaan turun drastis dengan range $[-90.693.070 \text{ Kg} \leq x \leq -5.643.194 \text{ Kg}]$

Sedangkan hasil dari data permintaan produk TBS diperoleh nilai rata-rata untuk kategori naik adalah 6.755.190 dan nilai terbesarnya adalah 35.511.780. Sedangkan untuk kategori turun rata-ratanya adalah -8.818.446, dan terkecilnya adalah -28.821.780. Oleh sebab itu, berikut 5 state yang dilakukan di berbagai interval masing-masing yaitu:

1. State 1 : keadaan naik drastis dengan range $[6.755.190 \leq x \leq 35.511.780]$
2. State 2 : keadaan naik dengan range $[0 \leq x \leq 6.755.190]$
3. State 3 : keadaan tetap dengan range $[x = 0]$
4. State 4 : keadaan turun dengan range $[-8.818.446 \leq x \leq 0]$
5. State 5 : keadaan turun drastis dengan range $[-28.821.780 \leq x \leq -8.818.446]$

Berdasarkan hasil analisis maka didapat frekuensi yang terjadi mengalami perubahan state di setiap minggunya. Dan Berikut ini merupakan formula dari ruang keadaan yang terbatas :

$$P = \{ p_1, p_2, p_3, p_4, p_5 \}$$

dimana:

p_1 = Naik drastis, p_2 = Naik, p_3 = Tetap, p_4 = Turun, p_5 = Turun drastis, sehingga dapat ditentukan nilai dari matriks transisi satu langkah yaitu diperoleh dari nilai frekuensi peralihan state pada jumlah permintaan tersebut. Saat proses pengerjaan Rantai Markov, ada tiga langkah utama yang dapat dilakukan ialah pertama. menyusun matriks peluang transisi, lalu kemudian melakukan penyusunan matriks transisi n-langkah dan menghitung peluang suatu kejadian di waktu yang akan datang (Lestari, 2020).

Matriks Peluang Transisi Permintaan

Dengan adanya matriks peluang transisi yang merupakan salah satu langkah dari bagian metode *Markov Chain*. Pengertian dari matriks peluang transisi yaitu suatu matriks yang memuat informasi yang dapat mengatur perpindahan sistem dari suatu state ke state berikutnya. Melalui matriks peluang transisi maka dapat ditentukan state pada Rantai *Markov*.

1. Matriks Peluang transisi CPO

Frekuensi peralihan state permintaan produk CPO yang terjadi setiap minggunya berubah-ubah, sehingga hasil dari matriks peluang transisi dari produk CPO dapat dimulai dengan menunjukkan proses peralihan dan jumlah frekuensi peralihan state pada tabel berikut :

Tabel 1. Matriks peluang transisi CPO

State Awal	State Akhir				
	1	2	3	4	5
1	0	3	0	0	0
2	0	8	0	14	0
3	0	0	0	1	0
4	1	15	1	1	1
5	2	1	0	1	0

Keterangan:

State 1 : keadaan permintaan produk naik drastis

State 2 : keadaan permintaan produk naik

State 3 : keadaan permintaan produk tetap

State 4 : keadaan permintaan produk turun

State 5 : keadaan permintaan produk turun drastis

Maka dapat diperoleh matriks peluang state permintaan produksi CPO dengan nilai dari p_{ij} . Yang mana berdasarkan definisi dari p_{ij} yaitu berupa nilai matriks peluang transisi satu langkah dari produk permintaan CPO:

