ISSN: 2339-2541
JURNAL GAUSSIAN, Volume 4, Nomor 3, Tahun 2015, Halaman 563-572
Online di: http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/gaussian

ANALISIS PENGARUH INFLASI, KURS, DAN SUKU BUNGA SERTIFIKAT BANK INDONESIA TERHADAP INDEKS HARGA SAHAM GABUNGAN MENGGUNAKAN REGRESI LINIER BERGANDA BAYES

Marta Widyastuti[1], Moch. Abdul Mukid[2], Yuciana Wilandari[3]
[1] Mahasiswa Jurusan Statistika FSM Universitas Diponegoro
[2,3] Staff Pengajar Jurusan Statistika FSM Universitas Diponegoro

ABSTRACT

Jakarta Composite Index (JCI) is one of the stock price index emitted by Indonesia Stock Exchange (IDX). JCI is influenced by macro factors (external factors of a company) and micro factors (factors that come within the company). Some of the macro factors include inflation, exchange rate, and interest rate of Bank Indonesia Certificate. To obtain model of inflation, exchange rate, and interest rate of Bank Indonesia Certificate on JCI, Bayesian multiple linier regression can be used so that researcher is able to take into account prior information and apply it together with current data to obtain posterior estimation. From the data processing, it is known that interest rate of Bank Indonesia Certificate is not significantly influencing the model. Meanwhile, inflation and exchange rate are significantly influencing the model and both of them result 72,72% of R-Squared. Furthermore, the final model of Bayesian multiple linier regression proven to be very accurate because it has 4,951% of MAPE.

Keywords: *JCI, inflation, exchange rate, interest rate of Bank Indonesia Certificate, Bayesian multiple linier regression, prior, posterior, MAPE*

1. PENDAHULUAN

Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG) sebagai salah satu indeks pasar saham yang digunakan oleh Bursa Efek Indonesia, pada empat tahun terakhir (Agustus 2010 – November 2014) mengalami fluktuasi. Informasi pergerakan IHSG tersebut penting bagi investor karena mempengaruhi penerimaan deviden. Faktor-faktor yang mempengaruhi juga tidak kalah penting untuk diketahui. IHSG, menurut Samsul (2006), dipengaruhi oleh faktor makro (faktor dari luar perusahaan) dan faktor mikro (faktor dari dalam perusahaan). Faktor makro terbagi lagi menjadi faktor makro ekonomi dan faktor makro non-ekonomi.

Faktor-faktor tersebut dapat mempengaruhi keputusan investor dalam jual-beli saham. Oleh karena itu, penting untuk dilakukan analisis pengaruh faktor-faktor tersebut terhadap pergerakan harga saham. Secara kuantitatif, pengaruh dari faktor makro ekonomi dapat diukur dan digunakan untuk menganalisis pergerakan indeks pasar saham seperti IHSG. Faktor makro ekonomi tersebut dapat diproksikan dengan tiga faktor yaitu inflasi, kurs, dan suku bunga Sertifikat Bank Indonesia.

Di bidang analisis pasar saham, salah satu *tool* statistik yang sering digunakan adalah analisis regresi. Analisis regresi digunakan untuk mengetahui pengaruh satu atau lebih variabel bebas ke variabel tak bebas. Saat ini penggunaan analisis regresi kebanyakan menggunakan pendekatan klasik yang tidak mengikutsertakan informasi terdahulu atau prior. Dalam hal ini, regresi Bayes mengisi kelemahan tersebut. Pendekatan Bayes memungkinkan peneliti untuk menggabungkan informasi prior dan informasi yang didapat dari sampel kemudian menggunakannya bersama-sama untuk melakukan pendugaan parameter posterior. Digunakan prior non-informatif dalam penelitian ini yang nantinya bersama-sama dengan data sampel digunakan untuk mencapai tujuan, yaitu memodelkan pengaruh inflasi, kurs, dan suku bunga SBI terhadap IHSG, dan mengetahui variabel apa sajakah yang berpengaruh secara signifikan dalam pemodelan. Prior non-informatif yang digunakan adalah *diffuse improper prior* (Fabozzi, *et al.*, 2008).

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Konsep Estimator Bayes

Menurut Gelman, *et al.* (2004) fungsi densitas posterior dalam aturan Bayes proporsional dengan hasil kali dari distribusi prior dan distribusi data. Berikut merupakan aturan Bayes dalam membentuk distribusi posterior data:

$$p(\theta|\boldsymbol{y},\boldsymbol{X}) = \frac{p(\theta,\boldsymbol{y})}{p(\boldsymbol{y})} = \frac{p(\theta)p(\boldsymbol{y}|\theta)}{p(\boldsymbol{y})}$$

di mana, $p(\boldsymbol{y}) = \sum_{\theta} p(\theta)p(y|\theta)$, untuk θ diskrit

$p(\boldsymbol{y}) = \int p(\theta)p(y|\theta)\ d\theta$, untuk θ kontinu.

