

FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI KENAIKAN HARGA CRUDE PALM OIL (CPO) NASIONAL MENGGUNAKAN REGRESI LINIER BERGANDA DENGAN PENDEKATAN BAYES

Nurul Hikmah^{1*}, Ani Andriyati², Isti Kamila³

^{1,2,3}Program Studi Matematika, Universitas Pakuan, Bogor, Indonesia

*e-mail: nurhikmah61@gmail.com

Diterima: 29 Maret 2024, disetujui: 30 Maret 2024, dipublikasi: 30 Maret 2024

Abstract: *This research aims to analyze the factors that influence the increase in national Crude Palm Oil (CPO) prices using the Bayes method and estimating parameters using the Bayesian approach. Estimating parameters in the Bayes method requires an approach with Markov Chain Monte Carlo (MCMC) to generate random samples from the posterior form, the posterior form resulting from multiplying the likelihood function with the conjugate prior. One of the MCMC algorithms used is the Side Gibbs algorithm. Based on the results obtained, it can be concluded that the factors that influence the increase in cooking oil prices are International CPO Prices and Tax Rates. It can be seen from the parameters that do not contain zero values at the 5% and 95% percentiles and from Bayes estimation it is also found that for every increase of 1 The US\$ international CPO price at a constant tax rate will cause an increase in the national CPO price of 0.0042 US\$. Every 1 US\$ increase in the tax rate at a constant international CPO price will cause an increase in the national CPO price of 0.0227 US\$.*

Keywords: *Bayes Method; Chain Monte Carlo; National CPO.*

Abstrak *Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi kenaikan harga Crude Palm Oil (CPO) Nasional dengan menggunakan metode Bayes serta mengestimasi parameter dengan pendekatan Bayessian. Pendugaan parameter dalam metode Bayes memerlukan pendekatan dengan Marcov Chain Monte Carlo (MCMC) untuk membangkitkan sampel acak dari bentuk posteriornya, bentuk posterior dihasilkan dari mengalikan fungsi likelihood dengan prior konjugat. Salah satu algoritma MCMC yang digunakan yaitu algoritma Gibbs Samping. Berdasarkan hasil yang diperoleh, dapat disimpulkan bahwa faktor-faktor yang mempengaruhi kenaikan harga minyak goreng yaitu Harga CPO Internasional dan Kurs Pajak terlihat dari parameter yang tidak memuat nilai nol pada persentil 5% dan 95% dan dari pendugaan dengan Bayes juga diperoleh bahwa setiap kenaikan 1 US\$ harga CPO internasional dengan kurs pajak konstan maka akan menyebabkan kenaikan harga CPO nasional sebesar 0,0042 US\$. Setiap kenaikan 1 US\$ kurs pajak dengan harga CPO internasional konstan maka akan menyebabkan kenaikan harga CPO nasional sebesar 0,0227 US\$.*

Kata Kunci: *Chain Monte Carlo, CPO Nasional, Metode Bayes.*

PENDAHULUAN

Kenaikan harga minyak goreng menjadi keluhan dikalangan masyarakat dalam beberapa waktu terakhir. Tidak hanya kenaikan harga, kelangkaan pun menjadi keluhan utama karena sulitnya ditemukan di berbagai toko ritel dan minimarket sehingga pemerintah menghimbau masyarakat untuk lebih hemat dan bijak dalam menggunakan minyak goreng. Diberlakukannya upaya tersebut supaya tidak terjadi peningkatan permintaan yang kemudian berdampak pada *panic buying*.

Menurut catatan yang diperoleh dari [1] menyebutkan bahwa di akhir 2021 hingga Juli 2022 terjadi kenaikan harga minyak goreng kelapa sawit secara signifikan hingga mencapai Rp 20.000 per liter. Kenaikan harga diantisipasi oleh pemerintah dengan menurunkan minyak goreng bersubsidi seharga Rp 14.000 per liter. Namun seringkali terjadi kelangkaan pada produk minyak goreng kelapa sawit bersubsidi sehingga berdampak negatif terutama masyarakat kalangan menengah bawah. Harga ritail minyak goreng dipasaran bergantung dari harga *Crude Palm Oil* (CPO) Nasional, sehingga perlu diketahui faktor-faktor yang dapat mempengaruhi harga CPO Nasional.