Setelah mendapatkan hasil dari nilai frekuensi peralihan state permintaan produk CPO maka dapat dilakukan dalam matriks berikut ini:

$$P = \begin{bmatrix} 0 & 3 & 0 & 0 & 0 \\ 3 & 3 & 3 & 3 & 3 \\ 0 & 8 & 0 & 14 & 3 \\ \frac{0}{25} & \frac{0}{25} & \frac{0}{25} & \frac{1}{25} & \frac{0}{25} \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 15 & 1 & 1 & 1 \\ \frac{1}{19} & \frac{1}{19} & \frac{1}{19} & \frac{1}{19} & \frac{1}{19} \\ 2 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ \frac{0}{4} & \frac{1}{4} & \frac{0}{4} & \frac{0}{4} & \frac{0}{4} \end{bmatrix}$$

$$P = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0,32 & 0 & 0,56 & 0,12 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0,05 & 0,78 & 0,05 & 0,05 & 0,05 \\ 0,5 & 0,25 & 0 & 0,25 & 0 \end{bmatrix}$$

2. Matriks Peluang transisi TBS

Berdasarkan tabel diatas menunjukkan bahwa frekuensi peralihan state permintaan produk TBS yang terjadi setiap minggunya, maka dapat diperoleh matriks peluang transisi produk TBS, yang akan dimulai dengan menunjukkan proses peralihan dan jumlah frekuensi peralihan state pada tabel berikut ini:

Tabel 2. Matriks peluang transisi TBS

State Awal	State Akhir				
	1	2	3	4	5
1	2	3	0	4	2
2	1	4	0	8	3
3	1	0	0	0	0
4	3	7	0	6	4
5	4	4	1	1	2

Keterangan:

State 1 : keadaan permintaan produk naik drastis

State 2 : keadaan permintaan produk naik

State 3 : keadaan permintaan produk tetap

State 4 : keadaan permintaan produk turun

State 5 : keadaan permintaan produk turun drastis

Frekuensi peralihan state permintaan produk TBS ditunjukkan dalam matriks berikut:

$$F = \begin{bmatrix} 2 & 3 & 0 & 4 & 2 \\ 1 & 4 & 0 & 8 & 3 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 3 & 7 & 0 & 6 & 4 \\ 4 & 4 & 1 & 1 & 2 \end{bmatrix}$$

Dengan diperolehnya matriks peralihan state permintaan produksi TBS maka dapat dihitung nilai p_{ij} Berdasarkan definisi p_{ij} maka diperoleh matriks peluang transisi satu Langkah permintaan produk TBS yaitu :

$$P = \begin{bmatrix} \frac{2}{11} & \frac{3}{11} & \frac{0}{11} & \frac{4}{11} & \frac{2}{11} \\ \frac{1}{16} & \frac{4}{16} & \frac{0}{16} & \frac{8}{16} & \frac{3}{16} \\ \frac{1}{20} & \frac{0}{20} & \frac{0}{20} & \frac{0}{20} & \frac{0}{20} \\ \frac{3}{4} & \frac{7}{7} & \frac{1}{1} & \frac{6}{6} & \frac{4}{4} \\ \frac{20}{4} & \frac{20}{4} & \frac{20}{1} & \frac{20}{1} & \frac{20}{2} \\ \frac{4}{12} & \frac{4}{12} & \frac{1}{12} & \frac{1}{12} & \frac{2}{12} \end{bmatrix}$$

$$P = \begin{bmatrix} 0,18 & 0,27 & 0 & 0,36 & 0,18 \\ 0,06 & 0,25 & 0 & 0,5 & 0,18 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0,15 & 0,35 & 0 & 0,3 & 0,2 \\ 0,33 & 0,35 & 0,08 & 0,08 & 0,16 \end{bmatrix}$$

Matriks Peluang Transisi n-Langkah

Dengan menggunakan persamaan Chapman Kolmogorof $p^{(n)} = p^n$ dengan p^n didapat nilai matriks peluang transisi satu Langkah (P) yang sudah diperoleh di Langkah sebelumnya dimanadapat dijelaskan $n = 1,2,3,\dots, n$.