Bentuk yang ekuivalen dengan persamaan di atas didapat dengan mengeluarkan $p(\boldsymbol{y})$ karena tidak bergantung pada nilai θ. Oleh karena itu, $p(\boldsymbol{y})$ dianggap konstan.

Bentuk persamaan diatas menjadi:

$$p(\theta|\boldsymbol{y},\boldsymbol{X}) \propto p(\theta)\, p(\boldsymbol{y}|\theta)$$

yang merupakan konstruksi dari $Posterior \propto Prior\ x\ Likelihood$.

2.2 Model Regresi Linier Berganda Univariat

Model regresi linier univariat menjelaskan variabilitas dari variabel tak bebas, dengan bantuan satu atau lebih variabel lain yang disebut variabel bebas. Jika terdapat *K* parameter yang akan diduga, model yang digunakan menurut Fabozzi, *et al.* (2008) sebagai berikut,

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \ldots\ldots + \beta_{K-1} X_{K-1} + \epsilon.$$

Dalam regresi klasik, parameter regresi dianggap tetap. Sedangkan, dalam regresi Bayes, parameter regresi dianggap acak sehingga dikenakan asumsi distribusi tertentu (Fabozzi, *et al.,* 2008). Untuk memudahkan, asumsikan bahwa ϵ_i, $i = 1, \ldots, n$, berdistribusi independen dan identik (i.i.d.) dengan distribusi normal yang memiliki rata-rata nol dan variansi σ^2. Kemudian, variabel tak bebas, Y, memiliki distribusi normal juga, $y_i \sim N(\mu_i, \sigma^2)$, di mana $\mu_i = \beta_0 + \beta_1 x_{1,i} + \beta_2 x_{2,i} + \beta_3 x_{3,i} + \ldots\ldots + \beta_{K-1} x_{K-1,i}$. Dengan asumsi distribusi normal pada ϵ_i dan y_i digunakan *likelihood* dari distribusi normal sebagai berikut,

$$L(\beta_0,\beta_1,\ldots,\beta_k,\sigma|\mathbf{y},\mathbf{X}) = (2\pi\sigma^2)^{-n/2} \exp\left\{-\frac{1}{2\sigma^2}\sum_{i=1}^{n}(y_i - \beta_0 - \beta_1 x_{1,i} - \cdots - \beta_{K-1}x_{K-1,i})^2\right\}$$

atau dalam bentuk matriks, yaitu

$$L(\boldsymbol{\beta},\sigma|\mathbf{y},\mathbf{X}) = (2\pi\sigma^2)^{-n/2} \exp\left\{-\frac{1}{2\sigma^2}(\boldsymbol{y} - \boldsymbol{X\beta})'(\boldsymbol{y} - \boldsymbol{X\beta})\right\}$$

Dalam regresi Bayes, parameter yang harus diduga adalah $\boldsymbol{\beta}$ dan σ^2. Saat sesatan diasumsikan berdistribusi normal, menurut Fabozzi, *et al.* (2008), metode maksimum *likelihood* dan *ordinary least squares* (OLS) menghasilkan dugaan parameter yang identik. Vektor koefisien regresi dengan penduga OLS, $\widehat{\boldsymbol{\beta}}_{OLS}$, adalah

$$\widehat{\boldsymbol{\beta}}_{OLS} = (\boldsymbol{X}'\boldsymbol{X})^{-1}\boldsymbol{X}'\boldsymbol{y},$$

Sedangkan, penduga dari σ^2 adalah

$$\hat{\sigma}^2{}_{OLS} = \frac{1}{n-K}\left(\boldsymbol{y} - \boldsymbol{X}\widehat{\boldsymbol{\beta}}\right)'\left(\boldsymbol{y} - \boldsymbol{X}\widehat{\boldsymbol{\beta}}\right).$$

2.3 Regresi Bayes

Dengan pendekatan Bayes, parameter regresi $\beta_0, \beta_1, \ldots, \beta_k$ pada model dianggap sebagai sebuah peubah acak. Selanjutnya, pendugaan parameter regresi tersebut, memperhitungkan informasi prior.

2.3.1 Prior

Model regresi dalam penelitian ini mengasumsikan sesatan normal. Distribusi prior noninformatif yang sesuai untuk asumsi sesatan normal menurut Gelman, *et al.* (2004) adalah seragam atau *uniform* kontinue pada ($\boldsymbol{\beta}$, log σ). Prior tersebut ekuivalen dengan *diffuse improper prior* menurut Fabozzi, *et al.* (2008), yaitu $\pi(\boldsymbol{\beta},\sigma^2) \propto \frac{1}{\sigma^2}$. di mana koefisien regresi bisa mengambil semua nilai real, $-\infty < \beta_k < \infty$, untuk $k = 0,1,\ldots,K-1$, dan variansi sesatannya positif, $\sigma^2 > 0$.