Salah satu faktor yang diduga mempengaruhi harga CPO nasional yaitu harga CPO Internasional. Harga CPO internasional pertengahan tahun 2022 naik cukup tajam sebesar 13,38% dari harga sebelumnya [2]. Faktor kedua yang diduga mempengaruhi harga CPO nasional yaitu harga minyak nabati lainnya. Menurut [3] pada tahun 2022 di Indonesia terjadinya kenaikan harga minyak nabati lain seperti minyak kedelai. Lonjakan harga kedelai terjadi karena berkurangnya pasokan ke pasar dalam negeri.

Selain dua faktor tersebut, nilai kurs juga turut diduga mempengaruhi harga CPO Nasional. Menurut [4] menyebutkan adanya pengaruh dari kurs pajak terhadap kenaikan harga minyak goreng dalam negeri. Salah satu model yang dapat digunakan untuk menggambarkan pengaruh faktor-faktor penyebab kenaikan CPO nasional yaitu model regresi linier. Analisis regresi linier merupakan suatu model yang dapat menjelaskan hubungan sebab akibat antara variabel bebas (X) dan variabel terikat (Y) [5]. Regresi linier berganda digunakan melibatkan variabel terikat dan lebih dari dua variabel bebasnya. Salah satu keunggulan regresi linier berganda yaitu mampu menduga keadaan di masa depan melalui pengukuran beberapa variabel bebas (X) dengan variabel terikat (Y) [6].

Pendugaan parameter merupakan salah satu metode dalam menentukan model regresi terbaik, metode pendugaan parameter yang digunakan yaitu metode Bayessian. Keunggulan dalam penggunaan metode Bayes yaitu penyederhanaan dari cara klasik yang penuh dengan integral untuk memperoleh model marginal. Pendugaan dengan metode Bayes dapat memberikan hasil pendugaan yang lebih baik dibandingkan pendugaan dengan metode klasik [7].

Beberapa penelitian terdahulu menunjukkan metode bayes lebih baik dari metode lainnya. [8] dalam penelitiannya menyimpulkan bahwa metode metode Bayes lebih baik dibandingkan metode *Maximum Likelihood Estimation* (MLE). Dalam penelitian [9] dihasilkan bahwa pendugaan parameter pada metode Bayes pada prior konjugat lebih baik dari prior non-informatif. Pada [10] menunjukkan bahwa metode Bayesian merupakan suatu pendekatan yang dapat digunakan untuk mengestimasi parameter pada analisis regresi linier berganda. Penelitian yang dilakukan oleh [11] menggunakan metode regresi linier berganda dengan pendekatan Bayesian untuk mengestimasi parameter dan menentukan factor-faktor yang mempengaruhi asset bank. Berdasarkan pertimbangan dari referensi tersebut maka dalam penelitian ini digunakan model regresi linier berganda

dengan pendekatan metode Bayes untuk mengetahui pengaruh faktor-faktor penyebab kenaikan harga CPO Nasional.

Tujuan dari penelitian ini yaitu menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi kenaikan harga CPO Nasional dengan menggunakan metode Bayes serta mengestimasi parameter dengan pendekatan Bayessian. Batasan yang diteliti dalam penelitian ini adalah data kenaikan harga minyak goreng tertinggi terjadi pada bulan Juli dan Agustus tahun 2022. Variabel penelitian yaitu harga CPO nasional sebagai variabel terikat, harga CPO internasional, harga minyak kedelai dan kurs pajak di luar negeri sebagai variabel bebas.