Matriks Peluang Transisi CPO

Pada Langkah sebelumnya diperoleh matriks peluang transisi atau langkah permintaan produk CPO

$$P = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0,32 & 0 & 0,56 & 0,12 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0,05 & 0,78 & 0,05 & 0,05 & 0,05 \\ 0,5 & 0,25 & 0 & 0,25 & 0 \end{bmatrix}$$

Maka diperoleh matriks peluang transisi p^n dimana nilai n telah diketahui memiliki 6 langkah state yang diperoleh dari matriks permintaan produk CPO minggu ke n dimana $n = 1,2,3,\dots,n$

$$P^6 = P \times P \times P \times P \times P \times P$$

$$P = \begin{bmatrix} 0,053 & 0,486 & 0,016 & 0,338 & 0,076 \\ 0,053 & 0,486 & 0,016 & 0,338 & 0,076 \\ 0,053 & 0,486 & 0,016 & 0,338 & 0,076 \\ 0,053 & 0,486 & 0,016 & 0,338 & 0,076 \\ 0,053 & 0,486 & 0,016 & 0,338 & 0,076 \end{bmatrix}$$

Matriks Peluang Transisi TBS

Setelah mendapatkan nilai dari peralihan permintaan produksi TBS, Berikut matriks peluang transisi yang akan di tampilkan:

$$P = \begin{bmatrix} 0,18 & 0,27 & 0 & 0,36 & 0,18 \\ 0,06 & 0,25 & 0 & 0,5 & 0,18 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0,15 & 0,35 & 0 & 0,3 & 0,2 \\ 0,33 & 0,35 & 0,08 & 0,08 & 0,16 \end{bmatrix}$$

Maka diperoleh matriks peluang transisi p^n dimana nilai n telah diketahui memiliki 6 langkah state yang diperoleh dari matriks permintaan produk TBS minggu ke n dimana $n = 1,2,3,\dots,n$

$$P^8 = P \times P \times P \times P \times P \times P \times P \times P$$

$$P = \begin{bmatrix} 0,132 & 0,329 & 0,064 & 0,195 & 0,266 \\ 0,132 & 0,329 & 0,064 & 0,195 & 0,266 \\ 0,132 & 0,329 & 0,064 & 0,195 & 0,266 \\ 0,132 & 0,329 & 0,064 & 0,195 & 0,266 \\ 0,132 & 0,329 & 0,064 & 0,195 & 0,266 \end{bmatrix}$$

Peluang State Permintaan Pada Waktu Yang Akan Mendatang

Setelah beberapa langkah yang dilakukan, maka didapatlah steady state (keseimbangan) dari proses metode markov tersebut. Berdasarkan dari proses yang telah berjalan maka nilai dari beberapa periode probabilitas hasil yang ditunjukkan akan bernilai tetap, yang mana probabilitas ini dapat dinamakan *Probabilitas Steady State*.

Dengan diketahui matriks peluang transisi satu langkah P dan vektor peluang pada awal proses p^0 , maka dapat diprediksi vektor peluang pada perubahan permintaan produk dari state ke state lainnya dengan menggunakan persamaan diatas, yaitu:

$$p^n = p^{n+1}P, n = 1,2,3,\dots, n$$

keterangan :

p^n = Peluang state pada waktu ke n , $n=1,2,\dots,n$

p^0 = Peluang state pada waktu pertama

P = Matriks peluang transisi

Peluang state permintaan pertama

$$P^0 = [P_1^0, P_2^0, P_3^0, P_4^0, P_5^0, P_6^0]$$

Peluang State Permintaan CPO

Peluang state permintaan CPO pada proses pertama yaitu:

$$P^0 = [0,053 \quad 0,486 \quad 0,016 \quad 0,338 \quad 0,076]$$

Agar dapat menghitung peluang state n langkah CPO untuk itu dilakukan persamaan berikut ini:

$$p^n = p^{n+1}P, n = 1, 2, 3, \dots, 6$$

Maka diperoleh:

$$[0,053 \quad 0,0480 \quad 0,016 \quad 0,338 \quad 0,076] \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0,32 & 0 & 0,56 & 0,12 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0,05 & 0,78 & 0,05 & 0,05 & 0,05 \\ 0,5 & 0,25 & 0 & 0,25 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\vdots$$

$$[0,063 \quad 0,504 \quad 0,107 \quad 0,335 \quad 0,093] \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0,32 & 0 & 0,56 & 0,12 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0,05 & 0,78 & 0,05 & 0,05 & 0,05 \\ 0,5 & 0,25 & 0 & 0,25 & 0 \end{bmatrix}$$