2.3.2 Posterior

Dengan melakukan operasi perkalian antara *likelihood* dan prior didapatkan distribusi posterior:

- Distribusi posterior dari $\boldsymbol{\beta}$ jika σ^2 diketahui, menurut Fabozzi, *et al.* (2008) adalah normal multivariat: $(\boldsymbol{\beta}|\boldsymbol{y},\boldsymbol{X},\sigma^2) \sim N(\widehat{\boldsymbol{\beta}}, (\boldsymbol{X}'\boldsymbol{X})^{-1}\sigma^2)$,
  di mana $\widehat{\boldsymbol{\beta}}$ adalah penduga *OLS* dan $(\boldsymbol{X}'\boldsymbol{X})^{-1}\sigma^2$ adalah matriks kovarian dari $\widehat{\boldsymbol{\beta}}$.
- Distribusi posterior dari σ^2 menurut Fabozzi, *et al.* (2008) adalah
  Inverted χ^2: $(\sigma^2|\boldsymbol{y},\boldsymbol{X}) \sim Inv-\chi^2(n-K,\hat{\sigma}^2)$,
  di mana $\hat{\sigma}^2$ adalah penduga OLS dari σ^2.

2.3.3 Distribusi posterior marginal

- Distribusi Posterior Marginal dari $\boldsymbol{\beta}$
  Distribusi posterior gabungan dituliskan sebagai berikut,
  $$p(\boldsymbol{\beta},\sigma^2|\boldsymbol{y},\boldsymbol{X}) = p(\boldsymbol{\beta}|\boldsymbol{y},\boldsymbol{X},\sigma^2)\ p(\sigma^2|\boldsymbol{y},\boldsymbol{X})$$
  Dengan mengintegralkan fungsi tersebut terhadap σ^2, diperoleh distribusi posterior tanpa syarat dari $\boldsymbol{\beta}$, menurut Fabozzi, *et al.* (2008), adalah suatu distribusi Student-t multivariat atau $(\boldsymbol{\beta}|\boldsymbol{y},\boldsymbol{X}) \sim \boldsymbol{t}$, dengan derajat bebas, $v = n - K$.
  Dapat dilihat bahwa mengeluarkan σ^2 membuat distribusi $\boldsymbol{\beta}$ lebih *heavy-tailed* (memiliki ujung atau bagian akhir grafik distribusi yang lebih lebar), sebagaimana mestinya mencerminkan ketidakpastian tentang nilai σ^2 yang sebenarnya. Walaupun, vektor mean dari $\boldsymbol{\beta}$ tidak berubah, variansinya meningkat dengan adanya *v/(v-2):*
  $$\textstyle\sum_{\boldsymbol{\beta}} = var(\boldsymbol{\beta}|\boldsymbol{y},\boldsymbol{X}) \sum_{\boldsymbol{\beta}} = \hat{\sigma}^2(\boldsymbol{X}'\boldsymbol{X})^{-1}\frac{v}{v-2},$$
- Distribusi Posterior Marginal dari σ^2
  Distribusi posterior marginal dari σ^2, menurut Gelman, *et al.* (2004) adalah Inverted-χ^2 atau
  $$(\sigma^2|\boldsymbol{y}) \sim \mathrm{Inv}-\chi^2(n-K,\hat{\sigma}^2),$$
  di mana
  $$\hat{\sigma}^2 = \frac{1}{(n-K)}\left(\boldsymbol{y}-\boldsymbol{X}\widehat{\boldsymbol{\beta}}_{\boldsymbol{OLS}}\right)'\left(\boldsymbol{y}-\boldsymbol{X}\widehat{\boldsymbol{\beta}}_{\boldsymbol{OLS}}\right).$$

2.3.4 Penduga Bayes untuk Parameter Regresi

Menurut Fabozzi, *et al.* (2008), penduga Bayes untuk parameter regresi adalah nilai harapan dari masing-masing distribusi posterior marginal.

- Penduga Bayes untuk parameter $\boldsymbol{\beta}$
  Penduga Bayes untuk parameter $\boldsymbol{\beta}$ adalah nilai harapan dari $\boldsymbol{\beta}$ yang berdistribusi t(n-K, $\widehat{\boldsymbol{\beta}}_{\boldsymbol{OLS}}$, $\frac{\boldsymbol{X}'\boldsymbol{X}}{\hat{\sigma}^2}$), yaitu E $(\boldsymbol{\beta}|\boldsymbol{y},\boldsymbol{X}) = \widehat{\boldsymbol{\beta}}_B = \widehat{\boldsymbol{\beta}}_{OLS}$.

Selanjutnya, $\hat{\boldsymbol{\beta}}$ memiliki variansi yang terletak pada diagonal utama dari matriks varian kovarian, $\hat{\sigma}^2(\boldsymbol{X'X})^{-1}\frac{v}{v-2}$. Dalam perhitungannya, σ^2, diduga dengan $\hat{\sigma}^2_{\boldsymbol{OLS}}$. Notasi matriks varian kovarian adalah $\sum_{\boldsymbol{\beta}} = var(\boldsymbol{\beta}|\boldsymbol{y},\boldsymbol{X}) = \hat{\sigma}^2(\boldsymbol{X'X})^{-1}\frac{v}{v-2}$.