METODOLOGI PENELITIAN

Data yang digunakan pada penelitian ini merupakan data sekunder yang berasal dari laman resmi yang dapat dilihat pada [10], yaitu data harian terhitung dari tanggal 1 Juli sampai dengan 31 Agustus tahun 2022 dengan mengambil data harga CPO nasional sebagai variabel terikat (Y). Data harga CPO internasional diperoleh dari [2]. Data harga minyak kedelai diperoleh dari [3] dan data kurs pajak diperoleh dari laman [4] berturut-turut sebagai variabel bebas (X_1, X_2, X_3).

Tahapan analisis yang dilakukan yaitu sebagai berikut:

1. Mendeskripsikan data dengan nilai rata-rata, simpangan baku, nilai minimum dan nilai maksimum dari masing-masing variabel dan membuat diagram pencar antara variabel X dengan variabel Y .
2. Pendugaan regresi linier berganda untuk tiga variabel bebas menggunakan Metode Kuadrat Terkecil (MKT).
3. Membentuk fungsi likelihood. Fungsi *likelihood* merupakan fungsi kepadatan bersama dari n variabel acak X_1, X_2, X_3 dan diperoleh dengan mengalikan fungsi kepadatan probabilitas diasumsikan $\varepsilon_i \sim N(0, \sigma^2)$.
4. Pembentukan distribusi prior konjugat,
5. Pembentukan distribusi posterior konjugat,
6. Melakukan pendugaan parameter dengan metode Bayessian
7. Pengecekan kekonvergenan pada parameter $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3$, Signifikansi parameter dan Interpretasi.

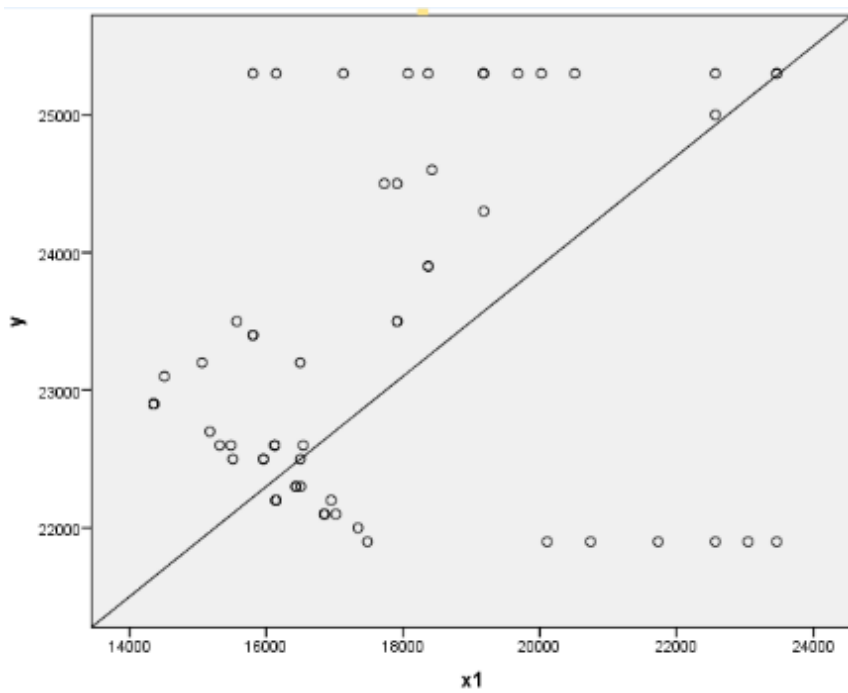
HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1 menyajikan deskripsi dari setiap variabel CPO nasional (y), harga CPO internasional (x_1), harga minyak kedelai (x_2) dan kurs pajak di luar negeri (x_3).