Dengan Cara Yang Sama Sampai Diperoleh Peluang State n-Langkah Pada Kondisi Stabil. Pada Permintaan CPO Peluang State n-Langkah Stabil Pada n=6, Maka Akan Ditunjukkan Peluang-Peluang State 6 langkah pada tabel sebagai berikut:

Tabel 3. Peluang state 6langkah

p^n	State 1	State 2	State 3	State 4	State 5
p^1	0,053	0,480	0,016	0,338	0,076
p^2	0,055	0,489	0,017	0,321	0,091
p^3	0,061	0,484	0,016	0,330	0,092
p^4	0,062	0,496	0,016	0,327	0,091
p^5	0,062	0,498	0,016	0,333	0,092
p^6	0,063	0,504	0,017	0,335	0,093

Peluang State Permintaan TBS

Dengan cara yang sama diperoleh peluang state n-langkah pada kondisi stabil. Pada permintaan tbs peluang state n-langkah stabil pada n=7, maka berikut peluang state pada 7 langkah tabel berikut ini:

Tabel 4. Peluang state permintaan TBS

p^n	State 1	State 2	State 3	State 4	State 5
p^1	0,191	0,251	0,014	0,257	0,188
p^2	0,191	0,246	0,013	0,253	0,175
p^3	0,186	0,159	0,013	0,817	0,175
p^4	0,257	0,505	0,013	0,356	0,187
p^5	0,257	0,505	0,013	0,356	0,187
p^6	0,447	0,538	0,020	0,546	0,371
p^7	0,406	0,525	0,031	0,424	0,373
p^8	0,377	0,456	0,028	0,5	0,361

Sub Bab Hasil dan Pembahasan

Setelah mencari nilai peluang state setiap produksi maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Produksi CPO

Setelah mencari nilai peluang state setiap produksi maka dapat disimpulkan bahwa untuk produksi CPO dari banyaknya permintaan yang dapat diperoleh dari pengendalian persediaan, kategori peluang permintaan berada pada keadaan naik drastis ialah 0,063 atau 6,3%, kategori peluang permintaan pada keadaan naik ialah 0,504 atau 50,4%, kategori peluang permintaan pada keadaan tetap ialah 0,017 atau 1,7%, lalu kategori peluang permintaan pada keadaan turun ialah 0,335 atau 33,5% dan kategori peluang permintaan pada keadaan turun drastis ialah 0,093 atau 9,3%.

2. Produksi TBS

Setelah mencari nilai peluang state setiap produksi maka dapat disimpulkan bahwa untuk produksi TBS dari banyaknya permintaan yang dapat diperoleh dari pengendalian persediaan, kategori peluang permintaan berada pada keadaan naik drastis ialah 0,377 atau 37,3%, kategori peluang permintaan pada keadaan naik ialah 0,456 atau 45,6%, kategori peluang permintaan pada keadaan tetap ialah 0,028 atau 2,8%, lalu kategori peluang permintaan pada keadaan turun ialah 0,5 atau 50%, dan kategori peluang permintaan pada keadaan turun drastis ialah 0,361 atau 36,1%.

Penerapan *Markov Chain* untuk Data Produksi Kelapa Sawit

Dengan mengimplementasikan teori probabilitas, pemodelan Rantai Markov salah satu model stokastik yang digunakan untuk merubah sistem secara tidak beraturan yang mana model tersebut dapat diasumsikan sebagai keadan masa yang akan datang tergantung dengan keadaan masa saat ini. Secara umum markov itu sendiri hanya dapat menggunakan asumsi penalaran dan juga perhitungan, sehingga apabila dengan menggunakan model yang lain sulit untuk menyelesaikannya (Zada, 2016).