- Penduga Bayes untuk parameter σ^2

  Penduga Bayes untuk parameter σ^2 adalah nilai harapan dari σ^2 yang berdistribusi $Inv-\chi^2(n-K,\hat{\sigma}^2)$, yaitu E $(\sigma^2|\,\boldsymbol{y},\boldsymbol{X}) = \frac{(n-K)}{(n-K)-2}\,\hat{\sigma}^2_{\boldsymbol{OLS}} = \hat{\sigma}^2_{\boldsymbol{B}}$.

  Selanjutnya, σ^2 memiliki variansi sebesar,

  $$\text{var}\,(\sigma^2|\,\boldsymbol{y},\boldsymbol{X}) = \frac{2(n-K)^2}{(n-K-2)^2(n-K-4)}\,(\hat{\sigma}^2_{\boldsymbol{OLS}})^2 = \text{var}\,(\hat{\sigma}^2_{\boldsymbol{B}}).$$

2.3.5 Prediksi

Ketika $\boldsymbol{\beta}$ dan σ^2 diketahui, menurut Gelman, *et al.* (2004) vektor $\tilde{\boldsymbol{y}}$ akan berdistribusi normal dengan mean $\tilde{\boldsymbol{X}}\boldsymbol{\beta}$ dan matriks variansi $\sigma^2\boldsymbol{I}$ atau $\tilde{\boldsymbol{y}}$ ~N($\tilde{\boldsymbol{X}}\boldsymbol{\beta}$, $\sigma^2\boldsymbol{I}$)**.** Notasi nilai harapannya: $E(\tilde{\boldsymbol{y}}|\sigma^2,\boldsymbol{y}) = E(E(\tilde{\boldsymbol{y}}|\boldsymbol{\beta},\sigma^2,\boldsymbol{y})|\sigma^2,\boldsymbol{y}) = E(\tilde{\boldsymbol{X}}\boldsymbol{\beta}|\sigma^2,\boldsymbol{y}) = \tilde{\boldsymbol{X}}\hat{\boldsymbol{\beta}} = \hat{\boldsymbol{y}}$**.**

2.3.6 Uji Normalitas Sesatan

Digunakan Uji *Kolmogorov-Smirnov* untuk uji normalitas sesatan menurut Daniel (1989).

Hipotesis:

H_0 : F(x) = F*(x) atau data sesatan berasal dari populasi dengan distribusi normal

H_1 : F(x) ≠ F*(x) atau data sesatan bukan berasal dari populasi dengan distribusi normal

Statistik Uji: $D = sup\,|F^*(x) - S(x)|$

dengan,

D = nilai supremum untuk semua x dari selisih nilai $F^*(x)$ dan $S(x)$

$S(x)$ = fungsi distribusi empiris

$F^*(x)$ = fungsi distribusi kumulatif normal standar

Taraf Signifikansi: α

Kriteria Uji: H_0 ditolak jika D > D*(α). D*(α) merupakan nilai kritis yang diperoleh dari tabel *Kolmogorov-Smirnov* atau H_0 ditolak jika *p-value* < α.

2.3.7 Bayesian *Credibel Interval*

Jika distribusi posterior marginal telah diketahui (Student's-*t*), maka dapat dihitung *Bayesian credibel interval (C.I)* dari koefisien-koefisien regresi secara analitis. Dapat digunakan interval Bayesian 95% atau yang lainnya sesuai dengan keyakinan peneliti. Dengan interval Bayesian 95%, *Bayesian C.I* yang didapatkan sebagai berikut,

Bayesian C.I = ($\beta_k \pm$ Kuantil 2,5% distribusi $t_{n-K}\ x\ s_k$)

dengan s_k merupakan standard deviasi dari masing-masing parameter regresi.

2.3.8 Uji Signifikansi Parameter

Uji signifikansi parameter menurut Fabozzi, *et al.* (2008) dilakukan dengan mengevaluasi dan membandingkan jumlah kuantil dari posterior yang bernilai positif atau (β_k > 0|**y, X**) dengan jumlah kuantil dari posterior yang bernilai negatif atau (β_k < 0|**y, X**). Hipotesis yang digunakan adalah

$H_0 : \beta_k = 0$

$H_1 : \beta_k \neq 0,\ k = 1, \ldots, K\text{-}1$

Jika kuantil-kuantil dari posterior terkonsentrasi di nilai positif seluruhnya atau di nilai negatif seluruhnya, maka H_0 ditolak. Hal tersebut berarti, koefisien parameter yang dihasilkan berpengaruh signifikan dalam model. Jika tidak semua kuantil dari posterior bernilai positif atau negatif, perlu dievaluasi kembali apakah kecenderungan nilai kuantil dari posteriornya sudah lebih dari 1-α ke nilai positif atau negatif.