Tabel 1. Deskripsi Data

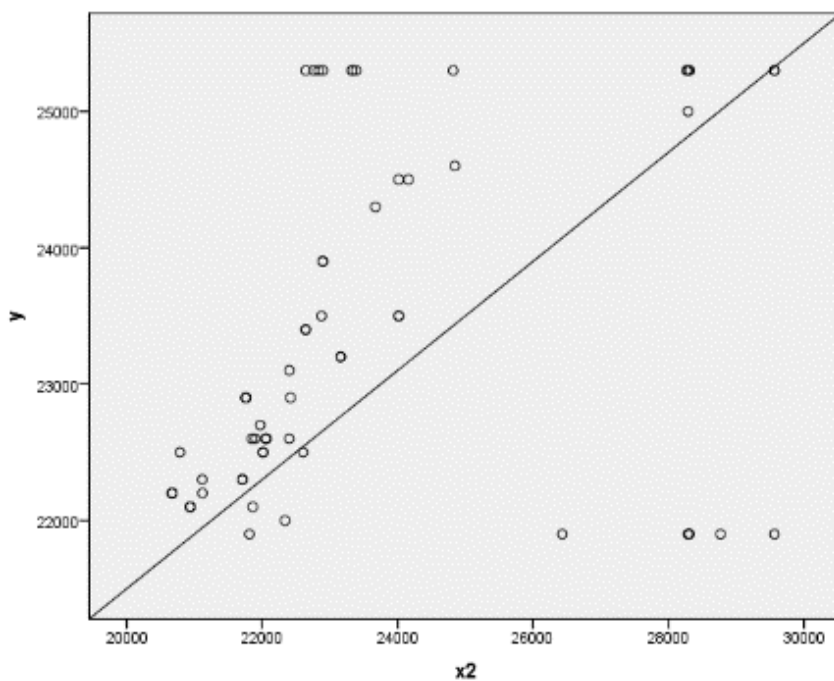
Variabel	Rata-Rata	St.Deviasi	Min	Max
y	Rp 23.317,74	Rp 1.260,17	Rp 21.900	Rp 25.300
x_1	US\$ 1.132,45	US\$ 94,49	US\$ 1.010	US\$ 1.450
x_2	Rp 23.567,50	Rp 2.638,97	Rp 20.670	Rp 29.567
x_3	US\$ 67,29	US\$ 47,39	US\$ 2,00	US\$ 135,00

Diagram pencar untuk melihat pola hubungan linier atau tidak dapat dilihat dari disajikan pada Gambar 1, Gambar 2 dan Gambar 3.



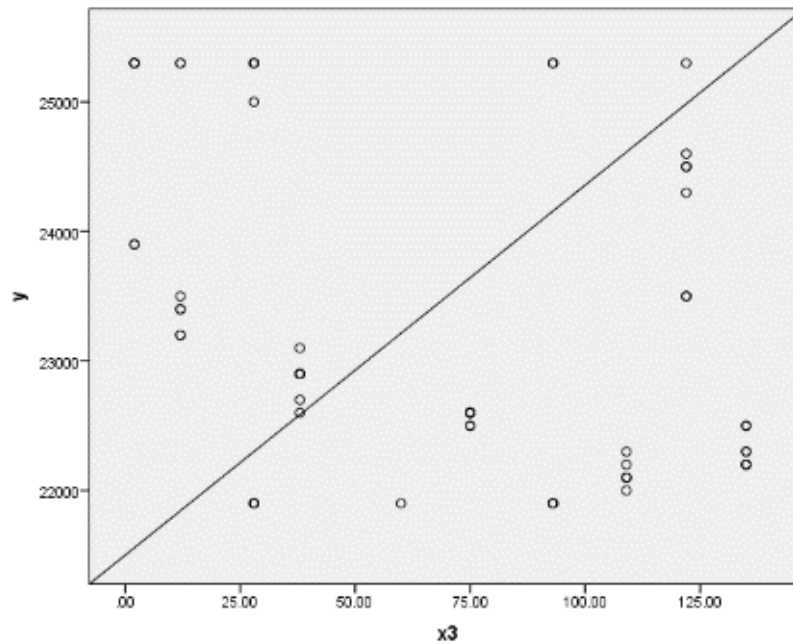
Gambar 1. Diagram pencar y dengan x_1

Diagram pencar pada Gambar 1 menunjukkan bahwa pencaran/sebaran data harga CPO nasional bertambah naik seiring dengan kenaikan (CPO) mengikuti pola garis linier.