Berikut tabel di bawah ini merupakan data bulanan dari produksi kelapa sawit di PTPN IV Sumatera Utara dari tanggal 2 Januari 2019 – 2 Maret 2020:

Tabel 2. Data Produksi Per Bulan di PTPN IV Sumatera Utara

Bulan	CPO	TBS
Januari	42.974.205 Kg	152.910.500 Kg
Februari	40.904.970 Kg	152.065.000 Kg
Maret	42.898.235 Kg	172.193.000 Kg
April	54.733.464 Kg	189.121.000 Kg
Mei	44.566.650 Kg	204.746.000 Kg
Juni	39.092.630 Kg	205.270.000 Kg
Juli	34.914.050 Kg	240.740.000 Kg
Agustus	31.324.375 Kg	248.304.000 Kg
September	47.726.691 Kg	245.938.500 Kg
Oktober	76.771.748 Kg	235.061.000 Kg
Nopember	62.447.235 Kg	221.966.000 Kg
Desember	63.183.468 Kg	212.835.000 Kg
Januari	41.927.892 Kg	194.441.000 Kg
Februari	35.674.646 Kg	191.751.000 Kg
Maret	51.880.630 Kg	214.639.000 Kg

Bersumber pada data tabel diatas, maka data permintaan produksi CPO diperoleh nilai rata-rata untuk kategori naik ialah 8.413.957 Kg dan nilai terbesarnya ialah 21.255.576 Kg. Sedangkan untuk kategori turun rata-ratanya ialah -12.703.014 Kg, dan terkecilnya yaitu -29.045.057 Kg. Berikut ini state yang digunakan untuk interval masing-masingnya:

State 1 : naik drastis dengan interval $[8.413.957 \text{ Kg} \leq x \leq 21.255.576 \text{ Kg}]$

State 2 : naik dengan interval $[0 \leq x \leq 8.413.957 \text{ Kg}]$

State 3 : tetap dengan interval $[x = 0]$

State 4 : turun dengan interval $[-12.703.014 \text{ Kg} \leq x \leq 0]$

State 5 : turun drastis dengan interval $[29.045.057 \text{ Kg} \leq x \leq -12.703.014 \text{ Kg}]$

Pengendalian Persediaan Produksi Kelapa Sawit Untuk Yang Akan Datang

Dengan menggunakan formula data produksi CPO maka dapat diperoleh data pada tahun 2021 dengan nilai dalam kategori Naik dan Nilai dalam kategori Turun. Berikut tabel hasil dari pengendalian persediaan produksi CPO ditahun 2022:

Tabel 5. Persentase Pengendalian Persediaan CPO

CPO	Pengendalian persediaan			
	Naik	Turun	Prediksi Naik	Prediksi Turun
10.743.551Kg	3.599.090Kg	5.414.750Kg	16.158.301Kg	7.144.461Kg
15.525.758Kg	5.201.129Kg	7.824.982Kg	23.350.740Kg	10.324.629Kg
10.250.180Kg	3.433.810Kg	5.166.091Kg	15.416.271Kg	6.816.370Kg
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
4.648.634Kg	1.557.292Kg	2.342.912Kg	6.991.546Kg	3.091.342Kg
Rata-rata	4.154.783Kg	6.250.778Kg	18.773.666Kg	8.300.856Kg

Dan berikut ini adalah data interpretasi dari produksi TBS dengan prediksi tahun 2021:

Tabel 5. Persentase Pengendalian Persediaan TBS

CPO	Pengendalian persediaan			
	Naik	Turun	Prediksi Naik	Prediksi Turun
38.227.625Kg	6.613.379Kg	6.613.379Kg	44.841.004Kg	31.614.246Kg
38.067.855Kg	6.585.739Kg	6.585.739Kg	44.653.594Kg	31.482.116Kg
37.825.125Kg	6.543.747Kg	6.543.747Kg	44.368.872Kg	31.281.378Kg
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
67.777.075Kg	11.725.434Kg	11.725.434Kg	79.502.509Kg	56.051.641Kg
Rata-rata	8.015.540Kg	8.015.540Kg	54.348.142Kg	38.317.062Kg