2.4 Akurasi Model Regresi Bayes

Digunakan ukuran statistik relatif menurut Makridakis (1999). Salah satu ukuran statistik relatif yang dapat digunakan untuk mengukur akurasi model adalah MAPE (*Mean Absolute Percentage Error)* atau Nilai Tengah Kesalahan Persentase. Menurut Makridakis (1999), MAPE dihitung dengan rumus: $MAPE = \frac{\sum_{i=1}^{n}|PE_i|}{n}$, dengan $PE_i = \left(\frac{y_i - \hat{y}_i}{y_i}\right) x\ 100\%$.

2.5 Koefisien Determinasi (R^2)

Koefisien determinasi (R^2) menyatakan variansi pada variabel tak bebas yang dapat dijelaskan oleh variabel-variabel bebas. Menurut Makridakis (1999), R^2 dapat didefinisikan sebagai berikut:

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n}(\hat{y_i} - \bar{y})^2}{\sum_{i=1}^{n}(y_i - \bar{y})^2}$$

2.6 Indeks Harga Saham Gabungan

Indeks harga saham gabungan *(composite stock price index = CSPI)* menurut Samsul (2006), merupakan indeks gabungan dari seluruh jenis saham yang tercatat di bursa efek. IHSG juga dikenal sebagai *Jakarta Composite Index*.

2.7 Inflasi

Menurut Badan Pusat Statistik (2011), inflasi diartikan sebagai meningkatnya harga barang atau jasa kebutuhan masyarakat secara rata-rata, atau kenaikan harga-harga barang atau jasa kebutuhan masyarakat secara umum dengan memperhatikan kuantum barang dan jasa yang dikonsumsi sebagai penimbang.

2.8 Kurs

Menurut Noor (2009), kurs adalah nilai tukar antar suatu mata uang dengan mata uang lainnya. Dalam prakteknya, menurut Noor (2009) kurs terbagi menjadi tiga jenis yaitu, kurs beli, kurs tengah, dan kurs jual.

2.9 Suku Bunga Sertifikat Bank Indonesia

Sertifikat Bank Indonesia (SBI) merupakan salah satu instrumen operasi moneter yang dikeluarkan oleh Bank Indonesia. Sedangkan, suku bunga SBI adalah suku bunga yang dihasilkan dari faktor-faktor seperti jumlah dan tingkat suku bunga penawaran selama pelelangan SBI, periode SBI yang ditawarkan, likuiditas pasar, dan lain-lain.

3. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan data sekunder. Data tersebut bersumber dari www.bi.go.id untuk variabel bebas inflasi (X_1), kurs (X_2), dan suku bunga Sertifikat Bank Indonesia (X_3). Selanjutnya, dari finance.yahoo.com untuk data variabel tak bebas, Y, yaitu Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG). Ukuran sampel yang digunakan adalah 47.

Tahapan penelitian dimulai dengan menentukan fungsi *likelihood* data dan distribusi prior untuk memperoleh distribusi posterior. Selanjutnya, dicari distribusi posterior marginal dari parameter model yang nantinya digunakan untuk menduga parameter regresi Bayes. Setelah didapatkan model regresi, dapat dicari nilai prediksi dan nilai sesatan dari variabel bebas. Sesatan kemudian digunakan untuk uji normalitas. Jika data sesatan normal, maka dilanjutkan dengan menentukan Bayesian *Credibel Interval* dan dilakukan uji signifikansi parameter. Jika data sesatan tidak memenuhi asumsi normalitas maka kembali ke langkah penentuan fungsi *likelihood* data. Saat seluruh variabel bebas berpengaruh signifikan terhadap model, dapat ditentukan model akhir. Untuk mengetahui akurasi model akhir dihitung nilai MAPE. Selanjutnya, untuk mengetahui seberapa besar variabel bebas mempengaruhi variabel tak bebas, dihitung nilai R^2.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Fungsi *Likelihood*

Fungsi *likelihood* yang digunakan adalah fungsi *likelihood* dari distribusi normal. Untuk jumlah data (n) = 47, dan jumlah parameter yang diduga (K) = 4, fungsi *likelihood* yang terbentuk yaitu

$$L(\beta_0,\beta_1,\beta_2,\beta_3,\sigma|\mathbf{y},\mathbf{X}) \propto (\sigma^2)^{-\frac{47}{2}} \exp\left(-\frac{1}{\sigma^2}\sum_{i=1}^{47}(y_i-\beta_0-\beta_1X_{1,i}-\beta_2X_{2,i}-\beta_3X_{3,i})^2\right).$$

Jika dibuat dalam bentuk matriks, fungsi *likelihood* di atas menjadi

$$L(\boldsymbol{\beta},\sigma|\mathbf{y},\mathbf{X}) \propto (\sigma^2)^{-47/2} \exp\left\{-\frac{1}{\sigma^2}(\boldsymbol{y}-\boldsymbol{X\beta})'(\boldsymbol{y}-\boldsymbol{X\beta})\right\}.$$

4.2. Distribusi Posterior

4.2.1 Distribusi Posterior Bersyarat

$$Posterior \propto Prior\ x\ Likelihood$$

$$\propto \left(\frac{1}{\sigma^2}\right)^{\frac{49}{2}} \exp\left(-\frac{1}{\sigma^2}\sum_{i=1}^{47}(y_i-\beta_0-\beta_1X_{1,i}-\beta_2X_{2,i}-\beta_3X_{3,i})^2\right)$$

Fungsi densitas posterior tersebut merupakan fungsi densitas dari distribusi normal multivariat, $N\sim(\hat{\boldsymbol{\beta}},(\boldsymbol{X}'\boldsymbol{X})^{-1}\sigma^2)$.