Gambar 2. Diagram pencar y dengan x_2

Gambar 2 menunjukkan CPO nasional (y) akan naik seiring dengan kenaikan harga minyak kedelai (x_2).



Gambar 3. Diagram pencar y dengan x_3

Gambar 3 Diagram pencar yang menunjukkan terdapat hubungan antara harga CPO nasional (y) dengan kurs pajak (x_3).

Dari ketiga gambar tersebut, terlihat sebaran data cenderung membentuk pola linier sehingga dapat dikatakan hubungan diantara variabel terikat dan variabel bebasnya merupakan hubungan linier.

Pembentukan Parameter Regresi Linier Berganda Menggunakan Bayessian

a. Pembentukan prior konjugat

Distribusi prior konjugat diperoleh dengan menurunkan fungsi *likelihood* berikut:

$$L(\beta, \sigma^2) = \prod_{i=1}^n \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} e^{-\frac{1}{2\sigma^2}(y_i - X_i\beta)^2} \quad (1)$$

Bentuk kepadatan prior σ^2 dan prior β masing-masing telah diketahui lalu akan digabungkan dalam bentuk prior sebagai berikut

$$\begin{aligned} p(\beta, \sigma^2) &= p(\beta|\sigma^2)p(\sigma^2) \\ &= (\sigma^2)^{-\frac{k}{2}} \exp\left(-\frac{1}{2\sigma^2}\left[(\beta_1 - \beta_1^{(0)})^2 + (\beta_2 - \beta_2^{(0)})^2 + (\beta_3 - \beta_3^{(0)})^2\right]\right) \\ &\quad \times (\sigma^2)^{-(a_0+1)} \exp\left(-\frac{1}{2\sigma^2}[b_0]\right) \\ &= (\sigma^2)^{-\frac{k}{2}} \exp\left(-\frac{1}{2\sigma^2}\left[(\beta_1 - 0)^2 + (\beta_2 - 0)^2 + (\beta_3 - 0)^2\right]\right) \\ &\quad \times (\sigma^2)^{-\left(\frac{1}{2}+1\right)} \exp\left(-\frac{1}{2\sigma^2}[1]\right) \\ &= (\sigma^2)^{-\frac{k}{2}} \exp\left(-\frac{1}{2\sigma^2}\left[(\beta_1)^2 + (\beta_2)^2 + (\beta_3)^2\right]\right) \\ &\quad \times (\sigma^2)^{-\left(\frac{3}{2}\right)} \exp\left(-\frac{1}{2\sigma^2}\right) \end{aligned} \quad (2)$$

b. Pembentukan distribusi posterior konjugat

Setelah memperoleh bentuk dari distribusi prior konjugat dan *likelihood*, selanjutnya akan dibentuk distribusi posterior konjugat. Pembentukan distribusi posterior konjugat diperoleh dari hasil perkalian fungsi *likelihood* (1) dengan distribusi prior konjugat (2)

$$\begin{aligned}
 p(\beta, \sigma^2 | y, X) &= L(\beta, \sigma^2) p(\sigma^2) p(\beta | \sigma^2) \\
 &= (\sigma^2)^{-\frac{62}{2}} \exp\left(-\frac{1}{2\sigma^2} (y_1 - (\beta_0 + \beta_1 x_{(1)(1)} + \beta_2 x_{(1)(2)} + \beta_3 x_{(1)(3)}) + (y_2 \right. \\
 &\quad \left. - (\beta_0 + \beta_1 x_{(2)(1)} + \beta_2 x_{(2)(2)} + \beta_3 x_{(2)(3)}) + \dots + (y_{62} \right. \\
 &\quad \left. - (\beta_0 + \beta_1 x_{(62)(1)} + \beta_2 x_{(62)(2)} + \beta_3 x_{(62)(3)})^2\right) \\
 &\quad \times (\sigma^2)^{-\frac{k}{2}} \exp\left(-\frac{1}{2\sigma^2} [(\beta_1)^2 + (\beta_2)^2 + (\beta_3)^2]\right) \\
 &\quad \times (\sigma^2)^{-\left(\frac{3}{2}\right)} \exp\left(-\frac{1}{2\sigma^2}\right) \tag{3}
 \end{aligned}$$