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Prediksi tingkat kenaikan dan penurunan permintaan untuk setiap produk akan mempengaruhi banyaknya persediaan yang akan dibuat di PT. Perkebunan Nusantara IV yaitu tahun 2021 untuk produksi CPO tingkat kenaikan permintaan akan mencapai 50,4% dengan pengendalian persediaan rata-rata naik 4.154.783 Kg, sedangkan untuk tingkat penurunan mencapai 33,5% dengan nilai pengendalian persediaan turun rata-rata sebesar 6.250.778 Kg. Selama periode penelitian menunjukkan bahwa peluang hasil produksi CPO cenderung naik 0,173 atau 17,3% yaitu dengan nilai rata-rata pengendalian persediaan sebesar 1.509.087 kg.

Saran

Beberapa saran dapat diberikan berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh antara lain: 1) dalam pengambilan keputusan mengenai pengendalian persediaan sebaiknya dapat menggunakan Markov Chain sebagai solusi untuk memprediksi peluang di waktu

mendatang; 2) dalam mengembangkan model Markov *Chain* disarankan untuk melibatkan banyak indikator yang terkait untuk masalah persediaan, dampak dan penyebab naik dan turunnya permintaan

REFERENSI

- Arif, M. (2018). *Supply Chain Management..* Yogyakarta: Deepublish.
- Lestari, L., Dur, S., & Cipta, H. (2021). Penerapan Rantai Markov Dalam Menganalisis Persaingan Bisnis Situs Belanja *Online*. *Journal of Maritime and Education (JME)*, 3(1), 212-215.
- Layla, Muslena. (2013). Analisis persediaan kelapa sawit menggunakan rantai markov di PT. PdmIndonesia. *Jurnal Mantik Penusa*, 20(1), 12-15.
- Louri, dkk. (2013). *Manajemen Persediaan Aplikasi Di Bidang Bisnis*. Jakarta: Raja Grafindo Persida.
- Yofa, R. D., & Erwidodo, E. S. (2020). Dampak Pandemi Covid-19 Terhadap Ekspor Dan Impor Komoditas Pertanian. *Dampak Pandemi Covid-19: Perspektif Adaptasi dan Resiliensi Sosial Ekonomi Pertanian*. Pahan, I. (2008). *Panduan Lengkap Kelapa Sawit : Manajemen Agribisnis Dari Hulu Hingga Hilir*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Syafri, Y. (2014). Pengaruh Produksi Terhadap Pendapatan Petani Kelapa Sawit di Gampong Alue Peunawa Kecamatan Babahrot Kabupaten Aceh Barat Daya[Universitas Teuku Umar]. <http://repository.utu.ac.id/736>
- Sriwidadi, T., & Hardiansyah, D. (2014). Analisis Pengendalian Persediaan Bahan Baku Dalam Mempertahankan Kelancaran Produksi Pada PT. PUTRA CIPTA JAYA SENTOSA. *Sustainable Competitive Advantage (SCA)*, 4(1).
- Suhartono, D. (2013). *Markov chain*. (<https://socs.binus.ac.id/2013/06/markov-chain/> diakses : 30 Agustus 2020)
- Yus L. S. P. Djakaria S., dan Ujian S. (2013). Pengendalian Persediaan Produksi Crude Palm Oil (CPO) Menggunakan Model Economic Production Quantity (Epq) Pada PT. ABC *Saintia Matematika*, 1(5), 495-50.
- Zada, Muhammad, dkk. (2016). *Model Markov Untuk Pengambilan Keputusan Medis*. Skripsi. Medan: Univeritas Sumatera Utara.