4.2.2 Distribusi Posterior Marginal

- Distribusi marginal posterior untuk $\boldsymbol{\beta}$

  Distribusi marginal posterior untuk $\boldsymbol{\beta}$ adalah distribusi Student-t multivariat dengan derajat bebas n-K = 47 – 4 = 43 atau $\frac{\beta_k-\widehat{\beta_k}}{(h_{k,k})^{1/2}}|y,X \sim t_{43}$.
- Distribusi Posterior Marginal untuk σ^2

  Distribusi posterior marginal dari σ^2adalah $(\sigma^2|\boldsymbol{y},\boldsymbol{X})\sim \text{Inv}-\chi^2(43,\hat{\sigma}^2)$.

4.3. Penduga Bayes untuk Parameter Regresi

Penduga Bayes untuk parameter regresi merupakan nilai harapan dari distribusi posterior marginalnya. Hasil perhitungannya sebagai berikut,

Tabel 1. Penduga Bayes untuk Parameter Regresi

Parameter	Rataan	Standard Deviasi
β_0	848,12507	362,415022
β_1	-10276,10258	3428,83966
β_2	0,39278	0,03807
β_3	-2610,04282	4564,54491
σ^2	81915,41413	18550,18843

4.4. Prediksi Data

Untuk satu nilai variabel tak bebas ($\tilde{\boldsymbol{y}}$), prediksinya ($\hat{\boldsymbol{y}}$) merupakan nilai harapan suatu distribusi normal, $\tilde{\boldsymbol{y}} \sim$ N($\tilde{\boldsymbol{x}}\boldsymbol{\beta}, \sigma^2\boldsymbol{I}$), atau $\hat{\boldsymbol{y}} = \tilde{\boldsymbol{x}}\hat{\boldsymbol{\beta}}$. Berikut merupakan perhitungan prediksi data untuk pengamatan satu ($\hat{y}_1$).

$$\hat{y}_1 = (1 \quad 0{,}0623 \quad 12658{,}3 \quad 0{,}06867)\begin{pmatrix} 848{,}12507 \\ -10267{,}10258 \\ 0{,}392780 \\ -2610{,}04282 \end{pmatrix} = 5001{,}39981.$$

Untuk prediksi data pengamatan 2 sampai pengamatan 47 dilakukan dengan cara yang sama.

4.5. Uji Asumsi Sesatan

Hipotesis

H_0 : F(x) = F*(x) atau data sesatan berasal dari populasi dengan distribusi normal

H_1 : F(x) ≠ F*(x) atau data sesatan bukan berasal dari populasi dengan distribusi normal

Pada perhitungan statistik uji, *D*, di uji Kolmogorov-Smirnov, didapatkan nilai *D* = 0,100664. Oleh karena nilai tersebut kurang dari D*(5%,47) = 0,192, maka H_0 diterima. Artinya, data sesatan berasal dari populasi dengan distribusi normal**.**

4.6 Bayesian *Credibel Interval*

Untuk masing-masing koefisien parameter β_k, diperoleh Bayesian *Credibel Interval* :

Tabel 2. Bayesian *Credibel Interval*

Parameter	Bayesian *Credibel Interval*
β_0	(117,25 ; 1579,00)
β_1	(-17191,00 ; -3361,20)
β_2	(0,316005 ; 0,469555)
β_3	(-11815,30 ; 6595,20)

4.7 Uji Signifikansi Parameter

Nilai kuantil-kuantil dari posterior disajikan dalam tabel berikut,

Tabel 3. Nilai Kuantil Posterior Parameter Regresi

Kuantil	β_1	β_2	β_3
$b_{0,01}$	-18561,00	0,30079	-13639,1
$b_{0,05}$	-16040,20	0,32878	-10283,4
$b_{0,25}$	-12608,50	0,36688	-5715,0
$b_{0,75}$	-7943,70	0,41868	494,90
$b_{0,95}$	-4512,00	0,45678	5063,30
$b_{0,99}$	-1991,20	0,48477	8419,00

Berikut uji hipotesis dengan α = 5% untuk masing-masing variabel bebas:

a. Inflasi

Hipotesis yang digunakan sebagai berikut:

H_0 : $\beta_1 = 0$

H_1 : $\beta_1 \neq 0$

Koefisien β_1 tersebut secara statistik berpengaruh terhadap model karena semua nilai kuantil posteriornya terkonsentrasi di nilai negatif.

b. Kurs

Hipotesis yang digunakan sebagai berikut:

H$_0$: $\beta_2 = 0$
H$_1$: $\beta_2 \neq 0$
Koefisien β_2 tersebut secara statistik berpengaruh terhadap model karena semua nilai kuantil posteriornya terkonsentrasi di nilai positif.

c. Suku Bunga Sertifikat Bank Indonesia
Hipotesis yang digunakan sebagai berikut:
H$_0$: $\beta_3 = 0$
H$_1$: $\beta_3 \neq 0$
Koefisien β_3 tersebut secara statistik tidak berpengaruh terhadap model karena nilai kuantil posteriornya tidak terkonsentrasi di nilai negatif maupun positif.