c. Pendugaan Parameter dengan Metode Bayessian

Pendugaan parameter menggunakan metode Bayessian dilakukan dengan *Marcov Chain Monte Carlo* (MCMC). Untuk merancang rantai Markov dapat menggunakan algoritma *Gibbs Sampling* dari distribusi posterior $p(\beta | \sigma^2, y, X) \sim N(\mu_0^*, \sigma^2 \Lambda_0^{*-1})$ dengan nilai μ_0^* diambil dari nilai estimasi beta dan $\sigma^2 \Lambda_0^{*-1}$ pada standar error hasil Metode Kuadrat Terkecil (MKT).

Nilai estimasi beta dan standar eror dapat dilihat pada Tabel 2 sebagai berikut:

Tabel 2. Nilai Estimasi Beta dan Standar Error pada Hasil Pengerjaan dengan MKT.

Model	Estimasi Beta	Standar Error
Konstanta	1,465	0,128
x_1	0,000112	0,00016
x_2	0,172889	0,088
x_3	-0,000543	0,000236

Nilai dari estimasi beta dan standar eror pada Tabel 2 dijadikan sebagai nilai awal dari μ_0^* dan $\sigma^2 \Lambda_0^{*-1}$. Selanjutnya akan dilakukan pembangkitan parameter model menggunakan algoritma *Gibbs Sampling* dengan langkah-langkah dari *Gibbs Sampling* adalah sebagai berikut:

1. Menentukan nilai awal $\sigma^{2(0)}, \beta_0^{(0)}, \beta_1^{(0)}, \beta_2^{(0)}, \beta_3^{(0)}$
2. Untuk iterasi $t = 1, 2, 3, \dots, 10.000$ atur $\beta = \beta^{(t-1)}$ dan $\sigma^2 = \sigma^{2(t-1)}$ untuk $j = 0, 1, 2, 3$
3. Ulangi langkah 2 sebanyak 10.000 iterasi

Pembangkitan parameter model dengan algoritma *gibbs sampling* dilakukan menggunakan bantuan software WinBUGS 1.4 dan tidak memungkinkan untuk menggunakan pengerjaan secara manual dikarenakan iterasi yang digunakan sangat besar yaitu 10.000 iterasi. Hasil estimasi parameter disajikan pada Tabel 3.

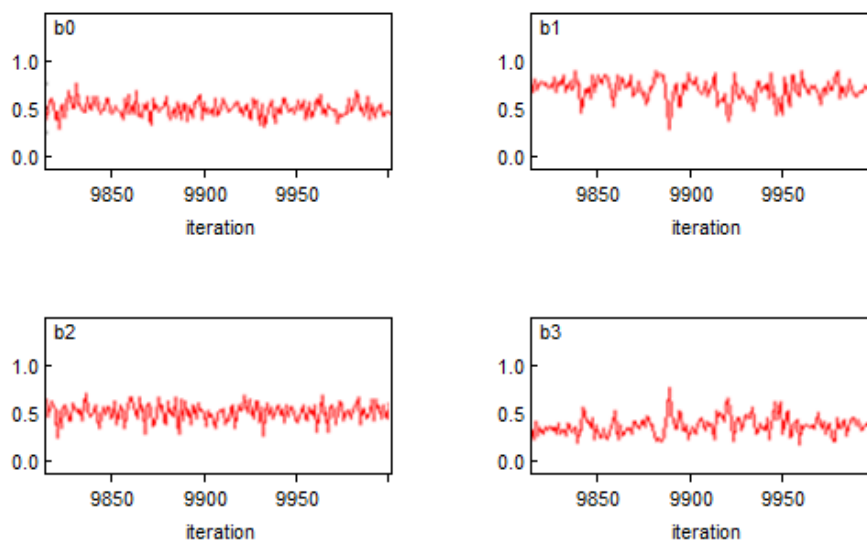
Tabel 3. Hasil Estimasi Parameter dengan Bayesian