4.8 Pemodelan Regresi Linier Berganda Bayes Tanpa Variabel Suku Bunga Sertifikat Bank Indonesia

4.8.1 Fungsi *Likelihood*

Fungsi *likelihood* yang digunakan adalah fungsi *likelihood* dari distribusi normal. Untuk jumlah data (n) = 47, dan jumlah parameter yang diduga (K) = 3, fungsi *likelihood* yang terbentuk yaitu

$$L(\beta_0,\beta_1,\beta_2,\sigma|\mathbf{y},\mathbf{X}) \propto (\sigma^2)^{-\frac{47}{2}} \exp(-\tfrac{1}{\sigma^2}\textstyle\sum_{i=1}^{47}(y_i - \beta_0 - \beta_1 X_{1,i} - \beta_2 X_{2,i})^2)$$

Jika dibuat dalam bentuk matriks, fungsi *likelihood* di atas menjadi

$$L(\boldsymbol{\beta},\sigma|\mathbf{y},\mathbf{X}) \propto (\sigma^2)^{-47/2} \exp\left\{-\frac{1}{\sigma^2}(\boldsymbol{y} - \boldsymbol{X\beta})'(\boldsymbol{y} - \boldsymbol{X\beta})\right\}$$

4.8.2 Distribusi Posterior

a. Distribusi Posterior Bersyarat

$$Posterior \propto Prior\ x\ Likelihood$$

$$\propto \left(\frac{1}{\sigma^2}\right)^{\frac{49}{2}} \exp\left(-\frac{1}{2\sigma^2}\sum_{i=1}^{47}(y_i - \beta_0 - \beta_1 X_{1,i} - \beta_2 X_{2,i})^2\right)$$

Fungsi densitas posterior tersebut merupakan fungsi densitas dari distribusi normal multivariat, $N \sim (\widehat{\boldsymbol{\beta}}, (\boldsymbol{X'X})^{-1}\sigma^2)$.

b. Distribusi Posterior Marginal

- Distribusi marginal posterior untuk $\boldsymbol{\beta}$
  Distribusi marginal posterior untuk $\boldsymbol{\beta}$ adalah distribusi Student-t multivariat dengan derajat bebas *n*-*K* = 47 – 3 = 44 atau $\frac{\beta_k - \widehat{\beta_k}}{(h_{k,k})^{1/2}}|y, X \sim t_{44}$.
- Distribusi Posterior Marginal untuk σ^2
  Distribusi posterior marginal dari σ^2adalah $(\sigma^2|\boldsymbol{y},\boldsymbol{X}) \sim \text{Inv} - \chi^2(44, \hat{\sigma}^2)$.

4.8.3 Penduga Bayes untuk Parameter Regresi dalam Pemodelan Baru

Penduga Bayes untuk parameter regresi dalam pemodelan baru disajikan pada tabel berikut:

Tabel 4. Penduga Bayes untuk Parameter Regresi dalam Pemodelan Baru

Parameter	Rataan	Standard Deviasi
β_0	795,51198	347,7203
β_1	−11239,98515	2952,9840
β_2	0,38818	0,036901248
σ^2	80602,74746	18023,32

4.8.4 Uji Asumsi Sesatan untuk Pemodelan Baru

Dilakukan uji asumsi sesatan dari pemodelan baru dengan menggunakan Uji Kolmogorov-Smirnov. Hipotesis:

H_0 : F(x) = F*(x) atau data sesatan berasal dari populasi dengan distribusi normal

H_1 : F(x) ≠ F*(x) atau data sesatan bukan berasal dari populasi dengan distribusi normal

Pada perhitungan statistik uji, *D*, di uji Kolmogorov-Smirnov, didapatkan nilai *D* = 0,095685. Oleh karena nilai tersebut kurang dari D*(5%,47) = 0,192, maka H_0 diterima. Artinya, data sesatan berasal dari populasi dengan distribusi normal**.**

4.8.5 Bayesian *Credibel Interval* untuk Pemodelan Baru

Bayesian *Credibel Interval* untuk pemodelan baru disajikan dalam tabel berikut:

Tabel 5. Bayesian *Credibel Interval* untuk Pemodelan Baru

Parameter	Bayesian *Credibel Interval*
β_0	(94,73 ; 1496,30)
β_1	(-17191,30 ; -5288,60)
β_2	(0,313810 ; 0,462550)

4.8.6 Uji Signifikansi Parameter untuk Pemodelan Baru

Nilai kuantil posterior parameter regresi yang digunakan sebagai kriteria evaluasi dan perbandingan disajikan dalam tabel berikut ini,

Tabel 6. Nilai Kuantil Posterior Parameter Regresi dalam Pemodelan Baru

Kuantil	β_1	β_2
$b_{0,01}$	-18368,9	0,299095
$b_{0,05}$	-16201,7	0,326177
$b_{0,25}$	-13248,3	0,363083
$b_{0,75}$	-9231,6	0,413277
$b_{0,95}$	-6278,3	0,450183
$b_{0,99}$	-4111,1	0,477265

Berikut uji hipotesis dengan $\alpha = 5\%$ untuk masing-masing variabel bebas:

- Inflasi

  Hipotesis yang digunakan sebagai berikut:

  $H_0 : \beta_1 = 0$

  $H_1 : \beta_1 \neq 0$

  Koefisien β_1 tersebut secara statistik berpengaruh terhadap model karena semua nilai kuantil posteriornya terkonsentrasi di nilai negatif.
- Kurs

  Hipotesis yang digunakan sebagai berikut:

  $H_0 : \beta_2 = 0$

  $H_1 : \beta_2 \neq 0$

  Koefisien β_2 tersebut secara statistik berpengaruh terhadap model karena semua nilai kuantil posteriornya terkonsentrasi di nilai positif.

4.9 Model Akhir

Setelah dilakukan uji signifikansi parameter, didapatkan model akhir sebagai berikut,

$$y = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 X_1 + \hat{\beta}_2 X_2$$
$$= 795{,}51198 - 11239{,}98515\, X_1 + 0{,}38818\, X_2$$

Model tersebut berarti saat inflasi dan kurs bernilai nol, prediksi IHSG berada pada nilai 795,51198. Kemudian, saat terjadi kenaikan inflasi sebesar 1% dan nilai kurs tetap, terjadi pengurangan poin IHSG sebesar -11239,98515. Sedangkan, saat kurs mengalami kenaikan sebesar satu rupiah dan inflasi tetap, terjadi penambahan poin IHSG sebesar 0,38818.

4.10 MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*)

Setelah dilakukan perhitungan, didapatkan nilai MAPE sebesar 4,951%. Oleh karena nilai MAPE tersebut kurang dari 10%, maka model regresi linier berganda Bayes ini sangat akurat.

4.11 Koefisien Determinasi (R^2)

Dengan menggunakan rumus berikut,

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n}(\hat{y}_i - \bar{y})^2}{\sum_{i=1}^{n}(y_i - \bar{y})^2}$$

didapatkan nilai R^2 sebesar 72,72%. Artinya, variabel tak bebas, IHSG, dapat dijelaskan oleh dua variabel bebas yaitu inflasi dan kurs sebesar 72,72%. Sedangkan, sisanya sebesar 27,28% dijelaskan oleh faktor lain.

5. KESIMPULAN

Setelah dilakukan pengolahan data, didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Model akhir dari analisis pengaruh inflasi (X_1), kurs (X_2), dan suku bunga Sertifikat Bank Indonesia (X_3) terhadap Indeks Harga Saham Gabungan (Y) menggunakan regresi Bayes sebagai berikut,
   $$y = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 X_1 + \hat{\beta}_2 X_2$$
   $$= 795{,}51198 - 11239{,}98515\, X_1 + 0{,}38818\, X_2$$
2. Dari ketiga variabel bebas yang digunakan, didapatkan hasil bahwa inflasi (X_1) dan kurs (X_2) berpengaruh secara signifikan terhadap model. Sedangkan, suku bunga Sertifikat Bank Indonesia (X_3) tidak signifikan berpengaruh terhadap model.

6. DAFTAR PUSTAKA

Anggoro, T.S. 2011. *Pengaruh Inflasi, Kurs, dan Suku Bunga SBI terhadap Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG) pada Bursa Efek Indonesia periode 2005-2009*, Skripsi Jurusan Manajemen Fakultas Ekonomi Universitas Sebelas Maret (tidak dipublikasikan)

BPS. 2011. *Indeks Harga Konsumen dan Inflasi Kabupaten Sragen 2010*. Badan Pusat Statistik, Kabupaten Sragen.

Daniel, W.W. 1989. *Statistika Nonparametrik Terapan*. PT Gramedia, Jakarta.

Fabozzi, *et al*. 2008. *Bayesian Methods in Finance*. John Wiley & Sons, Inc, New Jersey.

Makridakis, *et al*. 1999. *Metode dan Aplikasi Peramalan*. Erlangga, Jakarta.

Noor, H.F .2009. *Investasi Pengelolaan Keuangan Bisnis dan Pengembangan Ekonomi Masyarakat*. PT Indeks, Jakarta.

Gelman, A., et al. 2004. *Bayesian Data Analysis*. CRC Press, Florida.

Samsul, M. 2006. *Pasar Modal dan Manajemen Portofolio*. Erlangga, Jakarta.