Parameter	Mean	SD Error	MC Error
$\hat{\beta}_0$	-2,5695	2,1931568463E-289	7,939537224528291E-307
$\hat{\beta}_1$	9,9099	7,783579562872136E-304	7,939537224526462E-307
$\hat{\beta}_2$	1,5268	5,101516068304265E-299	7,939537224526625E-307
$\hat{\beta}_3$	0,0246	5,101543410010718E-299	7,939537224526634E-307

Proses *Gibbs Sampler* dengan 10.000 iterasi yang membentuk rantai markov serta hasil taksiran parameter $\beta_0, \beta_1, \beta_2$ dan β_3 yaitu berturut-turut sebesar -2,5695, 9,9099, 1,5268 dan 0,0246 yang diambil dari nilai *mean* pada Tabel 3.

d. Pengecekan Kekonvergenan Parameter $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3$

Kekonvergenan sampel dapat dilihat dari pola yang tidak teratur pada grafik *Dynamic Trace*. Pada penelitian ini, jumlah iterasi yang dilakukan sebanyak 10.000 iterasi. Rantai markov untuk taksiran parameter $\beta_0, \beta_1, \beta_2$ dan β_3 ditampilkan dalam Plot *Dynamic Trace* pada Gambar 4.

Gambar 4. Plot *Dynamic Trace*

Iterasi yang ditunjukkan pada Gambar 4 tersebut sudah mencapai konvergen ditandai dengan pola tidak teratur pada grafik *Dinamyc Trace*.

e. Signifikansi Parameter

Uji signifikansi parameter pada Bayesian adalah dengan melihat interval kepercayaan pada taraf signifikansi 95% yang ditandai dengan persentil 5% dan 95%. Parameter dikatakan signifikan jika interval pada taraf signifikansi 95% tidak memuat nilai nol. Hasil interval kepercayaan persentil dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Interval Kepercayaan Persentil 5% dan Persentil 95%

Parameter	Persentil 5%	Persentil 95%
$\hat{\beta}_0$	0,13762607	0,918372
$\hat{\beta}_1$	0,25713500	0,918372
$\hat{\beta}_2$	0,001389367	0,918372
$\hat{\beta}_3$	0,1356604	0,918372

Parameter $\beta_0, \beta_1, \beta_3$ tidak memuat nilai nol pada persentil 5% dan 95%, artinya variabel harga CPO internasional (x_1) dan variabel kurs pajak (x_3) berpengaruh secara signifikan terhadap variabel harga CPO nasional (y). Sedangkan parameter β_2 memuat nilai nol pada persentil 5% dan 95%, artinya variabel harga minyak kedelai (x_2) tidak berpengaruh secara signifikan terhadap variabel harga CPO nasional (y) sehingga akan dilakukan pendugaan ulang menggunakan Bayesian dengan menghilangkan variabel yang tidak berpengaruh secara signifikan terhadap variabel terikat yaitu variabel harga minyak kedelai (x_2).

f. Interpretasi Model Terbaik pada Pendugaan dengan Bayesian

Koefisien parameter β_0 memiliki interval antara 0,13434919 sampai 0,851302 dengan $mean = -4,2012$, untuk koefisien parameter β_1 memiliki interval antara 0,13565981 sampai 0,851302 dengan $mean = 0,0042$, untuk koefisien parameter β_3 memiliki interval antara 0,12976172 sampai 0,851302 dengan $mean = 0,0227$ sehingga model pendugaan dengan Bayesian dapat ditulis dalam persamaan sebagai berikut: $\hat{y} = -4,2012 + 0,0042x_1 + 0,0227x_3$

Kenaikan harga CPO internasional sebesar 1 US\$ dengan kondisi kurs pajak konstan maka akan menyebabkan kenaikan harga CPO nasional sebesar 0,0042 US\$ yang dalam hal ini setara dengan kenaikan sebesar 63,23 rupiah. Kenaikan kurs pajak sebesar 1 US\$ dengan kondisi harga CPO internasional konstan maka akan menyebabkan kenaikan harga CPO nasional sebesar 0,0227 US\$ yang dalam hal ini setara dengan kenaikan sebesar 341,75 rupiah.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pada penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa Faktor-faktor yang berpengaruh secara signifikan terhadap kenaikan harga minyak goreng di Indonesia yaitu variabel Harga CPO Internasional dan variabel Kurs Pajak terlihat dari parameter yang tidak memuat nilai nol pada persentil 5% dan persentil 95%.

Penelitian selanjutnya dapat menambahkan variabel lain yang berhubungan dengan kenaikan harga CPO nasional sehingga dapat memberikan gambaran yang luas mengenai faktor-faktor yang mempengaruhi kenaikan pada harga CPO di Indonesia selain Harga CPO Internasional dan Kurs Pajak.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Yayasan Lembaga Konsumen Indonesia. 2022. Kenaikan Harga Minyak Goreng. <https://ylki.or.id/> [diakses 6 September 2022].
- [2] Dinas Perindustrian Perdagangan, Koperasi, Usaha Kecil dan Menengah. 2021. Kenaikan Harga CPO Dunia Picu Kenaikan Harga Minyak Goreng di Indonesia. <https://disppkukm.jakarta.go.id/berita> [Diakses 6 September 2022].
- [3] Bappebti. 2022. Harga Minyak Kedelai. www.bappebti.go.id [diakses 7 September 2022].
- [4] Consumer News Business Channel Indonesia. 2022. Kurs Pajak. <https://www.cnbcindonesia.com/market-data/kurs-pajak> [diakses 7 September 2022].
- [5] Prasetyo, R.A., Helma. 2022. Analisis Regresi Linier Berganda Untuk Melihat Faktor yang Berpengaruh Terhadap Kemiskinan di Propinsi Jawa Barat. *Journal Of Mathematics UNP* 7(2), p.62-68.
- [6] Sembiring, R.K., 1995. *Analisis Regresi*, Bandung. ITB

- [7] Walpole, RE., Myers, RH., Myers, SL., Ye, KE. 2013. *Probability and Statistics for Engineers and Scientists*. 9th edition. Harlow: Pearson Education.
- [8] Muharisa, C., Yanuar, F., Yozza, H. 2015. Perbandingan Metode Maximum Likelihood dan Metode Bayes dalam Mengestimasi Parameter Model Regresi Linear Berganda Untuk Data Berdistribusi Normal. *Jurnal Matematika UNAND*. 4(2): 100-107. <https://doi.org/10.25077/jmu.4.2.100-107.2015>
- [9] Damanik. F.A.B. 2020. Analisis Model Regresi Linier Dengan Menggunakan Metode Bayes. Skripsi. Universitas Sumatera Utara, Medan.
- [10] Junaidi, J., Fajri, M., Ristawan, Y. 2020. Analisis Sensitivitas Model Regresi Linier Berganda Menggunakan Pendekatan Bayesian (Distribusi Prior Normal). *Journal of Data Analysis (JDA) Statistics and Its Applications*. 3(1): 1-12.
- [11] Ainul, A.M., Junaidi, J., Utami I.T. 2018. Penerapan Model Analisis Regresi Linier Berganda dengan Pendekatan Bayesian pada Data Aset Bank di Indonesia. *Jurnal Keteknikan dan Sains (JUTEKS)*. 1(1): 41-47.
- [12] Kementerian Perdagangan Republik Indonesia. 2022. Sistem Pemantauan Pasar dan Kebutuhan Pokok. <https://ews.kemendag.go.id/> [diakses 4 September 2022].